ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/262376344

Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий сектор (Carbon, climate, and land-use in Ukraine: Forest sector)

Book · May 2014

CITATIONS
0

READS
1,354

5 authors, including:

Anatoly Shvidenko
International Institute for Applied Systems Analysis
264 PUBLICATIONS **21,260** CITATIONS
SEE PROFILE

Petro Lakyda
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
57 PUBLICATIONS **439** CITATIONS
SEE PROFILE

Dmitry Schepaschenko
International Institute for Applied Systems Analysis
210 PUBLICATIONS **9,780** CITATIONS
SEE PROFILE

Roman Vasylyshyn
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
68 PUBLICATIONS **412** CITATIONS
SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Dmitry Schepaschenko on 29 September 2014.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ

А. ШВИДЕНКО, П. ЛАКИДА,
Д. ЩЕПАЩЕНКО, Р. ВАСИЛИШИН, Ю. МАРЧУК

ВУГЛЕЦЬ, КЛІМАТ ТА ЗЕМЛЕУПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ: ЛІСОВИЙ СЕКТОР

М о н о г р а ф і я

Корсунь-Шевченківський
Видавець В.М. Гавришенко
2014

УДК 630*17:582.475:630*232(477.87)
ББК 43.4
Ш 35

Рецензенти: **Миклуш С. І.**, доктор сільськогосподарських наук (НЛТУ України, м. Львів);
Зібцев С. В., доктор сільськогосподарських наук (НУБіП України, м. Київ).

Рекомендовано до друку вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України (протокол № 3 від 19 листопада 2013 р.)

Швиденко А. З.

Ш 35 Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: лісовий сектор: Монографія / [А. Швиденко, П. Лакида, Д. Щепащенко, Р. Василишин, Ю. Марчук]. – Корсунь-Шевченківський : ФОП Гавришенко В.М., 2014. – 283 с.

ISBN 978-966-2464-40-5

Стабілізація клімату та збереження екологічної рівноваги на планеті на засадах сталого розвитку суспільства однозначно акцентує увагу політиків і науковців на ключовій ролі лісів як одного з найбільш дійових і доступних інструментів для досягнення цієї мети. У запропонованій роботі здійснена спроба системної оцінки сучасного та прогноз майбутнього (до 2030 р.) бюджету вуглецю в лісовому секторі України, з використанням інструментарію міжнародних методик, та його вплив на кліматичні зміни за кількома сценаріями управління лісовою галуззю. Окреслена проблема адаптації лісів та їх використання як дійового засобу пом'яшення глобальних кліматичних змін.

Розраховано на науковців і фахівців лісової та природоохоронної галузей, аспірантів і студентів лісогосподарських, екологічних та біологічних факультетів вузів.

Carbon, climate, and land-use in Ukraine: Forest sector: A monograph / [A. Shvidenko, P. Lakyda, D. Schepaschenko, R. Vasylyshyn, Yu. Marchuk].

Stabilization of climate and maintanence of ecological stability over the planet within the paradigm of sustainable development underline the role of forests as one of the most effective and appropriate tools for climate change mitigation. This publication attempts to provide a system analysis of carbon budget of Ukrainian forests using internationally examined methods, as well as to analyze the impacts of the forests on climatic change within two potential scenarios of future forest management in Ukraine up to 2030s. The problem of adaptation to, and mitigation of, climate change is also considered.

For scientists and professionals in forestry and environment protection, students and PhD students of forest, ecological and biological faculties of Universities.

УДК 630*17:582.475:630*232(477.87)
ББК 43.4

ISBN 978-966-2464-40-5

© А.Швиденко, П.Лакида, Д.Щепащенко, Р.Василишин, Ю.Марчук, 2014
© Національний університет біоресурсів і природокористування України,
Міжнародний інститут прикладного системного аналізу (IIASA), 2014
Робота частково виконана за підтримки проекту Marie Cure action FP7-People GESAPU (№ 247645).

ВСТУП

Незважаючи на порівняно невеликий відсоток середньої лісистості в Україні (ліси разом із полезахисними смугами та іншими захисними елементами ландшафтів, що вкриті лісовою рослинністю, охоплюють лише 15,9% території країни), ліси відіграють надзвичайно важливу роль: (1) як захисний компонент середовища (понад 50% українських лісів відносяться до захисних) та (2) як джерело цінної деревини та недеревних лісових продуктів. Особливою рисою земельного покриву України є нерівномірне розташування вкритих лісовою рослинністю ділянок, причому для значної частини території країни характерна дуже невелика лісистість, що унеможливлює забезпечення задовільного захисту ґрунтів і вод. Така специфіка лісів держави визначає особливі риси соціальних вимог до лісових послуг та майбутнього українських лісів у світі, який змінюється. Крім того, поточні політичні та економічні зміни в країні мають конкретний і досить суперечливий вплив на можливості та процес переходу до сталого управління лісами в умовах глобальних змін.

Українські лісові екосистеми в цілому високопродуктивні – щорічний чистий приріст оцінюється на рівні 30–35 млн $м^3$. Заготівлі (з урахуванням рубок догляду) протягом останнього десятиліття коливалися в межах 12–17 млн $м^3$ ліквідної деревини щорічно. Така динаміка повинна забезпечувати значне поглинання вуглецю лісовими екосистемами, але ставить на порядок денний одне важливе питання: чи є поточний рівень сировинного лісокористування оптимальним і як це співвідноситься з вимогами переходу до сталого ведення лісового господарства в рамках багатофункціонального використання лісів.

Філософія сталого управління лісами має давнє коріння. Базовий принцип вітчизняного лісівництва – принцип безперервного і невиснажливого багатоцільового лісокористування – є прямим породженням цієї філософії. На першій Міністерській конференції із захисту і збереження лісів Європи (Страсбург, 1990 рік) стале управління лісами (sustainable forest management) було оголошено основою парадигми сучасного взаємовідношення людини і лісу. Стале лісове господарство розглядалось як збалансоване управління лісами, що враховує їх роль як важливу систему підтримки життя на

землі і їх значення в забезпеченні потреб нинішніх і майбутніх поколінь у лісі і лісових ресурсах без зниження потенціалу останніх для розширеного відтворення.

Україна має тривалий досвід інтенсивного ведення лісового господарства і добре розвинену лісову науку. Абсолютна більшість українських лісів знаходяться під державним управлінням і понад половину (56%) всіх лісів країни створені штучно. Це також визначає специфічні риси і потреби теперішнього та майбутнього лісоуправління.

Стале управління лісами та лісовим господарством (СУЛЛГ) є основою сучасної парадигми ко-еволюції людини і лісу та принципово важливою частиною інтегрального управління земельними ресурсами. Конференція Організації Об'єднаних націй зі сталого розвитку (Ріо+20), що відбулася в Ріо-де-Жанейро в червні 2012 року, ще раз наголосила на нагальній необхідності інтенсифікації переходу до сталого управління лісами і особливу важливість цього процесу за умов кліматичних змін (Rio+20, 2012). Світовий досвід стверджує, що перехід до СУЛЛГ є довгим та надзвичайно складним процесом, оскільки потребує, ***inter alia***, (1) значних економічних та соціальних зусиль; (2) реалізації науково обґрунтованої системи природокористування і наявності ефективної лісової політики, орієнтованої не тільки на сьогодення, а й на майбутнє; (3) високо організованого громадського суспільства; і (4) високого рівня моральної усвідомленості й освіченості населення (Shvidenko та ін., 2005). У цьому відношенні ситуація в Україні залишається дуже складною, оскільки роль лісів у захисті сільськогосподарських земель, вплив лісового покриву на здоров'я нації і покращання стану зовнішнього середовища настільки значний, що лісові проблеми не можуть бути обмежені лише галузевим розглядом.

Досвід розвинених країн, особливо Європейського союзу, може бути корисним для України. Лісовий план дій (EU Forest Action Plan) на 2007–2011 рр. послугував міцною основою для вироблення інструментарію переходу до сталого управління лісами, стверджуючи чотири головні передумови цього процесу: конкурентоспроможність, піклування про зовнішнє середовище, якість життя, координація та інформація. Нова Лісова стратегія ЄС, оприлюднена 20 вересня 2013 року, виокремлює три базових принципи: 1) визначальне значення сталого управління лісами і багатофункціональної ролі

лісів, що забезпечують збалансоване використання всього різноманіття ресурсів і корисностей лісів, за гарантії забезпечення їх невиснажливості; 2) ефективне використання ресурсів, оптимізацію внеску лісів і лісового сектору в розвиток сільських територій, розширене відтворення та створення робочих місць; і 3) глобальну відповідальність за ліси, сприяння сталому продукуванню і споживанню лісових продуктів (EU, 2013).

Історично ліси сприймалися, головним чином, як джерело постачання деревних та інших продуктів. На даний час багатоцільове використання лісу є фундаментальною рисою сучасного лісового господарства. Ліс виконує численні ресурсні функції; створює життєвий простір для понад половини відомих на сьогодні рослин та тварин; слугує за головний природний захисник вод і ґрунтів; виступає основним чинником підтримки глобальних біогеохімічних циклів (вуглецевого, азотного, гідрологічного); виконує важливі соціальні (екотуризм, рекреація тощо), культурні, історичні та духовні функції. Одна із найбільш повних класифікацій лісових ресурсів нараховує до 100 різних груп функцій лісових екосистем, об'єднаних в чотири класи – соціальний, господарчо-екологічний, ландшафтно-стабілізуючий та сировинний (Шейнгауз, Сапожников, 1983). Хоча зараз ліс постачає світові більш як 5000 різних продуктів, головними стають біосферна і екологічна групи функцій лісових екосистем. Очікується, що глобальні кліматичні зміни будуть здійснювати значний, часто драматичний вплив на ліси майбутнього і повноту виконання ними різноманітних функцій, життєво важливих для людства. Це ставить принципово нові проблеми перед лісовим господарством країни. Лісова справа завжди була орієнтована на майбутнє, але зараз йдеться про інші, ймовірно суттєво інші клімати майбутнього. Тому перехід до адаптивного лісового господарства на ландшафтно-екосистемній основі є головною стратегічною рисою сьогоднішнього лісоуправління і особливо лісової науки.

Україна ратифікувала Кіотський протокол (Закон України №1430-IV від 14 лютого 2004 р. «Про ратифікацію Кіотського протоколу до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату»), яким взято зобов'язання не перевищувати базовий рівень викидів вуглецю в атмосферу 1990 року. В 2000 році сукупні викиди парникових газів склали 40,2% від базового рівня 1990 року, із яких більше двох третин

(69%) були сформовані в енергетичному секторі. Враховуючи дуже низьку ефективність використання енергії в Україні та неминучу необхідність прискореного розвитку національної економіки, ліси можуть і повинні відігравати важливу роль як джерело відновлюваної енергії не лише у близькій, а й далекій перспективі.

Генеральна асамблея Організації Об'єднаних націй оголосила 2011 рік міжнародним роком лісів із тим, щоб поглибити усвідомленість значення лісів для людства та добробуту останніх, а звідсіля – важливість їх захисту та впровадження сталого лісового господарства.

Продовжується також європейська політика боротьби з нелегальними рубками. В листопаді 2010 року було прийнято європейське законодавство відносно регулювання обороту деревини (EU Timber Regulation), введене в повній мірі у березні 2013 року, а також укладено декілька добровільних партнерських угод в рамках процесу FLEGT (Forest Law Enforcement, Governance and Trade), що направлені на посилення керованості лісами, строгому слідуванню законодавству в лісових відношеннях, боротьбі з нелегальним оборотом деревини, криміналом та корупцією в лісовому секторі.

Інвестиції в дослідження та розвиток технологій з використання біоенергії зростають, базуючись на розроблених у більшості розвинених країн національних політиках із кліматичних змін та енергетичної безпеки.

Разом із тим політика, що підтримує використання відновлюваних джерел енергії, особливо використання біомаси, нарощує попит і конкуренцію як серед постачальників деревини для промислового використання в країнах інтенсивного лісового господарства, так і створює основу для конфліктів у землекористуванні.

«Зелене» будівництво в Сполучних Штатах Америки є зараз єдиним сектором в будівництві, що демонструє відносно стійкий розвиток протягом рецесії попередніх років, а комерційне будівництво в рамках екологічно орієнтованого «Стандарту зразків керівництва в енергії і зовнішньому середовищі» розширюється, не зважаючи на загальну кризу в будівництві. Департамент сільського господарства США недавно оголосив стратегію підтримки деревини як «зеленого» будівельного матеріалу.

Представлена робота, що була ініційована міжнародним проектом «Вуглець, клімат та землеуправління в Україні: інтегровані

моделі землеуправління в рамках Партнерської ініціативи з вивчення системи Земля в Північній Євразії – NEESPI (лісовий сектор)», включає три основних компоненти:

– оцінка сучасного вуглецевого бюджету та його основних складових у лісовому господарстві Україні та прогноз його динаміки протягом наступних двох декад цього століття (2011–2030 роки) в умовах клімату, що змінюється;

– аналіз доцільних стратегій адаптації лісів України до кліматичних змін та пом'якшення наслідків глобальної зміни клімату засобами лісового сектору;

– оцінка можливих результатів адаптації та заходів, направлених на пом'якшення наслідків кліматичних змін за рахунок лісового господарства та змін у землекористуванні.

Розгляд цих питань було проведено на основі розроблених двох сценаріїв найбільш ймовірних шляхів розвитку подій протягом наступних 20 років та проаналізовані майбутні траєкторії динаміки лісів України, можливі зміни в землекористуванні та очікуваний вплив змін клімату на функціонування і стан лісових екосистем. У цьому відношенні заплановані робочі завдання включали:

– удосконалення та розвиток просторової інформаційної бази щодо лісів і лісоуправління в країні;

– аналіз динаміки лісів та основних чинників такої динаміки, як основи для розробки сценаріїв щодо стану та функціонування лісів і лісової промисловості протягом наступних 20 років;

– розробку набору моделей, необхідних для оцінки біосферної ролі українських лісів, зокрема для оцінки впливу лісів на глобальний кругообіг вуглецю за очікуваної зміни клімату;

– оцінку основних показників біологічної продуктивності лісів (фітомаси, чистої первинної продукції тощо);

– розробку сценаріїв майбутньої динаміки лісів у країні протягом наступних двох десятиліть, у тому числі очікуваних тенденцій в галузі землекористування/зміни рослинного покриву, а також впливу лісоуправління та зміни навколишнього середовища на стан і продуктивність лісів;

– оцінку наслідків можливої адаптації лісів до глобальних змін і використання останніх для пом'якшення змін клімату шляхом впливу на бюджет вуглецю в українських лісах;

– розробку рекомендацій для осіб, що приймають рішення.

Очевидно, що сценарії майбутньої динаміки українських лісів повинні акумулювати основні політичні, соціальні, економічні та екологічні чинники, які впливають на українське суспільство й економіку і, таким чином, на теперішній і майбутній стан та функціонування в Україні лісового сектору та ведення лісового господарства. Розуміння суспільством і політиками важливості лісового покриву країни для забезпечення належного стану довкілля та охорони здоров'я нації далеке від бажаного. Парадигма сталого управління лісами в рамках інтегрального (екосистемного) управління земельними ресурсами на ландшафтній основі в умовах глобальної зміни клімату є головною рисою сьогоднішнього лісового господарства розвинених країн світу. На жаль, у цьому відношенні в республіці зроблено небагато. Для України особливо важлива захисна роль, яку відіграють ліси для інших категорій земель у різних природних зонах і ландшафтах, зокрема, агролісомеліорація в захисті сільськогосподарських земель та навколишнього середовища. Проте процеси переходу до приватної власності на землі сільськогосподарського комплексу посилюють труднощі втілення екосистемного землекористування. В сучасних умовах ліси і дерева поза лісом повинні грати вирішальну роль у реабілітації деградованих і забруднених ландшафтів. Впровадження тісного зв'язку між практикою земле- і лісокористування та управлінням вуглецем, зокрема використання лісової біомаси для виробництва енергії, потребує удосконалення інституційних структур управління. Зрозуміло, що практичне впровадження перерахованих та деяких інших положень є дуже складною проблемою і оцінка майбутнього розвитку лісового господарства України може бути представлена тільки в досить узагальненому вигляді.

У роботі містяться основні відомості про український лісовий сектор, представлені в узагальненому виді основні показники біологічної продуктивності лісового покриву країни, описані сценарії і моделі, а також наведені результати оцінки впливу українських лісів на глобальний бюджет вуглецю, з урахуванням відповідних систем адаптації та пом'якшення наслідків зміни клімату.

Робота була виконана в рамках досліджень Лісової програми Міжнародного інституту прикладного системного аналізу (IIASA) у співробітництві з групою дослідників Національного університету

біоресурсів і природокористування України та Державного господарства агентства лісових ресурсів України. Розділ 4.2.4 підготовлений і написаний у співпраці з Д. М. Мовчаном (Центр з аерокосмічних досліджень НАН України, Київ). Деякі матеріали були представлені Українським науково-дослідним інститутом лісового господарства та агролісомеліорації (УкрНДІЛГА, І. Ф. Букша). Автори вдячні також колегам Р. А. Буню і М. Ю. Лесів із Національного університету «Львівська політехніка», Іоану МакКаллуму (Ian McCallum), Флоріану Кракснеру (Florian Kraxner) та Міхаелю Оберштайнеру (Michael Obersteiner) з Міжнародного інституту прикладного системного аналізу за підтримку роботи та корисні обговорення проблеми.

Автори з вдячністю приймуть усі критичні зауваження і практичні поради щодо змісту роботи та перспектив її поліпшення.

INTRODUCTION

Forests cover relatively small areas in Ukraine: forests together with shelter belts and other protective woody components of the landscapes cover only 15.9% of the country's territory. Nevertheless, the forests play an exceptionally important role: (1) as a protective element of environment (more than 50% of the Ukrainian forests are protective forests) and (2) as a source of valuable wood and diverse non-timber forest products. The irregular distribution of forested areas is a specific feature of land cover in Ukraine: vast regions of the country have a very low forest cover percentage that makes impossible any satisfactory protection of soil and water there. Such a peculiarity of the forest cover defines specific social requirements to environmental and social services of forests and impacts tendencies of their future development in a changing world. In addition, ongoing political and economic transformation of the country provides direct and rather contradictive impacts on possibilities and specifics of transition to sustainable forest management under global change.

Ukrainian forest ecosystems have a high productivity – the annual net increment is estimated at the level of 30–35 million m^3 per year. Annual harvest of wood (including thinning) was at level of 12–17 million m^3 of merchantable wood during the last decade. Such a ratio between the increment and harvest should provide a substantial carbon sink by the forest ecosystems, but does not give any answer whether the current level of logging is optimal and how this corresponds to needs of transition to sustainable forest management within the paradigm of multi-service use of forests.

Philosophy of sustainable forest management has long roots in the country's forest science and practice. The cornerstone principle of the national forestry – the principle of continuous and inexhaustible multi-service use of forests – is a direct consequence of this philosophy. At the first Ministerial Conference on Protection of Forests in Europe (Strasbourg, 1990) sustainable forest management was declared as a background of interactions of humanity and forest. The sustainable forest management is considered as a balanced forestry that accounts for forests' role as an important system of life support at the Earth and their importance in satisfying the needs of current and future generations in forest and forest services without declining the forest potential for extended reproduction.

Ukraine has the long period experience of intensive forest management and well developed forest science. Almost all Ukrainian forests are of state

property and more than half of these were planted. This also defines specific features and needs of current and future forest management.

Sustainable forest management (SFM) is a background of the current paradigm of co-evolution of human and forest and a principally important part of integral management of land resources at the landscape-ecosystem basis. The UN Conference on Sustainable Development that took place in Rio-de-Janeiro in June 2012 (Rio+20), again pointed out needs of rapid transition to SFM and particular importance of this process under global climate change (Rio+20, 2012]. World experiences show that transition to SFM is long and very complicated process because requires, *inter alia*, (1) substantial economic and social efforts; (2) implementation of science-based system of nature use and availability of effective forest policy which would be also oriented for future problems and needs; (3) developed civil society; and (4) high level of moral consciousness and education of population (Shvidenko et al., 2005). With this respect, the situation in Ukraine is very complicated because the role of forests in protection of agricultural land, the impacts of forest cover on health of the population and environment are so important that solutions of forest problems cannot be limited by only considerations within the forest sector.

Historically, forests were mostly apprehended as a source of supply of wood and other forest products. Multi-service use of forest is a fundamental feature of current forest management. Forest provides numerous provisional (resource) services; presents living space for more than half of known-for-today plants and animals; serves as a major natural defender of water and soil; is a major tool for maintenance of the global biogeochemical cycles (carbon, nitrogen, hydrological cycles); provides important social (ecotourism, recreation etc.), cultural, historical and spiritual services. One of the most complete classifications of forest services accounts for about 100 different groups of services of forest ecosystems which are combined in 4 classes – ecological, economic and ecological, landscape- stabilizing and row material classes (Sheingauz, Sapozhnikov, 1983). While forests supply today more than 5000 different products, the biospheric and ecological groups of forest services become the most important. It is expected that global climate change will provide substantial, often dramatic impact on both future forests and completeness of realization of diverse forest services which are vitally important for humanity. This puts principally new problems for forestry and forest

management of the country. Forest management was always oriented in future. However, substantially different climates are expected by end of this century. Thus, transition to adaptive forest management on landscape-ecosystem basis is a main strategic feature of current forest management and particularly forest science.

UN General Assembly announced year 2011 an international year of forests, in order to increase understanding of importance of forests for humanity and its wellbeing and, consequently, to point out the role of forests for environment protection and sustainable development.

The European policy of struggle with illegal harvest has been continuing. A new European legislation about regulating the circulation of wood (EU Timber Regulation) was adopted in November 2010 with the putting in operation in March 2013. A number of voluntary partner agreements were also concluding within the FLEGT process (Forest Law Enforcement, Governance and Trade). All these documents aim at improving forest governance, strict implementation of legislation in forest relations, fighting with illegal harvest and circulation of wood, criminal and corruption in forest sector.

Investments in research and development of innovative technologies on use of bioenergy are constantly increasing in developed countries following national forest policies on climate change and energy safety.

At the same time, the policy that support the use of renewable sources of energy, particularly use of biomass, increases demand and competition between wood suppliers for industry in countries of intensive forest management and initiate a basis for conflicts in land use.

«Green» construction in the United States is currently an only construction sector of the country that demonstrates relatively stable development during the last recession, and commercial construction within ecologically oriented «Standard of patterns of management in energy and environment» is increasing in spite of on the general crisis in construction. The Department of Agriculture of the USA (USDA) recently announced the strategy of wood supplying as a «green» construction material.

This study that was initiated by the international project «Carbon, Climate and Land Use in Ukraine: Integrated Models of Land Use within the Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative (NEESPI) – Forest Sector, has three major objectives:

– estimation of the current carbon budget and its major components of Ukrainian forests and development of forecast of its dynamics during 2015–2030 in a changing world;

– analysis of relevant strategies of adaptation to, and mitigation of, negative climate change by means of forest management;

– assessment of possible consequences of adaptation and mitigation within the land-use and forestry sector.

These problems have been considered based on two scenarios of most likely ways of development during the next two decades including future trajectories of Ukrainian forests, possible changes in the land-use and expected impacts of climate change on condition and functioning of forest ecosystems. With this respect, objectives of this work included:

– improvement and development of spatially distributed information base on forests and forest management in the country;

– analysis of dynamics of forests and forest management regimes, as well as major drivers of the dynamics as a basis for development of scenarios on condition and functioning of forest and forest industry until 2030s;

– development of a set of models that are necessary for estimation of the biospheric role of Ukrainian forests, particularly for assessment of the impacts of forests on global carbon cycling under expected climate change;

– estimation of major indicators of biological production of forests (live biomass, Net Primary Production);

– development of scenarios of future dynamics of the country's forests until 2030s including expected tendencies in land use/ change of land cover, as well as impacts of forest management and changing environment on conditions and productivity of forests;

– estimation of consequences of possible adaptation of forests to global change and use of forests for mitigation of climate change by impacts on carbon budget of the Ukrainian forests;

– development of recommendations for policy makers.

Evidently that the scenarios of future dynamics of Ukrainian forests should accumulate major political, social, economic and ecological drivers that influence Ukrainian society and economics and, consequently, the current and future state and functioning of forest ecosystems and forest management of the country. Understanding by the society and politicians a deciding importance of the country's forest cover as a tool for providing the satisfactory state of the environment and health of the nation is far from a desirable level. The paradigm

of sustainable forest management within integral land management at the landscape – ecosystem basis is the main feature of today forest management in developed countries under the global climate change. Unfortunately, it was not much done in the country with this respect. The protective role, which forests play at other land cover categories in different bioclimatic zones and landscapes, particularly, agro–forest-amelioration for protection of agricultural land and environment, is exceptionally important. However, the ongoing processes of transition to private property of agricultural land strengthen difficulties of implementation of eco-system land use. In current conditions, forests and trees outside of forests should play a crucial role in rehabilitation of degraded and contaminated landscapes. Implementation of close connections between practice of land- and forest use and carbon management, particularly use of forest biomass for energy production, require improvements of institutional structure of management. Evidently that practical implementation of mentioned above and some other activities is a very difficult and rather uncertain problem, and the scenarios and models, as well the indicators of biological production of the Ukrainian forests could be presented only in an aggregated form.

This research has been provided by an international group leading by the Forestry Program of the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) in collaboration with researches of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine and the State Agency of Forest Resources of Ukraine. Section 4.2.4 was prepared and written together with Dr. D. Movchan (Center for Air and Space Research of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv). Some materials have been presented by the Ukrainian Research Institute of Forest Management and Agro-forest Melioration (Dr. I. Buksha). The authors are grateful to colleagues Ian McCallum, Florian Kraxner, Michael Obersteiner from the International Institute for Applied Systems Analysis and Prof. R. Bun and Dr. M. Lesiv from the Lviv Politechnic University for useful discussions and support of the work.

1. ЛІСИ ТА ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО УКРАЇНИ

1.1. Загальна характеристика українських лісів

На сьогодні Україна є однією з найбільших країн Європи з територією 603550 км^2, на яку припадає 6% площі Європейського субконтиненту. Населення України становить 45,8 млн осіб (станом на 1 січня 2011 р.) і представлене більше ніж 100 національностями та етнічними групами (з яких 73% – українці). Відстань із заходу на схід в Україні сягає 1316 км, з півночі на південь – майже 900 км. Загальна довжина українського кордону – це близько 6500 км, у тому числі 1050 км берегової лінії. Майже 95% поверхні території держави є рівниною з середньою висотою 175 м над рівнем моря. Виокремлюються лише гірські масиви Українських Карпат уздовж західного кордону і Кримських гір на крайньому півдні. Клімат помірно континентальний, за винятком вузької полоси субтропічного клімату на південному узбережжі Криму. Континент-альність клімату зростає із заходу на схід. За особливостями клімату, великих ландшафтних форм, ґрунтів та природної рослинності країна ділиться на п’ять природних зон – Полісся, Лісостеп, Степ, Карпати та Крим. Площа природних зон розподіляється наступним чином: Полісся – 102,1 тис. км^2, Лісостеп – 194,7 тис. км^2; Степ – 224,2 тис. км^2; Карпати – 56,6 тис. км^2; Крим – 26,1 тис. км^2. Ліси ростуть у всіх п’яти природних зонах.

За даними державного обліку лісів 1.01.2011 р. загальна площа земель лісового фонду в Україні становить 10,8 млн га. Вкриті лісовою рослинністю ділянки (включаючи всі різновидності захисних лісових насаджень) охоплюють 9,75 млн га, тобто 15,9% території України, або ж 16,5% якщо лісистість рахувати до площі суші. Лісова площа на душу населення в Україні в середньому у 14 разів менша, ніж у країнах Східної Європи. Хоча Україна посідає 34-е місце в Європі за відношенням площі лісів до загальної території, за загальною площею лісів країна знаходиться на 9-му місці після Росії, Швеції, Фінляндії, Франції, Іспанії, Німеччини, Туреччини та Італії (TBFRA–2000, 2000).

Ліси України розподілені дуже нерівномірно по її території (табл. 1.1, рис 1.1 і 1.2), як наслідок кліматичних умов та антропогенного

впливу протягом тривалого періоду часу. Найбільші території лісів зосереджені у північній та західній частинах країни – на Поліссі (мішані ліси) і в Українських Карпатах. Хвойні ліси охоплюють 42% загальної площі лісів, у тому числі сосна (*Pinus silvestris* L.), що домінує на 32%, та ялина (*Picea abies* Karst.) і ялиця (*Abies alba* Mill.), на які припадає орієнтовно 10% площі лісів. Твердолистяні ліси становлять 43%, з яких дуб черешчатий (*Quercus robur* L.) і бук (*Fagus sylvatica* L.) домінують на 32% загальної площі лісів України. Майже 15% площі лісів – це м'яколистяні породи та чагарники.

Вікова структура деревостанів розподіляється наступним чином: молодняки – 32%, середньовікові – 44, пристиглі – 13, стиглі – 11% (табл. 1.2). Загальний середній вік деревостанів близько 62 років. Штучні насадження становлять понад 50 відсотків від загальної площі. Продуктивність лісів висока. Середній запас на 1 га вкритих лісовою рослинністю ділянок досягає 220 $м^3 \cdot га^{-1}$. В лісах, що належать до сфери управління Державного агентства господарства лісових ресурсів України, середній клас бонітету становить I,6 (у тому числі хвойні I,4, твердолистяні I,8 та м'яколистяні I,7), середній запас (дані станом на 2011 рік) 251 $м^3 \cdot га^{-1}$. Середня зміна запасу (чистий середній приріст) перевищує 4,0 $м^3 \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ і варіює від 5,0 $м^3 \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ у Карпатах до 2,5 $м^3 \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ у зоні Степу. Загальний запас деревини перевищує 1,7 млрд $м^3$. Україна посідає 7-е місце в Європі за величиною запасу насаджень після Росії, Швеції, Франції, Німеччини, Польщі та Фінляндії (TBFRA–2000, 2000).

За період 1950-і – середина 1990-х років площа лісів в Україні збільшилася орієнтовно в 1,5 раза в основному за рахунок виконання масштабних програм розширеного лісовідновлення та лісорозведення. Тим не менше, кількість лісів у деяких зонах (зокрема, в степу) далека від оптимальної з тим, щоб забезпечити успішний захист навколишнього середовища, ґрунту і води.

За своїм призначенням, українські ліси виконують переважно екологічні функції (захист вод і ґрунтів, санітарно-гігієнічні, рекреаційні функції тощо) і мають істотне економічне значення. Відповідно до діючого Лісового кодексу (2006), ліси можуть знаходитися в державній, комунальній та приватній власності, але практично всі вони (понад 99%) перебувають у державній власності.

Таблиця 1.1

Територія та лісистість адміністративно-територіальних одиниць України станом на 1.01.2011 р.

Адміністративно-територіальна одиниця	Загальна територія, тис. га	У тому числі площа суші, тис. га	Площа вкритих лісовою рослинністю ділянок, тис. га	Лісистість,%			Оптимальна лісистість[1],%
				за загальною площею на		за площею суші на	
				01.01.02	01.01.11	01.01.11	
АР Крим	2608,1	2391,5	278,7	10,6	10,7	11,7	19
Вінницька	2649,2	2606,2	346,5	13,3	13,1	13,3	16
Волинська	2014,4	1969,2	624,6	31,2	31,0	31,7	37
Дніпропетровська	3192,3	3035,8	179,2	4,8	5,6	5,9	8
Донецька	2651,7	2610,1	184,1	7,0	6,9	7,1	12
Житомирська	2982,7	2934,4	1001,6	33,0	33,6	34,1	37
Закарпатська	1275,3	1257,1	656,7	51,2	51,5	52,2	55
Запорізька	2718,3	2542,8	101,0	3,9	3,7	4,0	5
Івано-Франківська	1392,7	1369,3	571,0	41,4	41,0	41,7	49
Київська	2812,1	2638,3	624,1	21,4	22,2	23,7	23
Кіровоградська	2458,8	2383,4	164,5	6,5	6,7	6,9	11
Луганська	2668,3	2646,4	292,4	10,6	11,0	11,1	16
Львівська	2183,1	2140,6	621,2	28,7	28,5	29,0	30
Миколаївська	2458,5	2331,0	98,2	3,9	4,0	4,2	7
Одеська	3331,3	3118,2	203,9	5,9	6,1	6,5	9
Полтавська	2875,0	2726,6	247,4	8,2	8,6	9,1	15
Рівненська	2005,1	1962,9	729,3	36,5	36,4	37,2	40

Продовження табл. 1.1

Адміністративно-територіальна одиниця	Загальна територія, тис. га	У тому числі площа суші, тис. га	Площа вкритих лісовою рослинністю ділянок, тис. га	Лісистість,%			Оптимальна лісистість[1],%
				за загальною площею на		за площею суші на	
				01.01.02	01.01.11	01.01.11	
Сумська	2383,2	2352,6	425,0	16,9	17,8	18,1	21
Тернопільська	1382,4	1363,1	183,2	13,9	13,3	13,4	20
Харківська	3141,8	3081,9	378,3	11,9	12,0	12,3	15
Херсонська	2846,1	2412,9	116,3	4,7	4,1	4,8	8
Хмельницька	2062,9	2023,3	265,1	12,7	12,9	13,1	17
Черкаська	2091,6	1955,2	315,1	15,3	15,1	16,1	16
Чернівецька	809,6	791,1	236,7	29,4	29,2	29,9	33
Чернігівська	3190,3	3122,8	665,7	20,6	20,9	21,3	23
м. Київ	83,6	76,9	31,3	37,4	37,4	40,7	-
м. Севастополь	86,4	85,5	32,8	36,0	38,0	38,4	-
Разом	60354,8	57929,1	9573,9	15,7	15,9	16,5	20

[1]Див. обговорення в тексті.

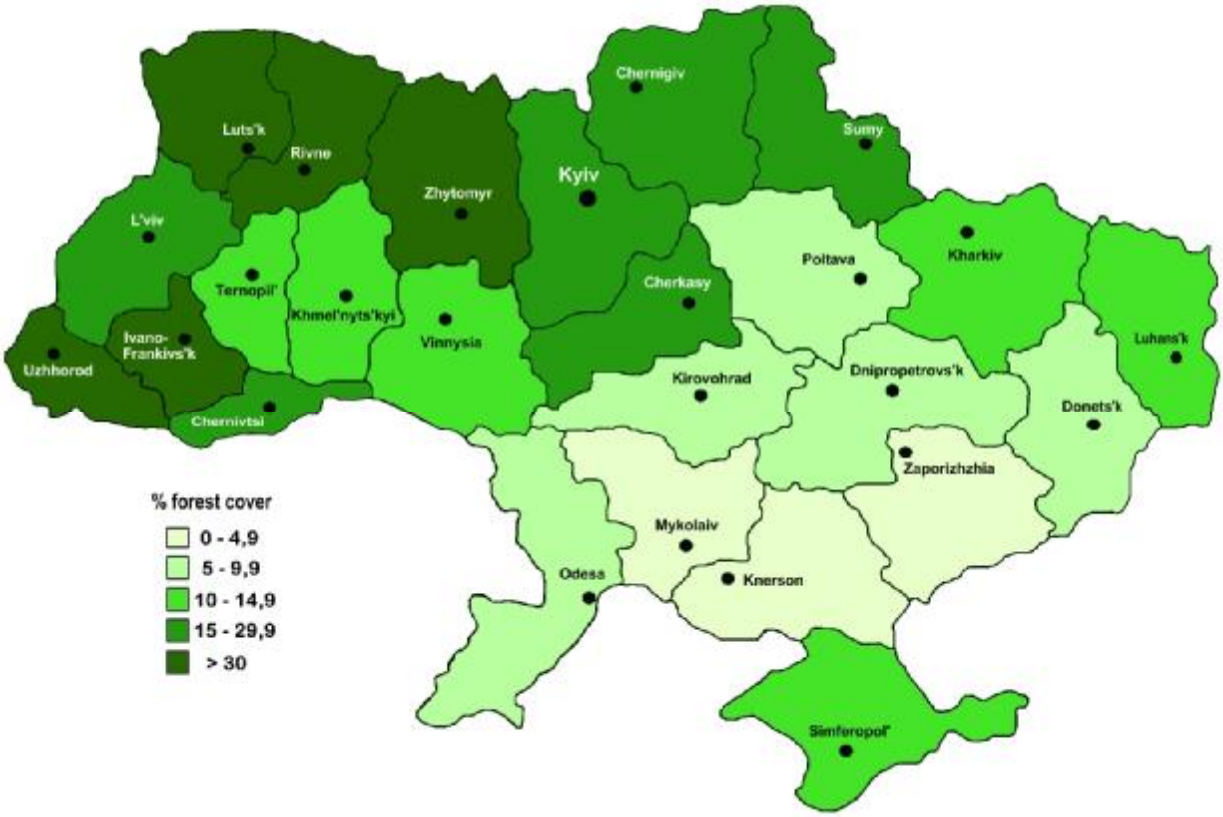


Рис. 1.1. Лісистість областей України

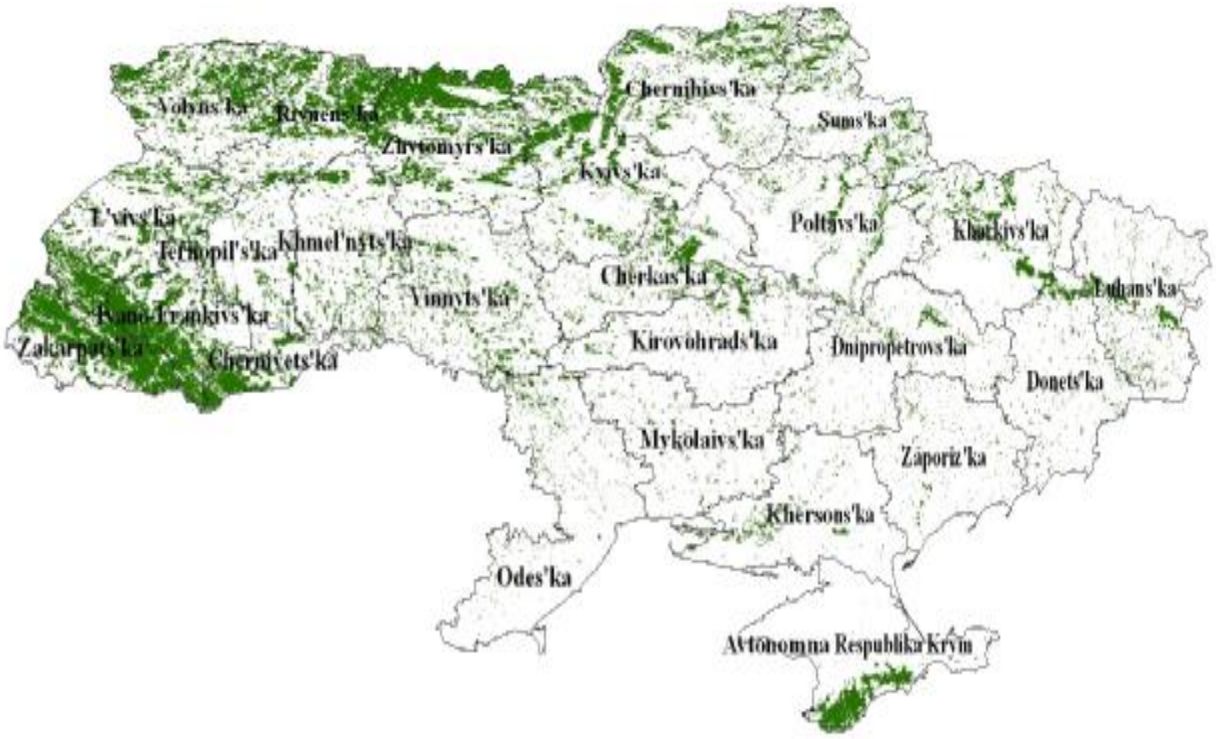


Рис. 1.2. Карта лісів України (створена в IIASA на основі наявних картографічних даних)

За підсумками Державного обліку лісів за станом на 1.01.2011 року більша частина лісів (як за площею лісового фонду, так і за площею вкритих лісовою рослинністю ділянок) знаходиться у підпорядкуванні Державного агентства лісових ресурсів України – відповідно 6840 і 6294 тис. га. Органам місцевого самоврядування (ліси державної власності) підпорядковано 13% загальної площі лісового фонду. Під юрисдикцією інших міністерств і відомств знаходиться відносно невелика частка лісів – Міністерство аграрної політики та продовольства – 5% (566 тис. га), Міністерство оборони – 2% (174 тис. га), Міністерству з надзвичайних ситуацій – 2% (218 тис. га), Міністерство екології та природних ресурсів – 2% (164 тис. га). На решту користувачів припадає близько 3%, що становить 347 тис. га). Значна площа лісів (777 тис. га) знаходиться на землях запасу, тобто не мають реального господаря.

За категоріями функціонального призначення площа лісів розподіляється наступним чином:

– ліси природоохоронного, наукового, історико-культурного призначення – 1 440 тис. га (14%);

– рекреаційно-оздоровчі ліси – 1 586 тис. га (15%);

– захисні ліси – 3 416 тис. га (33%);

– експлуатаційні ліси – 3 937 тис. га (38%).

Рівень ведення лісового господарства та наявність достовірної і незастарілої інформації про ліси різних лісокористувачів дуже різняться. Система неперервного лісовпорядкування впроваджена в лісах Державного агентства лісових ресурсів України (ДАЛРУ) і за останні 20 років відносно об’єктивна зведена інформація про ці ліси була оприлюднена за станом на 1 січня 1988, 1996, 2002 і 2011 років. Значна частина даних про ліси інших лісокористувачів суттєво застаріла, неповна і не відповідає сучасному стану лісів. Наявні значні розбіжності в площах лісів за даними Державного обліку лісів та Державного земельного кадастру, що свідчить про різне тлумачення як поняття лісу, так і інших категорій земельного покриву. На дату останнього обліку лісів таксаційні бази даних відсутні на 1 172 тис. га земель вкритих лісовою рослинністю ділянок, головним чином у степових областях. Не проводилась інвентаризація полезахисних лісових смуг, лісів на землях запасу та лісів у захисних смугах уздовж залізниць та автомобільних доріг.

У таблиці 1.1 наведені дані фактичної та оптимальної лісистості адміністративних регіонів України. Середнє значення показника «оптимальної лісистості» за областями не повинно переоцінюватися. Це поняття не має точної чисельної дефініції. Як правило, під згаданим терміном розуміється така лісистість, яка при відповідному розміщенні по території ландшафту забезпечує найбільш сприятливий вплив лісу на довкілля, ефективно виконує різноманітні функції та забезпечує заготівлю максимально можливої кількості деревини. Очевидно, що перерахований вище набір лісових функцій, в яких зацікавлені інституції та особи – учасники лісових відносин, включає конфліктні, а також безпосередньо взаємно виключні функції. Сам термін «оптимальна лісистість» мав би зміст тільки за умови наявності цільової функції, яка оптимізується, Такі функції, наскільки нам відомо, для ландшафтів України не розроблялися. Зрозуміло також, що раціональне і ефективне розміщення лісів по території ландшафту є визначальним для повноти використання лісами захисних функцій. Тому тільки один деякий рівень лісистості для адміністративного району не може бути універсальним показником цільової площі лісів, а потребує більш детальних характеристик індивідуальних ландшафтів, структури їх рослинного покриву і т. п., на що вказувалося неодноразово (наприклад, Попков, Савущик, 2009). Тому будь-які розрахунки і прогнози на основі «оптимальної» лісистості можуть розглядатися лише як деяке грубе наближення, для повноцінної реалізації якого потрібна додаткова інформація. Сюди відноситься насамперед просторове розміщення і стан всіх земельних категорій ландшафту, можливість вибору доцільних і доступних ділянок для лісорозведення та наявність системи подальшого лісоуправління створеними лісовими компонентами. В цілому повинно йтися про деяку «критичну» або «доцільну» лісистість у межах індивідуальних ландшафтів, обмежених природними границями, враховуючи також інші зональні захисні елементи, такі як «дерева поза лісом», непорушені корінні степові або болотні ценози тощо.

Особливо охоронні території становлять 4,7% території країни, із загальної площі яких майже 50% припадає на ліси. Станом на 1 січня 2006 р., 2980 територій і об’єктів природно-заповідного фонду знаходилися на площі понад 1 млн га (14% від загальної площі

лісового фонду). Високий рівень «екологізації» лісового покриву в Україні пояснюється як недостатньою кількістю лісів у більшій частині країни, так і незадовільною екологічною ситуацією в багатьох регіонах. Необхідність поліпшення екологічної ситуації настільки велика, що Верховна Рада України в 1992 році проголосила всю територію країни зоною екологічного лиха.

Разом із тим, фактичний рівень захисту особливо захисних лісових територій не завжди задовільний як стосовно захисту від нелегальних рубок, так і проведення безпідставних видів господарської діяльності (інтенсивні «санітарні» рубки тощо).

Стан українських земель потребує істотних поліпшень. Якість сільськогосподарських угідь, на які припадає 68,9% від загальної площі земельного фонду, історично вважалися найкращими в світі (68% орних земель представлені знаменитими українськими чорноземами). Однак протягом останніх десятиліть стан сільськогосподарських земель поступово та неухильно погіршується. Частка розораних земель становить 53,8% від загальної площі земель і близько 76% для всіх сільськогосподарських земель. Це найвищий показник у світі. У США, наприклад, на розорані землі припадає лише 15,8% усієї території, а в розвинених країнах Європи їхня частка не перевищує 32%, тоді як у степових районах України – Херсонська, Черкаська, Кіровоградська і Запорізька області – розорані землі складають 85–90%.

На думку експертів, «…першим загальнодержавним кроком, без якого за жодних умов не можна досягти екологічної рівноваги не тільки в Південному Степу, а й на всій території України, потрібно різко скоротити розораність сільгоспугідь, із доведенням її до науково обґрунтованої величини» (Фурдичко та ін., 2006, с. 449). Дослідження Інституту ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського показали, що оптимальна частка орних земель має становити: для Полісся – 15–25% від загальної площі, в Лісостепу і Північному Степу – 40–45%, Південному Степу – 35–40%, Сухому Степу – 25–35%. Згідно з цими оцінками, загальна площа орних земель повинна бути зменшена в Україні майже на 10 млн га (Медвєдєв, Лактіонова, 1998).

Таблиця 1.2

Розподіл площі вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок та їх запасів за панівними породами та групами віку

(для лісів, що знаходяться у підпорядкуванні Державного агентства лісових ресурсів України за даними обліку на 1.01.2011 року)

Групи лісотвірних порід	Вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки, тис. га					Запас, тис. м^3					Загальна середня зміна запасу, тис. м^3	Середній вік, років	Середній запас на 1 га, м^3
	усього	у тому числі за групами віку				усього	у тому числі за групами віку						
		молодняки	середньовікові	пристиглі	стиглі і перестиглі		молодняки	середньовікові	пристиглі	стиглі і перестиглі			
Усього у ДАЛРУ	6293548,2	1066039,9	2989138	1063275,8	1175094,5	1512413,99	87667,63	795333,58	330357,76	299055,02	24624,75	62	240
у т.ч.:													
Хвойні	2748565,8	623394	1262928,3	562848,3	299395,2	760657,61	56679,33	393682,45	202511,62	107784,21	13037,36	58	277
з них:													
сосна	2179040,9	485811,8	1038654	469927,9	184647,2	577029,38	43418,72	307948,52	165694,06	59968,08	10123,32	57	265
ялина	458564,2	93084	196379,4	77135,7	91965,1	153982,31	9567,35	75174,56	30667,27	38583,13	2405,97	64	336
Твердолистяні	2762654,3	332470,9	1417279,9	363517,1	649386,4	623107,53	26449,43	357390,81	99842,36	139424,93	8733,88	71	226
з них:													
дуб високостовбурний	1411101	219028,2	971125,7	150439	70508,1	315952,14	16739,29	234805,58	44033,41	20373,86	4646,36	68	224
дуб низькостовбурний	318532,7	1034,1	68762,5	45983,9	202752,2	47478,84	26,32	7901,26	7447,9	32103,36	579,01	82	149
бук	559010,4	59557,9	289606,1	88465,6	121380,8	183511,69	5601,56	102697,09	32695,01	42518,03	2085,36	88	328

Продовження табл. 1.2

Групи лісотвірних порід	Вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки, тис. га					Запас, тис. м^3					Загальна середня зміна запасу, тис. м^3	Середній вік, років	Середній запас на 1 га, м^3
	усього	у тому числі за групами віку				усього	у тому числі за групами віку						
		молодняки	середньовікові	пристиглі	стиглі і перестиглі		молодняки	середньовікові	пристиглі	стиглі і перестиглі			
М'яколистяні	739434	105393,1	296650,8	129519,2	207870,9	126452,13	4363,03	43628,7	27620,34	50840,06	2812,44	45	171
з них:													
береза	357053,8	61101,5	152700,6	63039	80212,7	54523,13	2492	20620,02	12891,28	18519,83	1267,98	43	153
осика	35952,8	7155,8	5167,5	4962,9	18666,6	7696,35	490,98	784,29	1073,85	5347,23	183,25	42	214
вільха	275812,5	34826,5	122291,7	56261,8	62432,5	48699,29	1323,54	19217,65	12417,98	15740,12	1058,68	46	177
Інші деревні породи	26900,5	3022,1	9189,1	5005,4	9683,9	1931,97	160,56	583,76	342,47	845,18	29,83	60	72
Чагарники	15993,6	1759,8	3089,9	5385,8	8758,1	264,75	15,28	47,86	40,97	160,64	11,24	48	17

Офіційні оцінки свідчать про розвиток небувалих і щороку прогресуючих процесів деградації ґрунтів країни внаслідок надмірної розораності, дефіцитного балансу біогенних елементів, недостатнього внесення органічних та мінеральних добрив, ерозійних процесів, забруднення тощо (МЕПР, 2011). За їхніми оцінками, за останні 130 років, із часів В. В. Докучаєва, втрати гумусу досягли 22% у лісостеповій, 19,5% у степовій і 19% у Поліській зонах України (МЕПР, 2011). У проміжку часу між 1961 і 1981 роками, вміст гумусу в ґрунтах України знизився від 3,5 до 3,2%. Загальна площа сільськогосподарських угідь, що вражені водною ерозією, становить 13,4 млн га, в тому числі 10,6 млн га орних земель (32% від загальної площі сільськогосподарських угідь), а територія еродованих і змитих земель зросла за останні 25 років на чверть. Дефляція землі присутня на 54,2% площі сільськогосподарських земель, кислі ґрунти, землі з високою концентрацією солей і сильно засолені землі становлять 41,9%. Для двох третин площі ріллі (22 млн га) характерне переущільнення ґрунтів. На 18% земель відбувається інтенсивний процес формування ярів, а площа еродованих земель, за оцінками 1996 року, щорічно збільшується на 80–100 тис. га (МОЗСРБ, 1992–1997; МЕПР, 2011). Щороку 4 млн т родючого шару ґрунту змивається, а збитки сільського господарства від ерозії оцінюються в 8 млн євро (Генсірук, Нижник, 1995). Nijnik et al. (2012) показали, що рівень ерозії (відсоток еродованих земель) тісно пов’язаний з лісистістю території. Згідно з моделями, розробленими в цитованій роботі, за умови, якщо в ландшафті немає лісів, то частка еродованих земель при системах землеробства останніх десятиріч досягає 79% у Карпатах і 32% у середньому для території всієї країни. На сьогодні в Україні понад 1 млн га зайняті землями без рослинного покриву (кам’янисті місця, піски, яри тощо).

Стан атмосфери та водних ресурсів є незадовільним на значній частині території України. З одного боку, значний спад у промисловому виробництві двох останніх десятиріч призвів до істотного скорочення забруднення атмосферного повітря. У 1990–1995 викиди забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел скоротилися на 3752,1 тис. тонн (або 40%), від транспорту на 71% (показник за 1995 рік – 1796,5 тис. тонн). З іншого боку, рівень забруднення атмосферного повітря в 13 містах Донецько-При-

дніпровського промислового регіону перевищив гранично допустиму концентрацію для багатьох речовин (наприклад, середнє осадження сірки в 1993 р. знаходилося на рівні 3,3 г·$(м^2)^{-1}$).

Україна належить до країн з обмеженими водними ресурсами – річний стік в роки з середнім водозабезпеченням становить 52,4 $км^3$, а враховуючи воду, яка притікає з сусідніх країн – 87,1 $км^3$. Оцінені ресурси підземних вод складають 22,5 $км^3 \cdot рік^{-1}$ (Yatsyk, 2012). Така кількість води не може забезпечити населення і економіку країни водою належної якості в довгостроковій перспективі. Якість води регулярно перевіряється на значній кількості вимірювальних пунктів. Незадовільна очистка муніципальних, індустріальних та інших залишкових вод, зниження природної очисної здатності річкових екосистем ведуть до збільшення забруднення поверхневих та підземних вод. Неефективне використання природних ресурсів, застарілі технології, відсутність або ігнорування законодавства зумовили накопичення великих об'ємів забруднених залишкових вод. Практично всі водні об'єкти відносяться до забруднених і дуже забруднених. Гідробіологічні спостереження, проведені в 59 водоймах, не виявили жодної, яку можна було б кваліфікувати як «чисту» за якістю води. Проблема водопостачання залишається ненадійною на значних територіях промислового півдня країни, а основне джерело води України Дніпро (в якому зосереджено 80% водних ресурсів України), знаходиться в критичному стані. Ситуація погіршується, і уряд України був вимушений розробити Національну програму екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро та поліпшення якості питної води. За оцінками спеціалістів, водні ресурси країни знаходяться в глибокій кризі, яку не можна подолати в короткий час – треба провадити значну реорганізацію національного промислового виробництва і відношення населення до проблеми охорони зовнішнього середовища (Yatsyk, 2012).

Країна стикається зі складними проблемами, що виникли після аварії на Чорнобильській АЕС, наслідки якої вплинули або можуть вплинути на життя 35 мільйонів людей. Викид близько 50 мільйонів кюрі техногенних радіонуклідів (цезій–137+139, стронцій та плутоній) зумовив радіоактивне зараження (за винятком 30-кілометрової зони високого забруднення навколо станції) на більше ніж 42 тис. $км^2$ (6,8% від загальної площі земель країни) з населенням

2,42 млн чоловік, у тому числі понад півмільйона дітей. Зона обов'язкового відселення охопила 92 міста і села, зона гарантованого добровільного відселення – 835, а в зоні підвищеного радіоекологічного контролю знаходиться 1288 міст і сіл.

На даний час зона радіоактивного забруднення охоплює близько 3,5 млн га лісів, у тому числі 147 тис. га виведені з господарського обігу (рівень забруднення тут перевищує 15 Кі·$(км^2)^{-1}$). Із загальної площі забруднених лісів 39% має щільність забруднення цезієм–137 вище 1 Кі·$(км^2)^{-1}$, де лісогосподарська діяльність є обмеженою. Найбільші площі радіоактивно забруднених територій знаходяться у Житомирській (60%), Київській (52,2%) та Рівненській (56,2%) областях. Частка забруднених лісів наявна у Волинській, Чернігівській, Черкаській, Сумській та Вінницькій областях – близько 20%. Загалом 52 державних лісогосподарських підприємств працюють в умовах радіоактивного забруднення. Площа лісових територій, де раніше збиралися недеревні лісові продукти (харчові та лікарські), знизилася на 1,5 млн га, а середній річний врожай екологічно чистих недеревних продуктів – більше ніж на 40%. Заготівля грибів та ягід забороняється в Поліській зоні Рівненської, Житомирської, Київської, Чернігівської та Сумської областей. Крім того, заготівля деревини повністю заборонена на площі 40,8 тис. га і обмежена на площі 101,5 тис. га. За оцінками радіологічного обстеження Міністерства аграрної політики України (1996), площа забруднених сільськогосподарських територій перевищує понад 7 млн га.

Через наявність властивості абсорбувати радіонукліди та включати їх в біологічний кругообіг, лісові екосистеми слугують високоефективним біогеохімічним бар'єром, що відіграє важливу роль у регулюванні накопичення та міграції радіоактивних речовин на територіях, що постраждали від аварії. В той же час, ліс акумулював 80% радіонуклідів Чорнобильської аварії. Тому забруднені лісові території є стійким джерелом радіаційних випромінювань, які також потребують догляду та охорони (Ипатьев, 1999).

Проблема промислових відходів (тільки в Донецько-Придніпровському промисловому регіоні накопичено понад 10 мільярдів тонн) і, зокрема, радіоактивних відходів, залишається дуже гострою. На додаток до Чорнобиля наявні близько ста тисяч відкритих і закритих джерел радіоактивності. Понад 70 млн $м^3$ радіоактивних

речовин трапляються у відвалах і хвостосховищах підприємств з видобутку урану та інших руд. Загалом кількість відходів в Україні з розрахунку на квадратний кілометр в 6,5 раза вища, ніж у США і 3,5 – ніж у Європі (Петросюк, 1995). Рівень переробки промислових відходів в Україні не перевищує 12–15%, тоді як у розвинутих індустріальних країнах світу він досягає 70–80% (Мычак, Филиппович, 2012).

Забруднення навколишнього середовища, викликане різними хімічними та радіоактивними речовинами має високий синергізм, який ставить під загрозу здоров'я нації в цілому. Це одна з головних соціальних проблем в Україні. За останні п'ять років спостерігається зростання частоти ураження крові, виникнення онкологічних захворювань, вроджених патологій у дітей та інші захворювання (наприклад, МОЗСРБ 1992–1996, МОЗУ, 2011). На фоні вкрай негативної демографічної динаміки – населення України за 20 років (1991–2011) зменшилося на 6,1 млн осіб, середня тривалість життя дещо збільшується – в 1996 році вона була 68 років, а в 2010 році – 69,8 років, але ж у 2010 році за цим показником Україна знаходилася на 98 місці в світі. Сучасний рівень захворювань досягнув 72,3 тис. осіб на 100 тис. населення, а рівень смертності в країні (15–16%) перевищує такий в європейських країнах у 10 разів. За 1991 р. цей розрив становив «тільки» 3,5 раза.

У нинішніх умовах, коли в короткий період часу є неможливим ні оновлення сільськогосподарського машинного парку, ні суттєве покращення сільськогосподарських угідь незадовільної якості, ліси і лісові смуги залишаються практично єдиним надійним способом захисту ґрунтів від ерозії та агроландшафтів від деградації. За останні 20 років площа захисних лісів збільшилась у два рази в основному за рахунок лісів, які раніше перебували у промисловій експлуатації.

Історично, деякі регіони України мають унікальні приклади успішної боротьби з ерозією ґрунту і вражаючі результати у поліпшенні природних ландшафтів шляхом розширеного заліснення в складних кліматичних умовах степової зони. Наприклад, майже дві сотні тисяч гектарів були заліснені на дюнних пісках у нижній течії річки Дніпро, а також уздовж Сіверського Дінця, каналу Дніпро-Донбас та інших місцях протягом 1950-х – середини 1980-х років. Майже для 4 тисяч сільськогосподарських підприємств були створені

закінчені системи полезахисних лісосмуг. Близько 1,6 млн га охоронних лісів ростуть на землях сільськогосподарських підприємств, у тому числі 150 тис. гектарів лісових смуг по берегах малих річок та 440 тисяч гектарів полезахисних лісових смуг, що захищають 13 млн га орних земель. Цілеспрямований господарчий вплив на згадані захисні елементи не здійснюється.

Більш-менш надійної повної інформації про сучасний стан захисних лісових насаджень немає. Обстеження полезахисних лісових смуг у зоні Південного Степу, проведене на початку цього сторіччя, зумовило висновок, що сучасний стан захисних лісових насаджень в Степу не дозволяє їм задовільно виконувати своє призначення (Фурдичко та ін., 2006). Так, смуг оптимального складу, які мають максимальну висоту, повністю відповідають призначенню за станом, конструкцією і меліоративними властивостями, було виявлено 1,9%; їх абсолютна більшість перебуває поза системним впливом. Смуги доброї якості становлять 20,4%, але з великою різницею залежно від якості умов місцезростання (від 8,8% у жорстких умовах до 28,9% у більш сприятливих). Понад половину (52,0%) всіх смуг було оцінено як задовільної якості, але єдиним критерієм цього стала доцільність їх подальшого існування для захисту сільгоспугідь. У найбільш жорсткому за кліматичними умовами II агролісомеліоративному районі 54,5% площі лісосмуг оцінено як розсадник бур'янів та шкідників сільськогосподарських угідь. Як висновок цього обстеження, 36% лісосмуг потребують заміни, 27% – рубок догляду, 26% – санітарних рубок (Фурдичко та ін., 2006).

За недавніми оцінками тільки 11% всієї української території мають сприятливі екологічні умови, 18 – задовільні, 22% – конфліктну ситуацію, 25 – передкризову, 24% – ситуацію кризового стану (Юхновський, 2003).

Наведений вище короткий перелік характерних рис стану зовнішнього середовища, рослинного світу та антропогенної трансформації біосфери вимальовує чітку картину глибокої екологічної кризи та термінової необхідності системної реабілітації природних ландшафтів в Україні. Ліси та лісове господарство є одним із найголовніших знарядь такої реабілітації. Разом із тим, при розбудові такої системи потрібно врахувати специфічні особливості

лісового покриву і лісового господарства країни, які коротко можуть бути сформульовані наступним чином:

– низький середній рівень лісистості, істотні відмінності лісистості та умов зростання деревостанів у різних природних зонах, що визначає специфіку регіонального управління лісами, обсяги потрібних робіт та напрями реабілітації й оптимізації структури природних ландшафтів;

– переважання екологічних і соціальних послуг лісу і висока частка лісів (~50%) з обмеженим режимом заготівель деревини;

– значні території заповідних лісів (13,7%) зі стабільною тенденцією до зростання, що потребує постійного удосконалення взаємовідношень людини і природи в межах цієї особливої лісової формації;

– історично сформована ситуація із закріпленням лісів за численними постійними лісокористувачами (понад 50 міністерств, відомств та установ мають ліси у постійному користуванні);

– значні площі лісів знаходяться в зоні радіоактивного забруднення; на жаль, проблема ведення раціонального лісового господарства на таких територіях далека від задовільного розв'язання, особливо стосовно впровадження спеціальних режимів господарювання і забезпечення необхідними машинами та обладнанням;

– більшою мірою, ніж інші, штучні ліси, які становлять понад половину лісової території (50,8% у 2002 році та 51,5% у 2011 році на землях Державного агентства лісових ресурсів України (ДАЛРУ, 2012)), потребують посиленого догляду та розробки спеціальних програм їх адаптації до кліматичних змін;

– понад 0,5 млн га лісів, що знаходяться на землях запасу, мають незадовільний стан (страждають від незаконних рубок, не захищені від пожеж, спалахів розмноження шкідливих комах і хвороб лісу тощо);

– невизначеним залишається законодавчий стан понад 400 тис. га полезахисних лісових смуг, які захищають близько 13 млн га орних земель; практична ліквідація контролю, відсутність науково обґрунтованого догляду за ними та їхнього реабілітації створюють небезпеку погіршення їх стану і часткового знищення;

– погіршення рівня ведення лісового господарства та контролю за охороною і збереженням лісів в умовах корінних політичних і економічних змін у країні та ростучих загроз світових економічних флуктуацій і криз.

1.2. Динаміка лісистості

Згідно з історичними оцінками, площа лісів в Україні скоротилося орієнтовно у три рази за останні 500 років (Генсирук, 1992). За різними експертними реконструкціями минулого, на початку другого тисячоліття лісом було вкрито 25–27 млн га (Генсірук, Нижник, 1995; Бунь та ін., 2004), або ж близько 40–50% української території (табл. 1.3). Подібно більшості європейських країн, соціальний та економічний розвиток України відбувався шляхом надмірного вилучення відновлюваних природних ресурсів, нерегульованої і виснажливої трансформації корінних типів рослинності. Це привело до скорочення лісового покриву десь у 3 рази, заміни корінних лісів похідними, значному спрощенню вікової та породної структури лісів, зниженню їх продуктивності та життєздатності (Генсирук, 1992). Середня частка лісистості оцінюється у 16,2% у 1796 році, 14,2% у 1861 році, 10,7% у 1887 році і 9,8% у 1914 (Цветков, 1957) у 1946, 1951 і 1956 роках лісистість становила 11,4%, 12,0% і 12,8% відповідно (Нормативно-справочные…, 1987).

Таблиця 1.3

Зміна лісистості території України протягом останніх 1000 років

Зона	Лісистість (до загальної земельної площі,%)			
	X – XI століття[1]	1990 р.	критична[2]	сучасна частка лісів від загальної площі лісових земель
Полісся	70	26,1	36–37	37
Лісостеп	50	13,0	16–17	29
Степ	15	3,5	7–8	11[3]
Карпати	70	40,2	50–63	20
Крим	14	10,0	12–13	3
Усього	40	14,3	20–22	100

[1] Історичні експертні оцінки.

[2] Відносно критичної (або оптимальної) лісистості (визначена як мінімальна частка лісових площ, які при раціональному розподілі по території забезпечують стійкий розвиток природних ландшафтів (запобігають їх пошкодженню і деградації) в рамках існуючого рівня антропогенного впливу див. пояснення в тексті. Джерело даних – Нормативно справочные… (1987).

[3] З урахуванням степових площ у Криму.

Новітня історія динаміки площі лісів України суперечлива. Перед 1940-ми роками площа земель вкритих лісовою рослинністю ділянок досягла мінімуму – близько 1,9 млн га. Приєднання Західної України перед Другою світовою війною значно збільшило площу лісів – до 4,4 млн га, що підвищило середню лісистість до 10,2%. Хоча перші післявоєнні роки ознаменувалися значними перерубами, особливо в Карпатах, наступні чотири десятиріччя були періодом реалізації інтенсивних програм лісовідновлення і лісорозведення, що призвело до збільшення площі лісів у країні орієнтовно в 1,5 раза. Динаміка лісів у країні в 1961–2011 рр. наведена в табл. 1.4, а лісів, підпорядкованих Державному агентству лісових ресурсів України в 1940–2011 рр. – у додатку 1.

Таблиця 1.4

Динаміка лісових ресурсів в Україні у 1961–2011 роках

Показник	Дані за роками								
	1961	1966	1973	1978	1983	1988	1996	2002	2011
Лісові площі, тис. га	7131	7771	8457	8261	8558	8620	9400	9491	9510
У т. ч. включені у розрахунок головного користування	3368	3417	4448	4438	4331	4312	5680	3697	3676
Штучні насадження, тис. га	д.в.	д.в.	3706	2685	2832	3885	4715	4843	4945
Запас, млн $м^3$	733	738	968	1026	1240	1320	1736	1765	2102
У т. ч. включені у розрахунок головного користування	421	398	613	627	711	731	849	856	903
Середній запас, $м^3 \cdot га^{-1}$	103	95	115	124	145	153	185	186	220
Лісовідновлення в цілому за 5-річний період, тис. га	771	415	283	260	238	221	181	155	377
У т.ч. штучні насадження	722	385	262	240	219	209	164	140	251
Лісорозведення, тис. га	168	191	199	136	77	85	61	43	23

Зауваження: 1. Площа та запас лісів, включених у розрахунок головного користування надані для лісових земель, що знаходяться у підпорядкуванні підприємств Державного агенство лісових ресурсів України. 2. Дані взяті зі статистичного щорічника за 2011 р., звітів Держлісагентства України, матеріалів Державного обліку лісів за 2002 та 2011 роки.

За даними з табл. 1.4, площі вкритих лісовою рослинністю ділянок і запаси деревини у країні збільшувалися в основному за рахунок значних територій штучно створених насаджень (табл. 1.5). Найбільші площі штучних насаджень були створені в 1960–1990 роках. Разом із тим, у цей час відбулося і значне збільшення площ орних земель. Практика землекористування була екстенсивною (великі території розораних земель; використання важкої техніки; недостатня кількість добрив). Усе це разом привело до істотного зниження якості сільськогосподарських земель.

Таблиця 1.5

Площа лісовідновлення та вирубування лісу в Україні у 1995–2010 рр.

Показник	За роками, тис. га											
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2010
Площа лісовідновлення	46,5	44,8	40,0	33,8	34,7	35,3	39,1	42,0	41,9	45,7	49,0	56,1
Площа лісозаготівель	25,4	28,1	27,9	28,5	27,8	27,9	27,9	29,6	33,1	35,9	38,2	29,1

Згідно з офіційними даними Державного агентства лісових ресурсів України (2007), коефіцієнт лісовідновлення в Україні залишається досить високим (94%), тоді як лісорозведення, головним чином на еродованих і непродуктивних сільськогосподарських землях, останніми роками проводиться на площі 7 тис. га, садіння полезахисних лісових смуг на площі 1,1 тис. га. Ці площі набагато менші за необхіді.

Лісові пожежі та біотичні пошкодження є основними природними порушеннями в лісах України (табл. 1.6).

За останні тридцять років середня річна кількість лісових пожеж зросла в 2,6 раза, хоча загальна площа пожеж на лісових землях була найвищою в першому десятиріччі цього століття: 1673 пожежі і 1176 га у 1980-ті; 3917 і 3962 га у 1990-ті; 4743 та 4367 га у 2000–2010 роки (Zibtsev, 2010). Типовим явищем пожежних режимів останнього часу стала наявність років із підвищеною пожежною

Таблиця 1.6

Лісові пожежі та біотичні пошкодження в лісах України

Показник	Одиниця виміру	Рік								
		1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Кількість лісових пожеж	шт.	2714	3758	3696	4223	3842	6100	4042	7036	3240
Площа лісових земель, пройдених пожежами	тис. га	2,4	3,5	1,6	2,3	4,3	13,8	5,5	6,3	3,7
Площа осередків шкідників і хвороб лісу	тис. га	343,5	420,5	443,7	602,6	542,1	492,6	496,6	546,5	557,4
Загибель лісових насаджень	га	4020	7468	8908	12085	12795	29897	18242	13469	20864
У т.ч. від пошкоджень шкідниками	га	48	536	388	860	1129	821	926	1146	1295
У т.ч. від хвороб	га	323	252	1278	3294	4329	2793	3883	3628	5632
У т.ч. від несприятливих погодних умов	га	2024	3484	6421	6064	5249	15272	9166	5443	10113
У т.ч. від лісових пожеж	га	1157	2031	696	1437	1864	10955	3819	2727	3127
Згоріло і пошкоджено лісової продукції	тис. $м^3$	в.д.	в.д.	в.д.	32,2	60,2	1308,2	402,8	226,6	344,5

Джерело: Статистичний щорічник України, 2007, 2011 рр.

небезпекою (1997, 2007 роки). В основному, найбільш вразливими є соснові насадження, особливо створені лісові монокультури в південній частині України.

Так, у 2007 році 95% згорілої площі було в степу (Херсонська область) та в Криму. У середньому, інтенсивність пожеж збільшується. Наприклад, якщо в 1980-ті роки частка верхових пожеж була менша ніж 40%, то зараз вона перевищує 50%, особливо на півдні країни.

Основне джерело запалювань (93–96%) – відвідувачі лісу, близько 4% – транспортні засоби та 3% – спалення рослинних залишків на сільськогосподарських землях. У цілому, відносно невелика середня величина пожеж свідчить про досить оперативну боротьбу із загораннями, хоча більш-менш достовірні дані є лише для лісів, що управляються державними органами лісового господарства. Загалом у середині 2000-х років у лісах країни створювалося близько 450 км 30-метрових пожежних бар'єрів, 45–47 тис. км протипожежних розривів шириною 1,4 м, догляд за протипожежними розривами на 250 тис. км тощо. Загальні витрати на протипожежну охорону лісів, що управляються державними органами лісового господарства, досягали 3 мільйони доларів США на рік (22–25 мільйонів гривень) (Zibtsev, 2010). Роки з великою пожежною небезпекою показали значні недоліки в організації захисту лісів від пожеж в Україні.

За останнє десятиріччя суттєво (на 40–50%) збільшилася площа осередків шкідників і хвороб лісу порівняно з даними 1980–2000 років (дані для лісів Державного агентства лісових ресурсів України; ситуація в лісах інших лісокористувачів невідома). Дуже ймовірно, що це збільшення пов'язане з кліматичними аномаліями останніх років. Усе це разом призвело до майже дворазового збільшення площі загиблих насаджень – 19 тис. га в 2006–2010 роках проти 7 тис. га в 1990–2000 рр.

Парадигма сталого управління лісами та лісовим господарством є основною передумовою офіційної політики управління лісовим господарством в країні, як це задекларовано в Лісовому кодексі України (затверджений Верховною Радою України 8 лютого 2006 року, № 3404-IV). Кодекс стверджує державне управління лісами, необхідність покращання багатоцільового лісокористування,

сертифікацію лісів, лісового господарства та лісових ресурсів. Кабінет Міністрів України затвердив «Концепцію реформування та розвитку лісового господарства» (18.04.2006, № 208), яка передбачає збільшення площі лісів, охорону біорізноманіття, невиснажливе і неперервне користування лісом, формування прозорого ринку лісоматеріалів та удосконалення системи управління лісами в країні. Концепція має бути реалізована шляхом виконання Державної програми «Ліси України (2002–2015)», що була затверджена Кабінетом Міністрів 29.04.2002 р., № 581. Разом із тим, останні два десятиріччя були періодом поступового «розмивання» політичного та громадського розуміння ролі лісів в Україні. Це виразилось як у помітному зниженні значущості лісового господарства в бюрократично-адміністративному відношенні (від Міністерства лісового господарства до другорядного агентства), зменшенні частки професіоналів, особливо на верхніх рівнях лісоуправління, обсягів фінансування тощо.

Щоб досягти бажаного рівня лісового господарства, Україна також бере активну участь у різних міжнародних процесах та ініціативах (Міністерська рада з охорони та захисту лісів в Європі, лісова сертифікація, Кіотський протокол і т. п.), і ці процеси розвиваються в останні десятиріччя. Було розроблено Національний стандарт з сертифікації лісів (схема Лісової опікунської ради, з англійської Forest Stewardship Council, FSC). Розпочалася сертифікація в 2001 році. За 12 років площа сертифікованих лісів збільшилася до 1488 тис. га, переважно на заході і півночі країни (Закарпатська, Львівська та Чернігівська області). Повністю або частково 34 деревообробних і лісоторговельних підприємств впровадили систему моніторингу за рухом сертифікованої деревини від виробника до споживача. За оцінками експертів, підприємства Держлісагенства України на 70% відповідають вимогам лісової сертифікації. Разом із тим, існують серйозні перешкоди стосовно інтенсивного поширення сертифікації в лісовому секторі України (Кравець, 2013). Впровадження регламенту Європейського Союзу № 995/2010 «Про вступ у дію зобов'язань підприємств, які поставляють на ринок деревину та продукти з неї» з березня 2013 року повинно значно посилити процес сертифікації на підприємствах, які беруть участь у міжнародній торгівлі деревиною та продуктами її переробки.

1.3. Лісова промисловість

Лісовий сектор (лісове господарство, деревообробна та целюлозно-паперова промисловість) у 1997 році постачав 2,0% валового національного доходу країни, 2,2% обсягу промислового виробництва і в ньому були зайняті 5,0% працюючих на виробництві. За останні 15 років ситуація принципово не змінилася.

Деревина є одним з основних лісових промислових продуктів у країні. Останніми роками щорічно заготовлюється близько 15–17 млн м^3 ліквідної деревини (в тому числі підприємства Державного агентства лісових ресурсів України – 12 млн м^3). Обсяг рубок головного користування за останні п’ять років становить 6,5–7,2 млн м^3 (у тому числі на підприємства Державного агентства лісових ресурсів України – майже 85%). Розподіл заготовленої деревини за породами представлений на рис. 1.3. Основні напрями використання деревини після рубок головного користування показані на рис. 1.4.

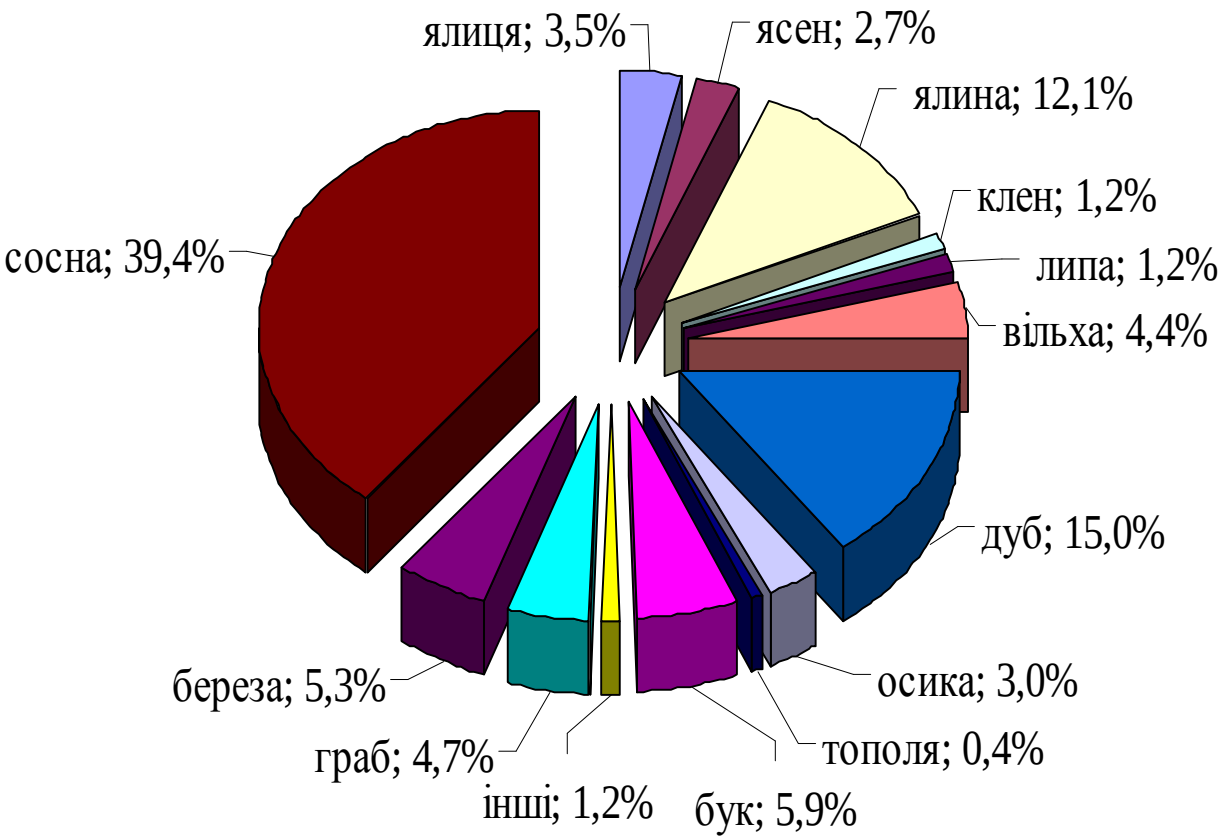


Рис. 1.3. Розподіл заготовленої деревини (головне користування) за породами

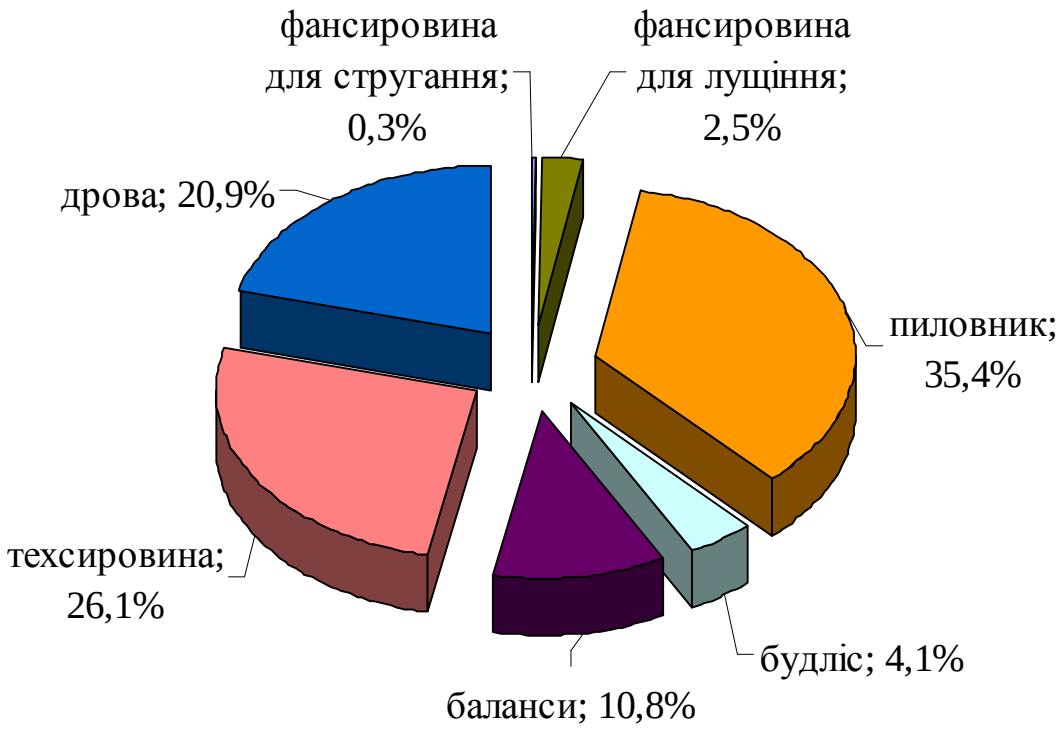


Рис. 1.4. Основні сортименти, що заготовлюються при проведенні рубок головного користування

Лісозаготівлі досить механізовані, хоча недолік наявності новітньої техніки відчувається, особливо в гірських умовах. Трелювання здійснюється колісними трелювальними тракторами ЛТ–157, МТЗ–82L і МТЗ 82,2 (Білорусь), ЛКТ–81 і ЛКТ–120 (Словаччина) тощо. Для рубання дерев використовуються ланцюгові пили (Still, Housquarna, Мотор Січ).

Історично, за радянських часів лісова, деревообробна та целюлозно-паперові промисловості (табл. 1.7) були досить стабільними з точки зору виробництва. У період з 1960-х і до другої половини 1998-х років низка великих підприємств з високими виробничими потужностями були запущені для виробництва плит, панелей, а також для виробництва меблів і обробки деревини.

Протягом останніх десятиліть, до розпаду Радянського Союзу, Україна споживала 30–40 млн $м^3$ деревини, з яких лише 10–12 млн $м^3$ було заготовлено в українських лісах. Потужна деревообробна промисловість була розвинена в північно-західних регіонах країни (наприклад, на Поліссі, в Карпатах). На початку 1990-х років

значна частина лісопереробних потужностей була повністю зруйнована. Разом із тим, кількість заготовленої деревини значно не зменшилася (табл. 1.8). Деяка активізація українського лісопереробного сектору спостерігається впродовж останніх років. Наприклад, протягом цього періоду більше 110 деревообробних підприємств були переобладнані. Виробництво основних видів лісопромислової продукції за останнє десятиріччя наведено в табл. 1.9.

Таблиця 1.7

Виробництво лісопродукції в Україні у 1965–1990 роках

Вид лісопродукції	Одиниця виміру	Рік					
		1965	1970	1975	1980	1985	1990
Пиломатеріали	млн $м^3$	9	10	9	7	8	7
Фанера	тис. $м^3$	156	195	198	173	190	169
ДСП	тис. $м^3$	172	345	745	924	1067	1186
ДВП	млн $м^3$	4	5	25	26	25	36
Целюлоза	тис. т	76	131	134	105	105	104
Деревна маса	тис. т	н.д.	н.д.	72	44	55	45
Папір	тис. т	166	187	235	209	299	369
Панелі	тис. т	263	326	366	348	520	543
Меблі (у порівняльних цінах)	млрд карбованців	0,4	0,6	0,9	1,1	1,5	2,0

Джерело: Національна економіка України (1976, 1981, 1986, 1991 рр.)

Історично склалося так, що заготівля деревини в лісах Державного агентства лісових ресурсів України знаходилася під суворим контролем з боку держави. Деревина в основному поставлялася на внутрішній ринок з метою обробки, будівництва, сільського господарства, вугільної промисловості тощо. Паралельно значна кількість малих деревообробних підприємств, особливо в сільських територіях, виробляли прості вироби з деревини для домашніх потреб, сувенірну продукцію, товари для сільського

будівництва тощо. Такі підприємства останніми роками переробляють близько 1,8 млн $м^3$ деревини низької якості і створю-

Таблиця 1.8

Обсяг заготівлі деревини в українських лісах у 1991–2010 рр.

Категорія лісокористувача	Вид заготівлі	Заготовлено деревини за роками, тис. м^3								
		1991	1992	1993	1994	1995	1996	2000	2005	2010
Україна, всього	Головне користування	5785	5304	5325	5082	5009	6070	5236	6456	7239
	Інше	7394	7493	6721	6845	6955	5337	7406	8788	8907
	Усього	13179	12797	12046	11927	11964	11407	12642	15244	16146
	До 1990 р.,%	91,8	89,2	83,9	83,1	83,4	79,5	88,1	106,2	112,5
У тому числі Держлісагентство України	Головне користування	3594	3390	3417	3359	3471	3290	3350	5500	5770
	Інше	5010	5260	4939	4802	4874	4022	5078	6800	7130
	Усього	8604	8650	8356	8161	8345	8312	8428	12300	12900

Таблиця 1.9

Виробництво основних видів лісопромислової продукції в Україні в 2000–2010 роках

Продукція	Одиниця виміру	Рік										
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Фанера клеєна	тис.$м^3$	56,3	79,9	102	114	145	173	164	178	171	109	145
Папір побутового призначення	тис. т	57,2	74,7	82,9	93,4	107	111	112	122	125	120	126
Плити деревостружкові	тис.$м^3$	265	д.в.	д.в.	732	975	11150	1329	1641	1622	1295	1471
Шпон лущений	тис.$м^3$	д.в.	д.в.	д.в.	43,5	53,6	52,7	51,9	57,6	43,8	29,6	38,8
Шпон струганий	млн $м^2$	д.в.	д.в.	д.в.	14,2	21,7	23,8	26,3	37,5	31,9	30,0	32,0
Столярні вироби	млн $м^2$	д.в.	д.в.	д.в.	1,1	1,5	2,4	3,1	3,7	3,8	2,2	2,5
Паркет дерев’яний	тис.$м^2$	д.в.	д.в.	д.в.	355	400	418	567	676	637	537	495
Меблева продукція	тис. шт.	д.в.	д.в.	д.в.	6676	9022	10541	11731	13898	13700	8214	10188
Пиломатеріали	млн $м^3$	д.в.	д.в.	д.в.	2,2	2,4	2,4	2,4	2,5	2,3	1,8	1,7

ють робочі місця для місцевого населення. Порівняно невелика частина деревини спрямовується на експорт. Наприклад, 19,2% деревини, заготовленої в лісах Державного агентства лісових ресурсів України, було експортовано в 2004 році; сьогодні ситуація суттєво не змінилася. Внаслідок невідповідного стану національної економіки, внутрішній попит на деревину залишається низьким.

Щорічний сталий рівень заготівель (рубок головного користування) обмежений розрахунковою лісосікою. Розрахункова лісосіка встановлюється при лісовпорядкуванні для кожного лісогосподарського підприємства. Протягом останнього десятиліття розрахункова лісосіка знаходилась у межах від 5,2 до 5,7 млн $м^3$ ліквідної деревини. Треба відзначити, що значні площі лісів виключені з розрахунку головного користування, в тому числі всі ліси Дніпропетровської, Донецької, Запорізької, Миколаївської, Одеської та Херсонської областей. загалом, у лісах, підпорядкованих ДАЛРУ, площа таких лісів становить 3,68 млн га (ДАЛРУ, 2012). Беручи до уваги нинішній розподіл українських лісів за віковими категоріями та ряд заходів, які плануються до проведення урядом, можна очікувати, що протягом наступного десятиліття розрахункова лісосіка збільшиться на 10–15%. Доцільно вказати, що розрахункова лісосіка в Україні встановлюється за традиційною методикою, яка збереглася ще з радянських часів і забезпечує лише коротко-періодне регулювання заготівлі стиглої деревини, але не оптимізує режим лісокористування за оборот рубки. Разом із тим, якраз українськими вченими розроблені нові підходи до регулювання багатоцільового лісокористування, в тому числі деревиною, які відповідають сучасному розумінню цього процесу (Кашпор, 1988; Гірс та ін., 2005; Гірс, 2011).

Загалом, інтенсивність лісозаготівель в Україні значно менша, ніж в інших європейських країнах. Наприклад, коефіцієнт використання середньорічного приросту (мається на увазі чистий приріст) в Україні становить близько 40–50%, а в таких країнах, як Австрія, Угорщина, Швеція, Швейцарія – знаходиться в межах 50 – 80%. Щорічно в Україні заготовлюється лише 0,9% від загального запасу, тоді як у Швейцарії 1,9%, Чехії – 2,4, Фінляндії – 2,8, Великобританії і Бельгії – 3,0 і 3,1% відповідно.

Проте треба взяти до уваги, що, крім значної частини захисних лісів, дані офіційної статистики не враховують нелегальних рубок.

Визначення і розуміння терміну «нелегальні рубки», як і оцінки цього явища, можуть бути досить різними. Дослідження, виконане Регіональним екологічним центром Центральної та Східної Європи (Regional Environmental Center) (РЕЦ, 2009), в основні види нелегальних рубок включає заготівлю деревини без відповідних дозволів; неправдиве декларування об'ємів та вартості заготовленої деревини; рубки за межами лісосіки; отримання дозволів на рубку з використанням корупційних схем; безпідставні санітарні рубки; та незаконне захоплення лісових земель для використання, що не передбачене цілями ведення лісового господарства. До цього переліку варто було б додати безпідставно призначені рубки догляду в середньовікових та пристиглих лісах та рубки в захисних категоріях, де вони заборонені. Офіційні дані відносно нелегальних рубок, скоєних у лісах Держлісагентства України в 2008 і 2009 роках, становлять 20,8 та 10,9 тис. $м^3 \cdot рік^{-1}$. За деякими експертними оцінками обсяг таких рубок становить близько 1,2 млн $м^3 \cdot рік^{-1}$ (Кійко, 2009). Фрагментарна неофіційна інформація з місць приводить до думки, що навіть такі оцінки занижують фактичний обсяг нелегальних рубок.

Розвиток лісопромислового сектору протягом останнього десятиріччя зумовлювався Державною програмою розвитку промисловості на 2003–2011 роки (затверджена Постановою Кабінету Міністрів України №1174 від 28.07.2003 року з поправками від 11.02.2004 року) та Державною програмою розвитку дерево-обробного та меблевого виробництва на 2004–2011 роки. Ці документи віднесли до пріоритетних напрямів розвитку дерево-обробної промисловості у т. ч. виробництва фанери, картону, спеціальних видів паперу, ДСП та ДВП, меблів та сірників. Було передбачено, що обсяг виробництва деревини та виробів з неї повинен зрости в 2011 році в 3,1 раза порівняно з 2002 роком. Було заплановано виготовити в 2011 році плитних матеріалів 1860 тис. $м^3$, пиломатеріалів 2500 тис. $м^3$, столярних і теслярських виробів 1300 тис. $м^3$, паркету 1600 тис. $м^2$. Порівняння з даними таблиці 1.7 свідчить, що станом на 2010 рік ймовірність більш-менш задовільного виконання цієї програми є невисокою, особливо в тій частині, яка пов'язана з потребою використання високоякісної сировини (фанера, струганий шпон).

Як і на початку розробки наведених вище програм, сучасний лісопромисловий сектор потребує вирішення серйозних проблем, що існують і сьогодні, таких як реструктуризація та технічне переоснащення підприємств; впровадження нових, перспективних видів деревних продуктів (наприклад, ДВП середньої щільності); створення умов для вертикальної інтеграції виробництва; захист внутрішнього ринку і стимулювання вітчизняного виробника кінцевої продукції поглибленої переробки; створення умов для широкого впровадження ресурсозберігаючих технологій; поступова ліквідація тіньового сектору. Останніми роками експорт деревини і деревних продуктів в основному був орієнтований на круглий ліс і орієнтовно вдвічі перевищував імпорт (1,2% вартості всього експорту країни проти 0,6% від усього імпорту), тоді як імпорт товарів целюлозно-паперової промисловості був значно вищим (2,1% усього імпорту проти 1,3% усього експорту країни).

Експорт пиловника твердолистяних порід оцінюється близько 300 тис. $м^3$ у 2010 р., що на 10% вище, ніж у 2009 році (у 2007 р. – 445 тис. $м^3$). Більшість пиловника поставляється в ЄС: Польща, Німеччина, Литва та Італія. Протягом 2008–2010 років частка експорту в ЄС зменшилася від 95 до 85% за рахунок Єгипту, Росії, Сербії і Туреччини. Останніми роками спостерігалися проблеми з постачанням сировини, особливо високоякісної. Приватні невеликі компанії зменшили випуск продукції внаслідок того, що ліцензії на експорт видаються іншим, заздалегідь вибраним фірмам.

Наукові прогнози розвитку деяких напрямів лісопромислового комплексу України обмежені кількома роботами часткового характеру на період до 2020 року (Кійко, 2009).

Суттєвою перепоною розвитку лісової індустрії є загальнодержавні недоліки економічної політики в країні – недостатня прозорість ведення бізнесу; відсутність дійової підтримки малого та середнього бізнесу; корумпованість процесу прийняття рішень. Рівень корупції та криміналітету в лісовому секторі країни залишається високим.

Summary

Ukraine is one of the biggest countries of Europe (area 603.5 thousand km^2, population 45.8 million persons) with a temperate moderately continental climate. The country includes 5 natural zones – plain Polissja (17.9% of the total land area), Forest Steppe (32.3%), and Steppe (37.1%) and two mountain systems – Carpathians (9.4%) and Crimea (4.3%). The lands of Forest Fund account for 10.8 million ha of which 9.6 million ha covered by forest vegetation. Distribution of forests around the country is very irregular – while Carpathians have 40.2 of forest cover percentage, Polissja and Forest Steppe – 26.1 and 13.0% respectively, the Steppe is practically forestless (3.5%). Coniferous species dominate on 42% of the forest area (including 32% dominated by pine and 10% – by spruce and fir), hard wood deciduous – 43% (of which oak and beech comprise 32%), and soft wood deciduous –15%. Young (32% of forested area) and middle-aged (44%) forests prevail, other age groups are less represented – immature stands cover 13% and mature 11%. Average age of forests across the country is 62 years. About 50% of forests are planted. On average, forests are of a high productivity: average growing stock is 220 $m^3\,ha^{-1}$ and mean annual increment is about 4 $m^3\,ha^{-1}\,year^{-1}$. During the last 50 years (1961–2011), the area of forests increased by almost one third, but major efforts with this respect have been realized in 1960s–1990s. The current total harvest of commercial wood is at the level 15–17 million m^3 per year including ~40% harvested by final felling. Major natural disturbances in forest include wildfire and impacts of biotic agents (outbreaks of insects and diseases). The average area of wildfires during last years is ~6.5 thousand ha $year^{-1}$ and area affected by biogenic disturbances – between 500 and 700 thousand ha. The disturbance regimes were accelerated during the two last decades.

Almost 4% of the total land area of the country is presented by protective territories, and forests comprise about 50% of this area. About 14% of forests are presented by specially protected areas. Such a high level of «ecologisation» is explained by the shortage of forests in vast regions of the country and by unsatisfactory structure of vegetation cover of landscapes and quality of agricultural lands. Ukraine has the highest over the global the share of tilled land – 57.5% of the total land area and almost 80% of the agricultural land. Due to high level of erosion, salinity, other negative

processes, quality of agricultural land is unsatisfactory. Quality of the atmosphere and water is also unsatisfactory in major part of the territory. About 3.5 million ha are contaminated by radionuclide's after the accident at the Chernobyl Nuclear Station that put limitations on forest management activities in one-fourth of the state forest enterprisers and resulted in substantial reduction of harvested non-wood forest products. By estimates, only 11% of Ukrainian land is estimated as those which have favorable ecological condition and 18% – a satisfactory one. Other 22% have a conflict condition, 25% – pre-crises and 24% have a crises condition.

Under current social and economic conditions, forest is considered as one of a very few real and effective tools for protection and rehabilitation of environment and natural landscapes. Ukraine has a unique experience in aforestation, particularly in forest steppe and steppe.

Quality of information about forests and forest management is different for forests managed by different agencies. Relatively reliable and updated forest inventory data exist for forests which are managed by the state forest authorities (about two-thirds of the total forest area). Information about forests of other stakeholders (forests of local self-government, forests on agricultural land, military forests etc.) is obsolete and its accuracy is unknown. Within this study, a special information base has been developed for assessing a number of important biophysical indicators of Ukrainian forest (e.g., live biomass by components, Net Primary Production) which does not account for by forest inventory.

2. ОЦІНКА ЗАПАСІВ ФІТОМАСИ УКРАЇНСЬКИХ ЛІСІВ

2.1. Методичний підхід і дані

Основним інформаційним джерелом для оцінки найбільш важливих параметрів біологічної продуктивності українських лісів були дані державного лісового кадастру, станом на 1 січня 2002 і 2011 років. Дані 2002 року являють собою узагальнення результатів лісової повидільної інвентаризації за лісогосподарськими підприємствами (розподіл площ і запасів насаджень за панівними породами, віком, класами бонітету, повнотою). Вони були використані для базової оцінки основних показників біологічної продуктивності лісів у країні (фітомаса, первинна нетто-продуктивність). Щодо даних останнього (на 1.01.2011) Державного обліку лісів, то авторам була доступна узагальнена інформація за областями, що дозволило обновити дані 2002 року на рівні областей за станом на 2011 рік.

Фітомаса, або як її називають у міжнародних наукових виданнях жива біомаса (live biomass), визначається як маса органічної речовини всіх живих рослин екосистеми, виражається в одиницях маси абсолютно сухої речовини або вуглецю і є одним з найважливіших показників для оцінки продуктивності лісових земель і вуглецевого бюджету. Попередні оцінки згаданого показника для українських лісів (Lakida et all., 1996; Лакида, 2002; Бунь, та ін., 2004) були виконані з використанням інформації, агрегованої на обласному рівні на основі даних попереднього до часу оцінки (1988 та 1996 роки) Державного обліку лісів. У рамках цієї роботи було використано найбільш детальні доступні матеріали останнього Державного обліку лісів, оновлені моделі для оцінки запасів фітомаси за фракціями, а також іншу різноманітну інформацію. Оцінка 2011 року була використана як базова для моделювання динаміки фітомаси лісів у 2015– 2030 роках.

Фітомаса лісів не вимірюється при практичній таксації лісів, а обчислюється за допомогою моделей. Численні дослідження показали, що найефективнішим способом оцінки фітомаси лісів є використання співвідношення між масою окремих фракцій фітомаси (F^i) і запасом деревостану *GS* (так звані конверсійні коефіцієнти), тобто:

$$R^i = F^i / GS = f(T_j), \quad (2.1)$$

де R^i – конверсійні коефіцієнти за фракціями;

T_j – таксаційні показники деревостану.

Тоді, використовуючи запас деревостанів, що визначається незалежно, наприклад, при таксації лісів, фітомаса окремого насадження або лісових масивів обчислюється як добуток запасу і відповідних конверсійних коефіцієнтів. Як показано низкою дослі-джень (наприклад, Усольцев, 1988, 1998, 2007; Лакида, 2002; Shvidenko et al., 2007), конверсійні коефіцієнти $R^i = f \cdot (T_j)$ залежать від породного складу і таксаційних показників насаджень, а також умов місцезростання (географічного району). Для обчислення R^i (у деяких роботах величина фітомаси обчислювалася безпосередньо) більшість дослідників використовувала рівняння множинної алометрії (тобто рівняння типу $lnR^i = \Sigma f(a_{j\cdot} \cdot ln\, x_j)$, де x_j – таксаційні показники насаджень, $j = 1, \ldots, n$).

У процесі досліджень було показано, що безпосереднє використання алометричних рівнянь з метою конверсії показників, які вимірюються при лісовпорядкуванні в Україні, не є завжди оптимальним, оскільки такі залежності мають деякі формальні обмеження (наприклад, є монотонними, що не завжди підтверджується експериментальним матеріалом для деяких порід і фракцій фітомаси). Теорія алометрії була розроблена для окремих дерев і часто не відповідає особливостям її застосування до лісових екосистем, особливо, коли: 1) у розрахунок фітомаси включаються всі складові елементи екосистеми, а не тільки деревостан, і 2) в обчислення включаються різноманітні таксаційні показники деревостану. Застосування відносних величин у вигляді (3.1) також забеспечує більш точні результати для великих і неоднорідних районів зростання окремих порід, чим безпосереднє застосування алометричних рівнянь. Ми відмовилися також від використання запасу, як незалежної змінної в правій частині рівняння (2.1), що дозволяє зменшити систематичну похибку обчислень, якщо використовується запас, визначений в ході лісовпорядкування (деталі обговорюються в Shvidenko et al., 2007). Детальний опис методів, що застосовуються для розробки моделей оцінки фітомаси, розглядається в багатьох публікаціях (наприклад, Усольцев, 1998; Лакида, 2002; Швиденко та ін., 2008b) і ми його тут не наводимо.

2.2. Розробка моделей фітомаси

Враховуючи, що одна з головних цілей розробки моделей фітомаси полягає у визначенні цього показника на великих площах, можливості для вибору T_j з (2.1) як незалежних змінних у відповідних моделях, обмежені наявною інформацією. Якщо не розглядати можливості використання результатів повидільної таксації лісів безпосередньо (така можливість зараз обмежена, оскільки не для всіх лісів України існують відповідні бази даних), то існує тільки одне джерело агрегованих даних інвентаризації лісів для всієї України та її великих частин – державний облік лісового фонду (Forest State Account, FSA), дані якого наводяться на рівні лісогосподарських підприємств. Дані FSA збиралися для понад 300 підприємств лісового господарства за період після 1961 років з інтервалом у п'ять-сім років, а після переходу до неперервного лісовпорядження в лісах ДАЛРУ – щорічно. Ці дані містять площу і запас за переважаючими породами з розподілом за віком, бонітетами і відносною повнотою. Наведені показники були використані для пошуку найбільш точного і адекватного аналітичного виразу для регресійних рівнянь оцінки фітомаси.

У результаті аналізу значної кількості рівнянь було встановлено, що для українських лісів наступні аналітичні вирази є оптимальними для параметризації рівняння (2.1) залежно від деревних порід, особливостей лісових насаджень і повноти наявних експериментальних даних (Лакида, 2002; Shvidenko et al., 2007):

$$R_{fr} = {}^{M_{fr}}\!/_{GS} = a_0 \cdot A^{a_1} \cdot SI^{a_2} \cdot EXP(a_3 \cdot A), \qquad (2.2)$$

$$R_{fr} = {}^{M_{fr}}\!/_{GS} = a_0 \cdot A^{a_1} \cdot SI^{a_2}, \qquad (2.3)$$

$$R_{fr} = {}^{M_{fr}}\!/_{GS} = a_0 \cdot A^{a_1} \cdot SI^{a_2} \cdot RS^{a_3} \cdot EXP(a_4 \cdot A + a_5 \cdot RS), \qquad (2.4)$$

$$R_{fr} = {}^{M_{fr}}\!/_{GS} = a_0 \cdot SI^{a_1} \cdot A^{(a_2 + a_3 \cdot RS + a_4 \cdot RS^2)}, \qquad (2.5)$$

де R_{fr} – відношення маси окремих фракцій фітомаси насадження (стовбур, деревина крони, листя, корені, піднаметова рослинність – підріст, підлісок, живий ґрунтовий покрив) до запасу живих дерев насаджень;

M_{fr} – маса окремих фракцій фітомаси, може виражатися в масі сухої речовини або вуглецю, т;

GS – запас деревостану, $м^3 \cdot га^{-1}$;
A – середній вік насадження, роки;
SI – клас бонітету;
RS – відносна повнота насадження;
$a_1, a_2, \ldots a_5$ – коефіцієнти регресії.

Клас бонітету у рівняннях (2.2–2.3) представлений у закодованому вигляді відповідно до даних таблиці 2.1, а рівнянь (2.4–2.5) – за кодами таблиці 2.2. Використання цих двох типів кодування зумовлено підходами, які були використані авторами застосованих моделей фітомаси. Оскільки існує детермінована лінійна залежність між чисельним ранжируванням бонітетів (кодування 2) та середніми висотами у віці 100 років (кодування 1), то існує тільки формальна розбіжність між цими двома типами кодування, яке не впливає на будь-які кількісні висновки.

Таблиця 2.1

Коди класів бонітету (тип 1**)**

Код за походженням деревостану	Бонітет за М.М.Орловим									
	I^c	I^b	I^a	I	II	III	IV	V	V^a	V^b
Насіннєве	43	39	35	31	27	23	19	15	11	7
Вегетативне	35,5	32	28,5	25	21,5	18	14,5	11	7,5	4

Таблиця 2.2

Коди класів бонітету (тип 2**)**

Бонітет за М.М. Орловим	I^c	I^b	I^a	I	II	III	IV	V	V^a	V^b
Код	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Пошук коефіцієнтів рівнянь (2.2–2.5) було проведено на основі об’єднаної бази даних, створеної протягом останніх 15 років для лісів Євразійського континенту (Щепащенко и др., 2005). У своїй останній редакції (станом на 2012 рік, разом із матеріалами В. А. Усольцева, доступно на www.iiasa.ac.at/Research/ESM/download data/), база даних нараховувала понад 9000 пробних площ, на яких безпосередньо визначалася фітомаса за окремими компонентами. Конверсійні коефіцієнти визначалися для стовбурової деревини, гілок (обидва в

корі), листя та хвої, коренів, підросту та підліску (разом) та живого ґрунтового покриву.

Результати моделювання представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3

Коефіцієнти математичних моделей оцінки фракцій фітомаси деревостанів за панівними породами

Показник	Кількість пробних площ	Тип рівня ння	Коефіцієнти						
			a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	R^2
	Сосна								
$R_{v(f)}$ (хвоя)	193	3.2	172,09	–1,602	–1,170	0,011	-	-	0,90
$R_{v(br)}$ (гілки)	172	3.2	110,23	–1,013	–1,272	0,007	-	-	0,85
$R_{v(st)}$ (стовбур)	193	3.2	0,26	0,071	0,021	0,0026	-	-	0,96
$R_{v(bl)}$ (підземна)	66	3.2	4,96	–0,218	–1,08	0,0088	-	-	0,57
$M_{(us)}$ (підлісок)	104	3.4	0,0977	1,2007	–0,643	0,3967	–0,004	–1,073	0,27
$M_{(gff)}$ (ґрунтовий покрив)	157	3.4	0,1500	0,8441	0,3496	0,0936	–0,003	–0,920	0,38
	Ялина								
$R_{v(f)}$	39	3.5	0,1008	0,4192	–0,117	–0,591	0,1585	-	0,64
$R_{v(br)}$	39	3.5	0,1124	0,4524	–0,0407	–0,837	0,4922	-	0,72
$R_{v(st)}$	39	3.5	0,1861	0,0814	0,1158	0,0811	–0,071	-	0,62
$R_{v(bl)}$	31	3.5	0,2845	0,3641	–0,332	0,2611	–0,413	-	0,39
$M_{(us)}$	106	3.4	$0{,}53\cdot10^{-4}$	1,5008	2,1088	0,2923	–0,005	–0,374	0,20
$M_{(gff)}$	134	3.4	0,0057	0,7050	2,6234	1,3107	–0,0013	–3,3367	0,56
	Дуб								
$R_{v(f)}$	32	3.2	43,202	–1,157	–1,062	0,002	-	-	-
$R_{v(br)}$	32	3.2	3,615	–0,143	–0,805	–0,0039	-	-	-
$R_{v(st)}$	32	3.2	0,377	–0,0446	0,144	0,002	-	-	-
$R_{v(bl)}$	32	3.2	$6{,}96\cdot10^{-4}$	–1,131	2,643	0,015	-	-	-
$M_{(us)}$	37	3.4	0,0012	1,5658	0,6301	–0,359	–0,0068	0,2567	0,65
$M_{(gff)}$	48	3.4	0,4529	0,4664	0,5579	0,0064	–0,0023	–1,0993	0,56

Продовження табл. 2.3

Показник	Кіль-кість пробних площ	Тип рівня ння	Коефіцієнти						
			a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	R^2
	Бук								
$\boldsymbol{R_{v(f)}}$	18	3.2	547,4	–1,671	–1,391	0,012	-	-	0,92
$\boldsymbol{R_{v(br)}}$	18	3.2	8,085	–1,277	–0,242	0,029	-	-	0,51
$\boldsymbol{R_{v(st)}}$	18	3.2	0,251	0,199	0,086	–0,004	-	-	0,94
$\boldsymbol{R_{v(bl)}}$	-	3.4	0,3696	–0,561	0,5132	–0,8790	0,0054	0,3560	-
$\boldsymbol{M_{(us)}}$	37	3.4	0,0012	1,5658	0,6301	–0,359	–0,0068	0,2567	0,65
$\boldsymbol{M_{(gff)}}$	48	3.4	0,4529	0,4664	0,5579	0,0064	–0,0023	–1,0993	0,56
	Береза								
$\boldsymbol{R_{v(f)}}$	-	3.3	1221,2	–0,826	–2,332	-	-	-	0,82
$\boldsymbol{R_{v(br)}}$	-	3.3	202,21	–0,773	–1,464	-	-	-	0,86
$\boldsymbol{R_{v(st)}}$	-	3.3	0,53	0,0277	–0,0226	-	-	-	0,66
$\boldsymbol{R_{v(bl)}}$	-	3.3	1,206	–0,33	–0,272	-	-	-	0,35
$\boldsymbol{M_{(us)}}$	37	3.4	0,0012	1,5658	0,6301	–0,359	–0,0068	0,2567	0,65
$\boldsymbol{M_{(gff)}}$	48	3.4	0,4529	0,4664	0,5579	0,0064	–0,0023	–1,0993	0,56
	Осика								
$\boldsymbol{R_{v(f)}}$	-	3.3	57,749	–0,95	–1,557	-	-	-	-
$\boldsymbol{R_{v(br)}}$	-	3.3	7,228	–0,339	–1,19	-	-	-	-
$\boldsymbol{R_{v(st)}}$	-	3.3	0,896	–0,04	–0,214	-	-	-	-
$\boldsymbol{R_{v(bl)}}$	63	3.4	1,0694	–0,3372	0,2435	0,7394	0,0007	–1,1848	0,61
$\boldsymbol{M_{(us)}}$	37	3.4	0,0012	1,5658	0,6301	–0,359	–0,0068	0,2567	0,65
$\boldsymbol{M_{(gff)}}$	48	3.4	0,4529	0,4664	0,5579	0,0064	–0,0023	–1,0993	0,56

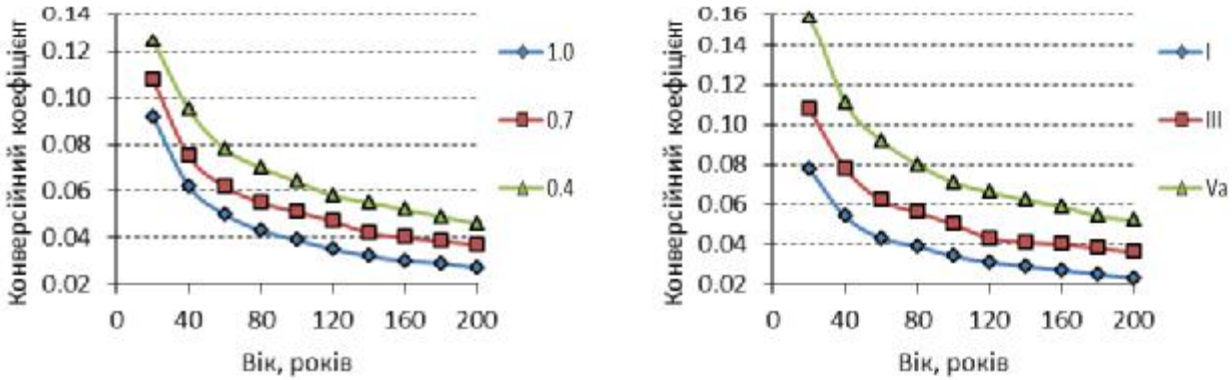
Продовження табл. 2.3

Показник	Кіль-кість пробних площ	Тип рівня ння	Коефіцієнти						
			a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	R^2
	Вільха								
$\boldsymbol{R_v}_{(f)}$	-	3.3	1,926	–0,75	–0,749	-	-	-	-
$\boldsymbol{R_v}_{(br)}$	-	3.3	0,129	–0,291	0,032	-	-	-	-
$\boldsymbol{R_v}_{(st)}$	-	3.2	0,185	0,243	0,084	–0,005	-	-	-
$\boldsymbol{R_v}_{(bl)}$	-	3.3	0,482	–0,02	–0,393	-	-	-	-
$\boldsymbol{M}_{(us)}$	37	3.4	0,0012	1,5658	0,6301	–0,359	-0,0068	0,2567	0,65
$\boldsymbol{M}_{(gff)}$	48	3.4	0,4529	0,4664	0,5579	0,0064	-0,0023	-1,0993	0,56

Примітка. Для порід і фракцій, для яких у таблиці не вказана кількість експериментального матеріалу, використані узагальнені моделі для Європейської частини Північної Євразії (Швиденко и др., 2008b).

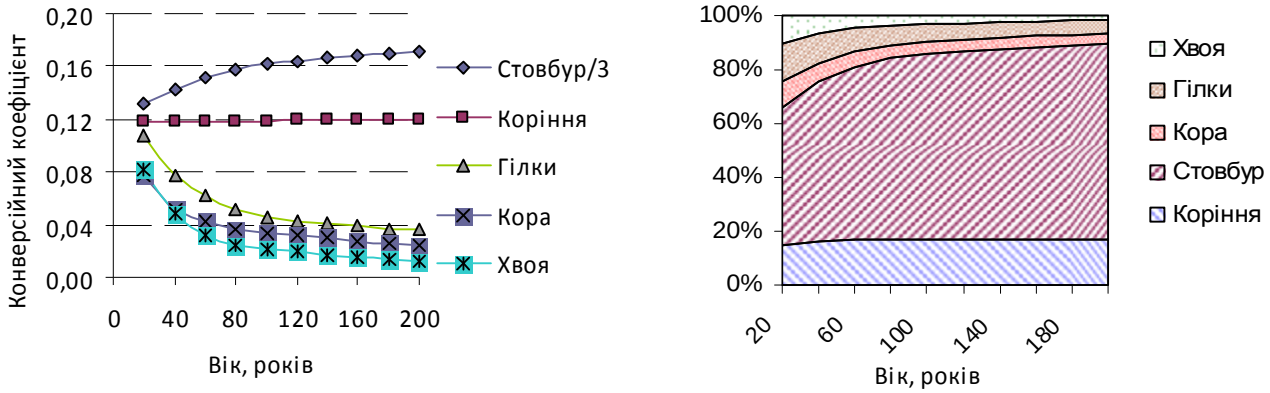
Аналізуючи дані таблиці 2.3, можна зробити висновок, що багатовимірні регресії, які використовується для оцінки лісової фітомаси, є статистично значущими, хоча відсутність спланованого експерименту при зборі вихідних даних має певний вплив на результати моделювання. Адекватність рівнянь перевірялася на основі аналізу залишків. Ми відмовилися від використання узагальнених конверсійних коефіцієнтів без врахування породи, віку тощо (як це було зроблено для лісів України в національних повідомленнях, адресованих ФАО ООН в рамках останніх світових обліків лісових ресурсів), оскільки це призводить до значних систематичних похибок. При переході від маси сухої речовини до вуглецю використовувався коефіцієнт 0,50 для деревини і 0,45 для зелених частин.

Як приклад, на рис. 2.1–2.4 наведено графічне зображення поведінки деяких моделей для сосни, ялини та дуба (щодо моделей чистої первинної продукції, то їх аналіз представлено у розділі 3).



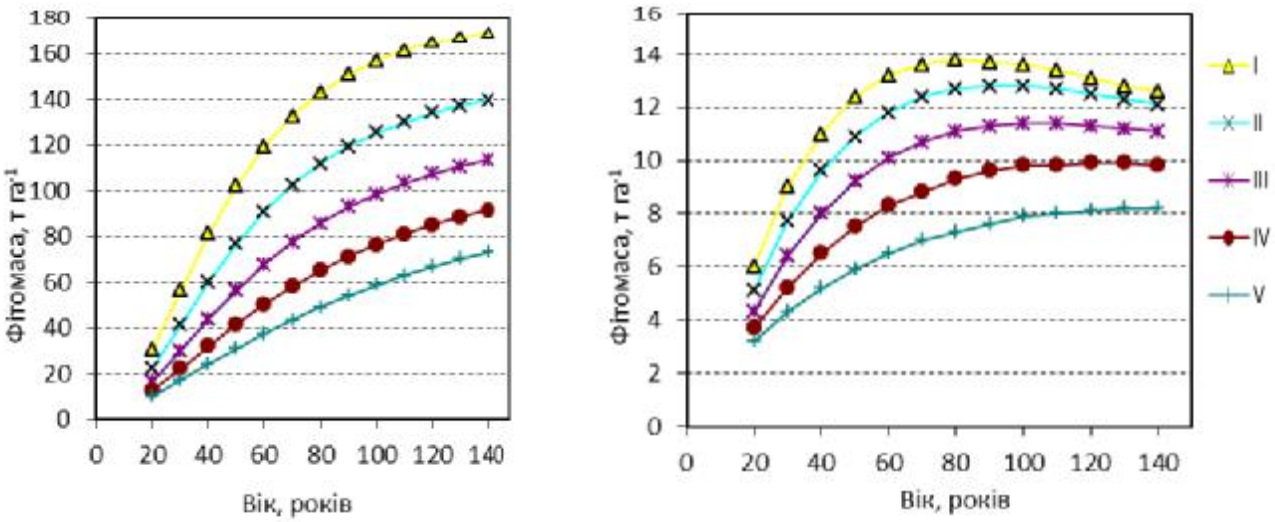
а) б)

Рис. 2.1. Залежність конверсійного коефіцієнта для гілок сосни від віку, повноти (а) і бонітету (б)

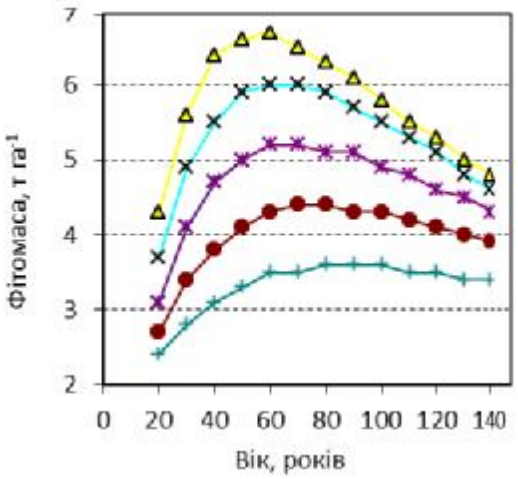


а) б)

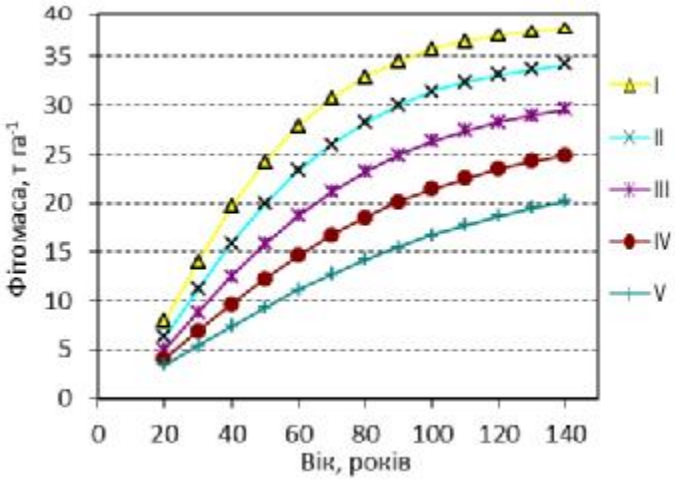
Рис. 2.2. Залежність відношення маси фракцій фітомаси сосни до запасу деревостану від віку (а) і відсотковий вміст фракцій у загальному обсязі фітомаси (б)



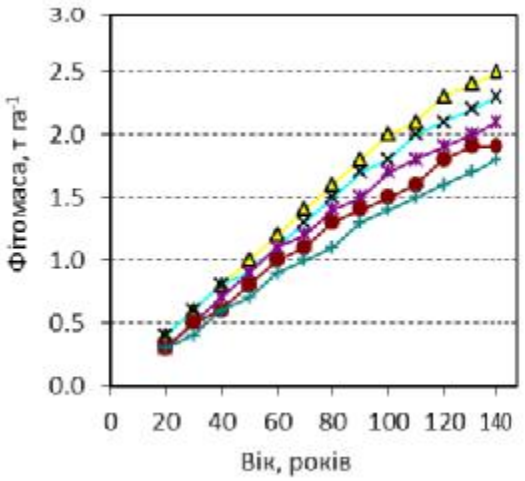
а) Стовбур у корі б) Гілки



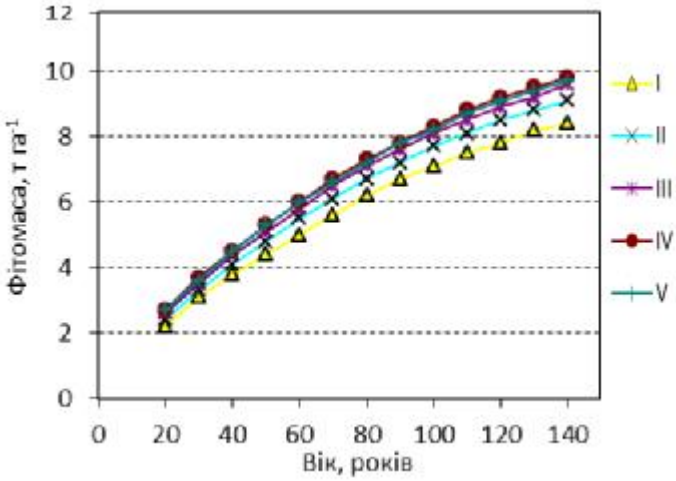
в) Хвоя



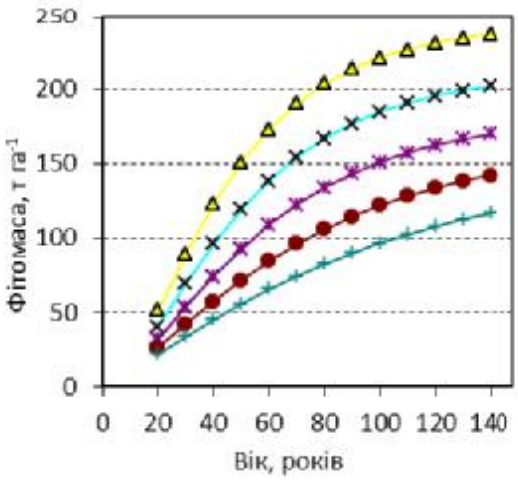
г) Пеньок і коріння



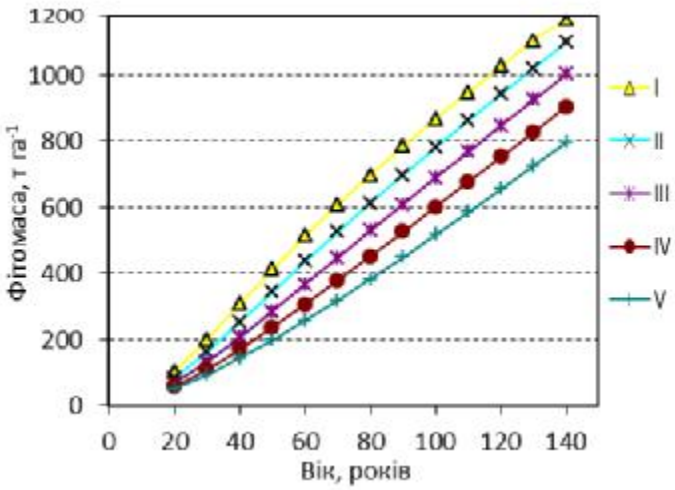
д) Підріст і підлісок



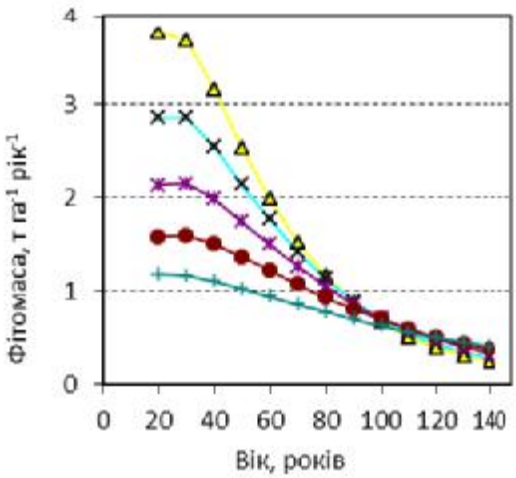
е) Живий ґрунтовий покрив



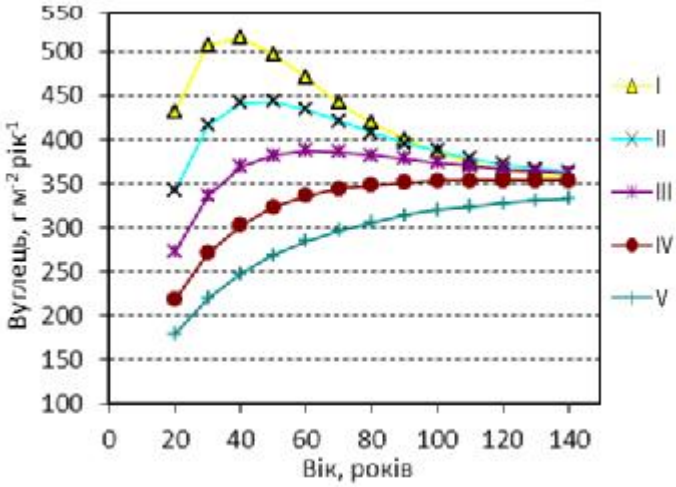
ж) Фітомаса насадження



з) Загальна продуктивність фітомаси



і) Поточний приріст фітомаси наявного насадження



к) Чиста первинна продукція

Рис. 2.3. Графічне представлення таблиць біотичної продуктивності деревостанів сосни залежно від віку і бонітету

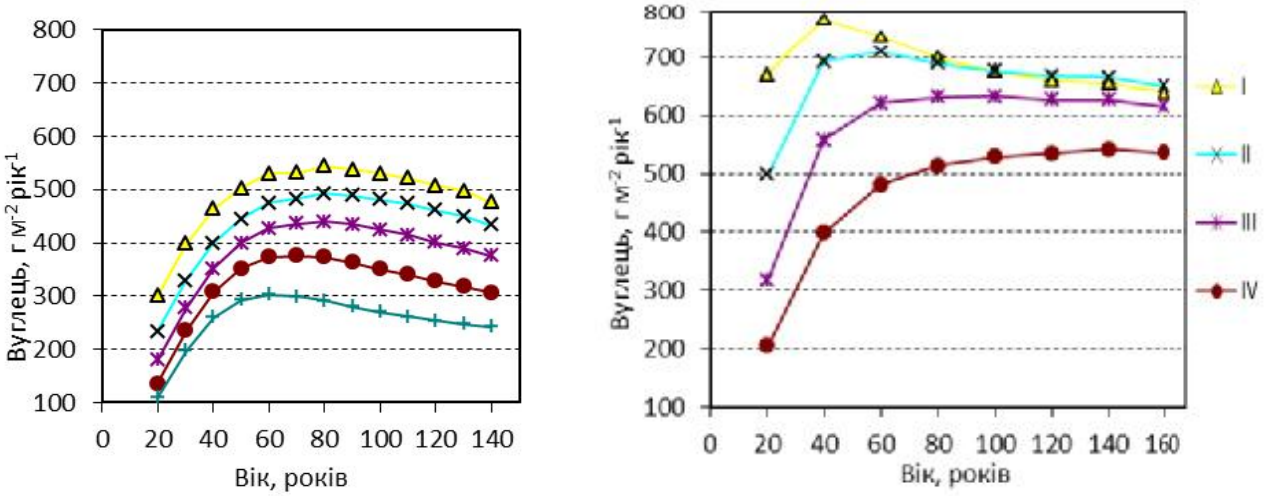


Рис. 2.4. Чиста первинна продукція лісових екосистем з переважанням деревостанів ялини (а) та дуба (б)

Аналіз наведених рисунків свідчить, що тренди змодельованих показників компонентів біотичної продуктивності деревостанів (фітомаса, вуглець) відповідають біологічній суті та усталеним закономірностям їх динаміки.

2.3. Результати оцінки фітомаси

Узагальнені дані обсягів фітомаси та депонованого вуглецю для усіх лісів країни за адміністративними областями наведені в таблиці 2.5.

За цією оцінкою, загальна фітомаса українських лісів становить 1524 Тг (1 Тг = 10^{12} г = 1 млн т) сухої речовини, або 759 Тг вуглецю (С). У середньому це дорівнює 159,1 т сухої речовини, або 79,3 т вуглецю на 1 га. Із загальної кількості на надземну фітомасу припадає 81,8%. Фітомаса дерев досягає 97,1% від загальної фітомаси лісових екосистем (з яких 78,1% зосереджено в надземній деревині), тоді як нижні шари лісових екосистем (підлісок, підріст і зелений ґрунтовий покрив) містять лише 2,9%. На стовбурову деревину припадає 66,9% загальної фітомаси лісових екосистем України, з яких 8% становить кора. Фітомаса гілок складає 11,2% (у корі). На фото-синтезувальний апарат припадає 2,1%, на коріння дерев – 16,9% фітомаси.

У цілому, такі співвідношення є логічними, беручи до уваги високу продуктивність українських лісів і значну частину штучних насаджень у країні. Для порівняння відзначимо, що середній запас фітомаси в лісах Росії становить близько 4,5 кг С $м^{-2}$, або орієнтовно 57% середньої щільності фітомаси українських лісів. Це зумовлено як великою різницею в запасі насаджень (середній запас деревостанів у лісах Росії становить 106 $м^3 \cdot га^{-1}$ проти 209 $м^3 \cdot га^{-1}$ в лісах України), а також відмінами в структурі фітомаси низькопродуктивних лісів високих широт, де частка недеревних фракцій фітомаси в лісових екосистемах істотніша.

Мінливість щільності фітомаси вкритих лісовою рослинністю ділянок на одиницю площі значна як у зональному відношенні, так і залежно від породного складу, віку та продуктивності деревостанів. Розподіл загальної кількості фітомаси за переважаючими породами суттєво залежить від запасу деревини в насадженнях відповідних категорій.

Розподіл загальної кількості лісової фітомаси за географічними зонами показаний на рисунку 2.5, а середня щільність для лісів на території України – на рис. 2.6.

Таблиця 2.5

Фітомаса та вміст вуглецю в українських лісах за адміністративними областями

Адміністративно-територіальна одиниця	Компоненти фітомаси (Тг сухої речовини)							Щільність фітомаси, кг·(м^2)$^{-1}$	Вміст вуглецю	
	стовбур	гілки	хвоя/листя	коріння	підлісок, підріст	живий грунтовий покрив	усього		усього, ТгС	відношення, тС·(м^3)$^{-1}$
АР Крим	19,9	6,4	0,8	4,7	0,9	1,3	34,1	10,95	16,9	0,379
Вінницька	40,3	6,9	0,9	8,7	0,7	1,1	58,6	16,91	29,2	0,414
Волинська	59,8	7,1	1,7	13,8	0,7	2,1	85,1	13,62	42,4	0,332
Дніпропетровська	9,9	1,7	0,3	2,0	0,3	0,5	14,8	8,26	7,3	0,370
Донецька	12,6	2,4	0,4	2,3	0,3	0,6	18,5	10,05	9,2	0,358
Житомирська	106,6	12,6	2,7	24,4	1,3	3,4	151,0	15,08	75,1	0,340
Закарпатська	107,2	32,4	3,9	39,7	1,4	1,7	186,2	28,35	92,8	0,436
Запорізька	3,4	0,7	0,1	0,7	0,2	0,3	5,3	5,25	2,6	0,410
Івано-Франківська	69,3	13,2	4,2	23,6	0,7	1,1	112,2	19,65	55,8	0,357
Київська	78,7	9,2	1,9	17,3	0,9	2,2	110,2	16,81	54,9	0,330
Кіровоградська	13,7	2,5	0,3	2,7	0,3	0,4	19,9	12,10	9,9	0,400
Луганська	19,5	3,4	0,8	3,8	0,5	1,0	28,9	9,88	14,3	0,322
Львівська	74,3	14,1	2,8	21,9	1,0	1,7	115,8	18,64	57,6	0,375
Миколаївська	3,7	0,7	0,1	0,8	0,1	0,2	5,7	5,80	2,8	0,380
Одеська	9,6	1,9	0,3	1,7	0,3	0,5	14,4	7,06	7,1	0,384
Полтавська	26,0	3,8	0,7	5,6	0,4	0,9	37,3	15,08	18,6	0,345
Рівненська	64,1	7,7	1,9	15,3	0,8	2,4	92,3	12,66	45,9	0,334
Сумська	55,1	7,3	1,3	12,1	0,7	1,4	77,8	18,31	38,7	0,354

Продовження табл. 2.5

Адміністративно-територіальна одиниця	Компоненти фітомаси (Тг сухої речовини)							Щільність фітомаси, кг·(м^2)$^{-1}$	Вміст вуглецю	
	стовбур	гілки	хвоя/листя	коріння	підлісок, підріст	живий грунтовий покрив	усього		усього, ТгС	відношення, тС·(м^3)$^{-1}$
Тернопільська	19,8	3,9	0,5	4,9	0,3	0,6	30,0	16,38	14,9	0,410
Харківська	39,4	6,2	1,0	8,1	0,6	1,3	56,7	14,99	28,2	0,348
Херсонська	5,2	0,9	0,2	1,3	0,1	0,3	8,2	7,05	4,1	0,351
Хмельницька	29,7	4,5	0,8	6,7	0,4	0,8	42,9	16,19	21,3	0,374
Черкаська	37,8	5,7	0,9	7,9	0,6	1,1	53,9	17,11	26,8	0,371
Чернівецька	29,9	6,2	1,5	9,2	0,3	0,5	47,6	20,01	23,7	0,362
Чернігівська	83,5	8,9	2,0	18,6	0,9	2,3	116,2	17,46	57,9	0,330
Усього та в середньому	**1019,2**	**170,4**	**32,0**	**257,7**	**14,7**	**29,5**	**1523,5**	**15,91**	**758,0**	**0,363**

Розподіл середніх значень фітомаси за панівними породами та фракціями представлено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6

Розподіл середніх значень фітомаси за породами та фракціями

Групи порід і панівні породи	Компоненти фітомаси, млн т						
	стовбур	гілки	хвоя/листя	коріння	підлісок + підріст	живий грунтовий покрив	усього
Хвойні	464,8	48,6	18,3	113,5	3,7	12,2	661,1
У т.ч. сосна	363,8	33,9	9,1	81,0	3,1	11,6	502,5
ялина	85,8	12,3	7,7	26,7	0,4	0,5	136,5
Твердолистяні	463,4	108,5	10,2	119,6	9,6	14,0	725,2
У т.ч. дуб	279,5	51,7	6,5	55,9	6,0	9,1	408,7
бук	131,1	46,3	2,4	53,7	2,2	2,7	238,4
М’яколистяні	89,7	13,1	3,5	24,1	1,3	3,1	134,8
У т.ч. береза	42,5	7,5	2,1	11,4	0,6	1,4	65,5
осика	4,2	0,4	0,2	1,7	0,2	0,2	6,9
Інші породи	1,3	0,3	0,1	0,4	0,1	0,2	2,4
Усього	**1019,2**	**170,4**	**32,1**	**257,6**	**14,7**	**29,5**	**1523,5**
Фракція,%	66,9	11,2	2,1	16,9	1,0	1,9	100
Середнє, т·га$^{-1}$	106,5	17,8	3,3	26,9	1,5	3,1	159,1

За віком запаси фітомаси розподіляються наступним чином: на молодняки припадає 150,1 млн т сухої речовини (9,8% від загальної кількості, в тому числі на молодняки 1-го класу віку 0,8%), середньовікові насадження – 779,8 млн т (51,2%), пристиглі – 318,1 млн т (20,9%) та стиглі і перестиглі ліси – 275,5 млн т (18,1%).

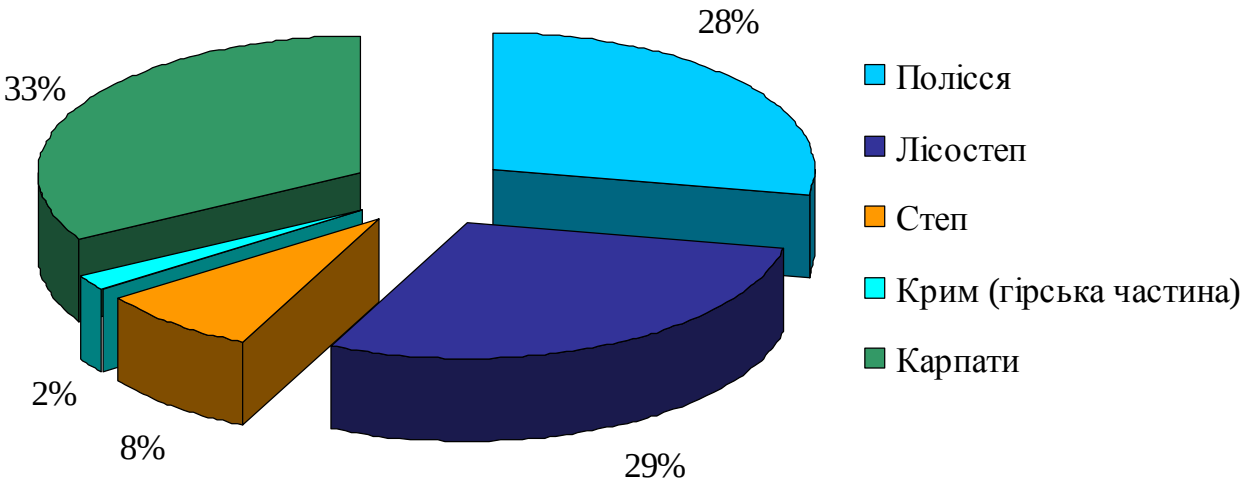


Рис. 2.5. Розподіл загальної кількості лісової фітомаси за природними зонами

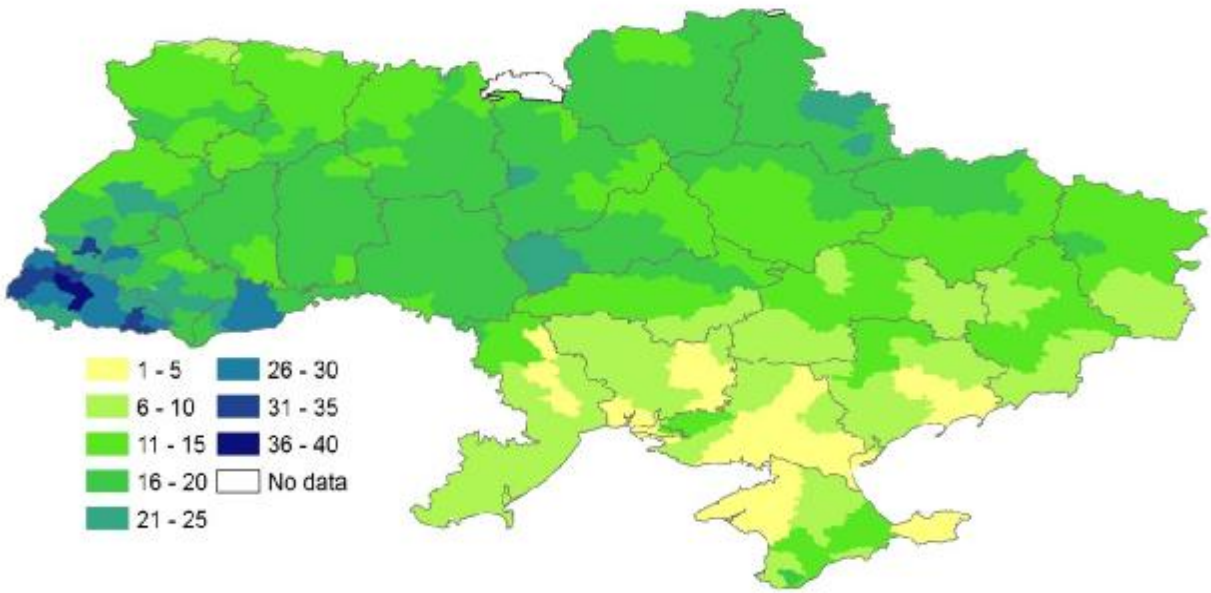


Рис. 2.6. Щільність фітомаси лісів України (середні дані для вкритих лісовою рослинністю ділянок, кг С·м$^{-2}$)

Детальні дані про розподіл запасів фітомаси за фракціями і основними панівними породами в межах областей наведені в додатку 2, а в додатку 3 – за групами віку.

2.4. Динаміка фітомаси лісів за 1988–2011 роки

Фітомаса українських лісів оцінювалася в роботі П. І. Лакиди та інших співавторів (1996) на основі даних Державного обліку лісового фонду 1988 року за областями. Для переходу від абсолютно сухої речовини до вмісту вуглецю було також використано коефіцієнт 0,5 для деревних компонентів і 0,45 для хвої і листя та надґрунтового покриву. П. І. Лакида зі співавторами у 1996 оцінював стандартну похибку розрахунку фітомаси у розмірі 10–12% і зробив висновок, що ймовірно обсяг загальної фітомаси регіону (країни Європейської частини колишнього Радянського Союзу) занижений на 7%. Це заниження викликане методом оцінки запасів під час лісовпорядкування в Україні. Більш докладний аналіз зменшує це значення до 3–4,5%. Ця різниця залишається однаковою для обліку різних років і ми не зазначаємо цього надалі.

Фітомаса українських лісів у 1996 році оцінювалася Бунь та ін. (2004) на основі даних Державного обліку лісового фонду за областями за 1996 рік, на основі рівнянь регресії, викладених у роботі Lakida et al. (1996) та коефіцієнта 0,5 для переходу від абсолютно сухої речовини до вуглецю. Результати цих оцінок наведені в таблиці 2.6. Для порівняння наведені також дані на 1.01.2011 року (див. Розділ 4).

Як свідчать наведені у табл. 2.7 дані, щільність фітомаси (суха речовина) збільшилася від 11,10 кг·м$^{-2}$ у 1988 році до 12,53 кг·м$^{-2}$ у 1996 році і 13,57 кг·м$^{-2}$ у 2002 році, або орієнтовно на 22%. Настільки велике зростання щільності фітомаси пояснюється в основному суттєвим збільшенням запасу деревостанів за обліком 2002 року – середній запас збільшився від 153 м^{3}·га$^{-1}$ до 186,0 м^{3}·га$^{-1}$, тобто на 21,6%. Значне зростання середньої щільності спостерігається також за період 2002–2011 років – на 17%, що в основному викликано збільшенням середнього запасу (відповідно, на 12%).

Важливим є питання щодо рівня достовірності отриманих оцінок. Кінцеві похибки результату залежать від точності даних лісовпорядкування, тобто показників, які використовуються у формулах (2.2 – 2.5), запасу насаджень та адекватності моделей для визначення конверсійних коефіцієнтів. Вимоги до точності польових робіт для одиниці інвентаризації – таксаційного виділу (для лісів Державного агентства лісових ресурсів України) є наступними: вік – дозволяється помилка в межах 0,5 класу віку, бонітет – 0,5 класу бонітету, відносна

повнота – помилка повинна бути менше або дорівнювати 0,1, а точність визначення запасу – в межах ±12–20% залежно від категорії лісів та вкритих лісовою рослинністю ділянок. У середньому, в кожному лісогосподарському підприємстві нараховується, як мінімум, кілька десятків тисяч таксаційних виділів. Якщо припустити, що оцінювання таксаційних показників деревостанів у різних таксаційних виділах не має систематичних похибок, середньою квадратичною похибкою визначення середніх параметрів у держлісгоспах і у цілому в країні (>350 лісогосподарських підприємств в Україні) можна знехтувати порівняно з іншими джерелами – розрахунки дають менше 1% (довірча ймовірність тут і нижче дорівнює 0,9).

З іншого боку, достовірність інформації про ліси (площа за переважаючими породами, вік, бонітет, відносна повнота і запас), які не належать до Державного агентства лісових ресурсів України, невисока. Використовуючи консервативні оцінки, можна припустити, що похибка запасу тут для агрегованих оцінок на рівні областей більша на 50% (у сукупності для всіх параметрів, що враховуються у розрахунках фітомаси). Оскільки близько 80% лісів (за запасом) знаходяться в управлінні ДАЛРУ, загальна похибка визначення середнього запасу лісів може бути оцінена на рівні 3–5%.

Точність рівнянь (R_v) для визначення конверсійного коефіцієнта загальної фітомаси становить орієнтовно 6–8%, що досить близько до точності визначення фітомаси у фінських лісах (Lehtonen et al., 2004). Похибка оцінки окремих фракцій вища. Похибка переходу від обліку в сухій речовині до вуглецю (за рахунок варіації вмісту вуглецю в різних деревних породах і фракціях) знаходиться в межах 2–3% (напр., Monni et al., 2007). Застосовуючи ці дані до схеми розрахунку фітомаси, бачимо, що ймовірна похибка загальної оцінки фітомаси становить ~ 5–7%.

Цей розгляд невизначеностей не враховує можливих систематичних помилок, особливо у розрахунках загального запасу деревостанів, які важко формалізувати і величина яких безпосередньо переноситься на точність оцінки фітомаси. Відомо, що методи таксації запасу деревостанів у лісах України, що застосовуються протягом останніх десятиріч, у середньому занижують запас у пристиглих і стиглих деревостанах на 7–12% (У-Те-Тинт, 1971;

Таблиця 2.7

Фітомаса українських лісів у 1988, 1996, 2002 та 2011 роках

Рік та посилання	Група порід	Усього вкритих лісовою рослинністю ділянок, тис. га	Запас, млн $м^3$	Фітомаса		Вуглець	
				усього, Тг	щільність, $кг \cdot м^{-2}$	усього, Тг	щільність, $кг \cdot м^{-2}$
1988	**Усього**	**8620,90**	**1319,9**	**956,70**	**11,10**	**473,80**	**5,50**
Lakida et al., 1996	в т.ч. Хвойні	3937,3	718.81	435,93	11,07	215,65	5,48
	Твердолистяні	3488.2	484.63	421,88	12,09	209,31	6,00
	М'яколистяні	1162.4	116.46	98,90	8,27	48,83	4,08
1996	**Усього**	**9400,20**	**1736,0**	**1161,41**	**12,53**	**580,71**	**6,26**
Бунь та ін., 2004	Хвойні	3969,10	897,0	499,60	12,88	249,80	6,44
	Твердолистяні	4064,70	663,2	524,32	13,02	262,16	6,51
	М'яколистяні	1282,10	173,4	135,19	10,52	67,60	5,26
2002	**Усього**	**9490,90**	**1765,3**	**1287,57**	**13,57**	**640,81**	**6,75**
Це дослідження	Хвойні	4107,5	918,0	566,53	13,79	288,38	7,02
	Твердолистяні	4134,8	670,8	592,28	14,32	301,48	7,29
	М'яколистяні	1170,9	176,5	128,76	11,00	65,54	5,60
2011	**Усього**	**9573,9**	**2099,9**	**1523,5**	**15,91**	**757,9**	**7,93**
Це дослідження	Хвойні	4244,5	1094,3	661,1	15,6	327,8	7,72
	Твердолистяні	4202,2	828,0	725,2	17,3	360,5	8,58
	М'яколистяні	1056,5	175,2	134,8	12,7	67,0	6,34

Швиденко, 1981), або ж на 5–8% для загального запасу насаджень (оцінка консервативна). З іншого боку, було показано (Lapenis та ін., 2005), що кліматичні зміни останніх десятиріч привели до помітних змін у структурі фітомаси деревостанів, тому оцінки фітомаси за моделями, розробленими на експериментальних матеріалах минулого, супроводжуються помітними від'ємними систематичними похибками (в нашому випадку в межах 5–7%). Два останні класи невизначеностей в більшій своїй частині компенсують один одного.

Суттєве значення має відповідність даних лісоінвентаризації (особливо запасу) сучасному стану деяких категорій лісового фонду. На значних площах лісів, що не належать до ДАЛРУ, лісооблікові роботи не проводилися протягом останніх 20 років. Тому рівень можливих помилок в інформації про ці ліси, яка була використана в Державному обліку лісів 2011 року, невідомий. Враховуючи значне падіння рівня ведення лісового господарства в цих лісах, як і контро-лю за їх станом, виникає певний сумнів, що в оптимістичних даних обліку 2011 року (за якими середній запас у лісах, які належать до різних відомств, крім ДАЛРУ, зріс за 23 роки (1988–2011) на 72 $м^3 \cdot га^{1}$, від 108 до 180 $м^3 \cdot га^{-1}$, що дає щорічну зміну запасу +3,1 $м^3 \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$), свідчить скоріш за все про значний вплив використаних методів актуалізації, а не відображення реальної динаміки запасу цієї категорії лісів.

З інших факторів вкажемо на додаткові невизначеності, що створюються неповнотою як лісооблікової інформації (наприклад, всі агреговані дані наводяться за переважаючими породами, для різновікових лісів вказується лише середній вік), так і недосконалістю системи актуалізації лісовпорядних даних у лісах ДАЛРУ. Існуюча нормативна база не враховує вплив кліматичних змін за останні 50 років. Можна показати, що не врахування всіх цих факторів породжує систематичні помилки різної величини і різного знаку. В цілому, детальний системний аналіз всіх формальних і неформальних джерел невизначеностей приводить до висновку, що в межах прийнятого способу оцінювання наявна інформація дозволяє оцінити фітомасу зі середньою квадратичною похибкою в межах ±6–8% за довірчої ймовірності 0,9 (тобто ±4–6% за ймовірності 0,68). При цьому, дуже ймовірно, отримані результати супроводжуються відносно невеликою (в межах кількох відсотків) систематичною помилкою, знак якої точно

встановити не вдається. Зрозуміло, що такий висновок значною мірою базується на професійних судженнях і експертних оцінках.

2.5. Запаси вуглецю у деревині відпаду

У процесі кругообігу органічної речовини важливу роль відіграє деревний відпад, детрит або дебріс (терміни, які часто асоціюються з грубими деревними залишками (ГДЗ) – переклад з англійської мови терміна *coarse woody debris*). В різних документах і публікаціях ця категорія деревини визначається по-різному. Так, у документах міжнародної звітності сухостій обмежується мінімальною висотою 7 м та діаметром на висоті груді 6 см, а ламань – 1 м довжини і діаметром у товстому кінці 10 см. У дослідженнях в північній Америці ГДЗ включали всі відмерлі деревинні залишки, в тому числі відмерлі корені діаметром понад 3,5 см (Harmon, 1986), хоча пізніші методичні розробки рекомендували більш детальну класифікацію (Harmon, Sexton, 1996). У представленій роботі в складі ГДЗ були враховані сухостій (включає сухі дерева або ж уламки стовбурів вище 2 м), пні (уламки стовбура висотою до 2 м), сухі гілки живих дерев та ламань (ГДЗ на поверхні ґрунту, діаметр у тонкому кінці >1см).

Система обліку лісів України не забезпечує достовірної інформації про запаси та динаміку кількості мертвої деревини в лісах країни. При лісовпорядкуванні окомірно встановлюються об’єми сухостою та ламані, але тільки в таксаційних виділах з наявністю цих категорій деревини вище деякої межі (як правило, 5 або 10 $м^3 \cdot га^{-1}$).

Існує декілька методичних підходів до визначення кількості та темпів розкладу деревинного дебрису (Тарасов, 2002; Трейфельд, Кранкина 2002; Замолодчиков та ін., 2005 та ін.). Для визначення запасу ГДЗ на вкритих лісовою рослинністю ділянках головним чином використовуються дані вимірів на пробних площах, які потім узагальнюються у вигляді співвідношень між запасом ГДЗ і запасом деревини у відповідних категоріях деревостанів.

Запаси і розмірна структура грубих деревних залишків залежать від категорії лісових земель (укриті лісовою рослинністю ділянки, згарища, пошкоджені насадження тощо), географічного положення, продуктивності деревостанів, характеру та інтенсивності природних та антропогенних порушень. На вкриті лісовою рослинністю ділянках

основними чинниками, що визначають кількість ГДЗ, є склад деревних порід, запас стовбурової деревини, вік і тип вікової структури деревостанів, час та інтенсивність попередніх порушень (наприклад, наявність у минулому низових пожеж) і, особливо, рівень інтенсивності ведення лісового господарства. Динаміка і мінливість запасів ГДЗ високі, асоціюються з сезонними, річними та сукцесійними часовими шкалами (Harmon et al., 1986) і визначаються трьома основними природними процесами в лісових екосистемах: величиною щорічного відпаду, темпами розкладу відмерлої деревини та наявністю порушень. Швидкість розкладу зумовлюється географічною зональністю з її специфікою кліматичних умов, деревними породами, особливостями умов місцезростання, розмірами ГДЗ (Harmon, 1986, Harmon та ін., 2000).

Вплив окремих факторів на процеси накопичення і динаміки ГДЗ різний в різних районах і лісових формаціях. У лісах Європи найсуттєвіша різниця спостерігається між лісами з інтенсивним лісовим господарством («господарчі» ліси) та лісами, в яких відповідні лісогосподарські заходи не проводяться. Так, у господарських соснових лісах Швеції запас ГДЗ становить 4,9 $м^3 \cdot га^{-1}$ (Ekbom et al., 2006), у сосняках та ялинниках помірної зони – близько 14 $м^3 \cdot га^{-1}$ (Harmon, 1986). У середньому, оцінки запасу ГДЗ для лісів інтенсивного лісового господарства знаходяться в межах від 6–7 $м^3 \cdot га^{-1}$ до 10–15 $м^3 \cdot га^{-1}$. Наявність догляду також суттєво впливає на структуру ГДЗ. У лісах інтенсивного ведення господарства сухостій складає дещо меншу частину ГДЗ, тоді як у північних лісах, в яких господарство не ведеться, може досягати 50% і більше (напр., Sippola et al., 1998; Nordén et al., 2004; Ekbom et al., 2006).

Перехід від об'ємних одиниць до оцінок у сухій масі вимагає знання умовної (базисної) щільності мертвої деревини на різних стадіях її розкладу. Експериментальні дані, як правило, містять в собі інформацію про щільність ГДЗ для п'яти класів розкладу (в деяких випадках використовується класифікація, що нараховує три або чотири класи). Для сухостою часто використовується чотири класи його трансформації – від свіжого сухостою до фрагментованих залишків дерев із розкладеною деревиною (Aakala et al., 2007). Середня базисна щільність залежить від розподілу кількості ГДЗ за класами розкладу.

У нашій оцінці використано наявну інформацію з баз даних обліку лісів, базу даних вимірів на пробних площах з вивчення біомаси лісів Північної Євразії (доступна на www.iiasa.ac.at/Research/FOR/ESM models/Tools/Data/Russian Forests&Forestry). Враховуючи досить наближений характер даних, доступних для аналізу, значною мірою були використані усереднені дані для лісів країни за адміністративними областями. Загальний об'єм сухих гілок крон ростучих дерев та пнів був прийнятий на рівні 2% від запасу деревостанів. Середня щільність сухостою оцінена в 0,35 Мг сухої речовини на 1 $м^3$, а ламані 0,25 Мг $м^{-3}$. Вміст вуглецю в сухій речовині прийнято рівним 0,5.

За результатами обчислень (табл. 2.8), загальний запас деревини в сухостої оцінено в 92,56 млн $м^3$ (або ж 9,67 $м^3 \cdot га^{-1}$) і ламані 74,49 (7,78). Разом це дає 17,45 $м^3 \cdot га^{-1}$, або 7,9% від загального запасу деревостанів лісів України, з яких трохи більше половини (55%) знаходиться в сухостійній деревині і 45% в ламані.

Одержані результати свідчать, що резервуар вуглецю в ГДЗ на вкритих лісовою рослинністю ділянках лісів України оцінюється в 26,55 Тг С (або ж 2,77 Мг $С \cdot га^{-1}$), у т.ч. близько 63% у сухостої і 37% – у ламані. Вміст вуглецю в ГДЗ становить 3,6% від загальної його кількості, накопиченої у фітомасі.

Отримані оцінки ГДЗ для України дещо вищі, ніж результати інвентаризацій запасів мертвої деревини в лісах з інтенсивним лісовим господарством Західної Європи і суттєво нижчі даних для лісів Росії, де великі території зайняті лісами без господарського впливу, зі значним поширенням лісових пожеж і спалахів масового розмноження шкідників та патогенів (Швиденко та ін., 2009; Швиденко, Щепащенко, 2011).

Наявна інформація не дозволяє обчислити невизначеність отриманих результатів формальними методами. Найімовірнішою видається експертна оцінка, що середня квадратична похибка загальної кількості ГДЗ для лісів України не виходить за межі 10–15% (довірча ймовірність 0,68), хоча відносно невелика систематична помилка з невизначеним знаком можлива.

Матеріали цього розділу зумовлюють висновок, що загальна кількість органічної речовини в рослинності лісових екосистем України становить 833 Тг С (або ж 88,6 Мг $С \cdot га^{-1}$). У цю величину не входять мертве коріння, а також органічний вуглець ґрунту.

Таблиця 2.8

Запас грубих деревних залишків в лісах України

Адміністра-тивно-територіальна одиниця	Пло-ща, тис. га	Запас, млн м^3	Запас, млн м^3		Вуглець, Тг		Вуглець, усього, Тг
			сухостій	ламань	сухостій	ламань	
АР Крим	311,5	44,59	1,99	1,61	0,36	0,20	0,56
Вінницька	346,5	71,80	3,16	2,55	0,57	0,32	0,89
Волинська	624,6	127,64	5,23	4,22	0,94	0,53	1,47
Дніпропетровська	179,2	19,78	1,19	0,46	0,21	0,06	0,27
Донецька	184,1	25,52	1,42	0,55	0,26	0,07	0,33
Житомирська	1001,6	220,99	9,30	7,51	1,67	0,94	2,61
Закарпатська	656,7	211,31	7,91	8,57	1,42	1,07	2,49
Запорізька	101,0	6,38	0,61	0,24	0,11	0,03	0,14
Ів.-Франківська	571,0	156,26	6,29	6,81	1,13	0,85	1,98
Київська	655,4	164,32	9,65	7,79	1,74	0,97	2,71
Кіровоградська	164,5	24,78	1,29	0,50	0,23	0,62	0,85
Луганська	292,4	44,63	2,25	0,88	0,41	0,11	0,52
Львівська	621,2	158,57	6,65	7,20	1,20	0,90	2,10
Миколаївська	98,2	7,37	0,59	0,23	0,11	0,03	0,14
Одеська	203,9	18,54	1,79	0,70	0,32	0,09	0,41
Полтавська	247,4	53,69	2,25	1,63	0,41	0,20	0,61
Рівненська	729,3	137,47	6,04	4,37	1,09	0,55	1,64
Сумська	425,0	109,25	4,76	3,45	0,86	0,43	1,29
Тернопільська	183,2	36,29	1,46	1,06	0,26	0,13	0,39
Харківська	378,3	81,12	3,71	2,69	0,67	0,34	1,01
Херсонська	116,3	11,55	0,83	0,32	0,15	0,04	0,19
Хмельницька	265,1	57,03	2,40	1,74	0,43	0,22	0,65
Черкаська	315,1	72,24	2,76	2,00	0,50	0,25	0,75
Чернівецька	236,7	65,49	2,39	2,59	0,43	0,32	0,75
Чернігівська	665,7	175,36	6,66	4,82	1,20	0,60	1,80
Разом	**9573,9**	**2101,97**	**92,56**	**74,49**	**16,66**	**9,87**	**26,55**

Summary

Live biomass (LB) of Ukrainian forests was estimated based on data of forest inventory by forest enterprises (of the total amount of ~350) which are managed by the State Agency of Forest Resources of Ukraine (SAFRU) and aggregated data by oblast' for other forest owners. This basic detailed estimate has been done for 2002 as a year with most recent available forest inventory data for forests managed by the state forest authorities. The estimates for 2011 used official data for forests managed by the SAFRU and updated aggregated information for forests of other Ministries and Agencies at the oblast' level. A spatially distributed system of multidimensional regression equations was used for calculation of biomass conversion factors (BCF). The BCF equations have been parameterized based on measurements on sample plots established in Ukrainian forests with some use of data from neighboring regions of Northern Eurasia which are represented in the special database (available at www.iiasa.ac.at/Research/FOR/ESM models/Tools/Data/Russian Forests&Forestry). The models of BCF have been basically represented in form of equations (3.4) and (3.5) which include variables available from data of the State Forest Account by forest enterprises – age, site index and relative stocking by dominant species and geographical regions.

The total LB in forests of Ukraine for 2002 was estimated at 1288 Tg of dry organic matter or 641 Tg C that corresponds to the average density at 6.75 kg $C \cdot m^{-2}$. LB of trees contains 96.5% of the total amount of LB of forest ecosystems. Of this amount 77.2% were stored in aboveground wood (of which stem over bark comprises at 65.9%), 16.9% – in roots and 2.4% – in foliage. Lower layers of forest ecosystems contain a relatively small amount of LB – 1.1% in understory (including shrubs and undergrowth) and 2.3% in green forest floor.

The estimates for 2011 show a substantial increase of the total amount of LB in Ukrainian forests which reached 1524 Tg of dry matter or 758 Tg C that is ~12% more to the values of 2002, and the increase of the carbon density from to 6.75 kg $C \cdot m^{-2}$ in 2002 to 7.93 kg $C \cdot m^{-2}$ in 2011 (+12%). This result follows from the substantial increase of growing stock according to the State Forest Account–2011 – on average by 11%, from 186 $m^3 \cdot ha^{-1}$ in 2002 to 209 in 2011 $m^3 \cdot ha^{-1}$. These dynamics are mostly explained by aging of forests and excess of increment over harvest and losses. This demonstrates consequent increase of LB density – from

5.50 kg C·m^{-2} in 1988 (Lakida et al., 1996) to 6.26 kg C·m^{-2} in 1996 (Бунь та ін., 2004), and to 7.93 kg C·m^{-2} in 2011.

Distribution of LB by species and age has a high correlation with growing stock volume of stands. Forests dominated by coniferous species comprise 44.0%, hard wood deciduous – 46.0% and soft wood deciduous – 10.0% of the total live biomass of the country's forest ecosystems.

Distribution of LB by age groups is following: young stands (two first age classes) comprises 9.8% of the total amount; middle-aged stands 51.2%, immature 20,9%, and mature and overmature stands – 18.1%. The average net phytomass increment is estimated at 2.6 t d.m.·year^{-1} that could be compared with the net average increment by growing stock volume of 3.5 m^3·year^{-1}.

Inventory of coarse woody debris (CWD), which includes snags, logs, stumps, and dry branches of living trees was provided by oblast' based on forest inventory databases and results of measurements on sample plots. The total stock of CWD is estimated at 26.6 Tg C or 2.77 Mg C·ha^{-1}, or 3.3% of the total LB of forest ecosystems.

A systems analysis of all recognized sources of uncertainty allowed us to conclude that the total amount of LB in Ukrainian forests is likely defined with the error of ± 6–8% (CI 0.90). The available initial data are not sufficient to reliably assess the value and sign of the bias of this estimate: likely it is in limits of several percents.

3. ОЦІНКА ПЕРВИННОЇ НЕТТО-ПРОДУКЦІЇ

3.1. Методологія, методика та моделі

3.1.1. Теоретичні засади оцінки первинної нетто-продукції

Різні показники можуть використовуватися для чисельної характеристики продуктивності лісів. Лісогосподарська практика в основному використовує такі показники, як запас деревостанів та його зміни – повний (за загальною продуктивністю) і частковий (за наявним запасом) поточний та середній прирости. Ці показники обмежені оцінюванням продукування основного господарського лісового ресурсу – стовбурової деревини в об'ємній мірі. Різні екологічні задачі потребують знання кількох видів біологічної продуктивності – валової продукції як результату фотосинтезу (Gross Primary Production – GPP); нетто-первинної продукції (Net Primary Production, NPP) як кількості органічної речовині, що фіксується в тканинах рослин; чистої екосистемної продукції (Net Ecosystem Production, NEP) як різниці між нетто-первинною продукцією та гетеротрофним диханням екосистеми; та нетто-біомної продукції (Net Biome Production, NBP) або іншого близького показника – нетто-екосистемного вуглецевого балансу (Net Ecosystem Carbon Balance, NECB). Ці два останні показники дають кінцеве значення обміну вуглецем екосистем з навколишнім середовищем на великих територіях і за проміжок часу не менше одного року, хоча можуть і дещо різнитися залежно від загальної структури розрахункової схеми та від повноти включення всіх складових, що входять в облік повного вуглецевого бюджету.

Серед наведених видів продукції NPP посідає дещо особливе місце, оскільки визначає кількість органічної речовини (вуглецю), секвестрованого із атмосфери і зафіксованої в лісовій екосистемі, тобто «прибуткову» частину вуглецевого балансу. Теоретично, чиста первинна продукція визначається як різниця між загальним фотосинтезом і автотрофним диханням екосистем. Існує багато різних підходів до оцінки NPP лісових екосистем: обліково-статистичні методи, що базуються на безпосередніх вимірюваннях NPP в екосистемах; різні моделі «процесного» типу, які імітують

процеси поглинання вуглецю внаслідок фотосинтезу та його перерозподілу в екосистемах у процесі їх життєдіяльності; використання хлорофільного індексу; застосування методів дистанційного зондування та ін. Усі ці методи мають свої сильні і слабкі сторони. Моделі процесного типу, хоча й повинні чисельно описувати процеси, які визначають продуктивність лісових екосистем, як правило, не забезпечують достатню точність визначення NPP, особливо для відносно малих територій. Дані безпосередніх польових вимірювань біологічної продуктивності в українських лісах дуже обмежені й нерівномірно розміщені по території. Разом із тим, існує нагальна потреба в наявності емпіричної оцінки NPP, як основи верифікації модельних та інших методів (наприклад, результатів дистанційного зондування).

Хоча в наукових публікаціях наводяться дані про значну кількість проведених безпосередніх вимірювань NPP надземної біомаси лісів, включаючи Європу (напр.,http://www-eosdis.ornl.gov/NPP/npp_home.html; http://www.iiasa.ac.at/Research/ESM /Download data/) (див. також Cannell, 1982; Усольцев, 2010), ці вимірювання важко синтезувати. Причин тут декілька. Часто вимірюються тільки окремі компоненти NPP (наприклад, лише компоненти деревостану або надземної частини лісової екосистеми). Конкретні методи, які використовується для обчислення NPP за первинними польовими даними, не завжди чітко описуються, що може призвести до невідомих і неконтрольованих похибок оцінювання. Зокрема, дуже рідко в біометричних дослідженнях наводяться дані про NPP компонентів підземної фітомаси.

У цілому, застосування практично всіх традиційних біометричних методик визначення NPP (виміри *in situ*) зводиться до періодичних вимірів кількості живої і мертвої біомаси. Це не дає можливості в повній мірі врахувати деякі важливі компоненти NPP, наприклад виділення кореневих ексудатів або неметанових вуглецево-водневих сполук (VOC-Volatile Organic Compounds). Значні проблеми створює складність врахування вуглецевого кругообігу в тонкому корінні (fine roots), що може спричиняти значну недооцінку NPP. Оборот тонкого коріння може в середньому скласти від 17,5% до 33% до NPP лісів бореальних та помірних кліматичних поясів (Vogt та ін., 1996; Jackson та ін., 1997a), що у лісах Євразії може забезпечувати більший вклад у повний обсяг NPP, ніж річний приріст

стовбурової деревини. У ґрунтах з низьким забезпеченням рослин елементами живлення частка NPP за рахунок тонкого коріння може досягати 60% від загальної NPP (Vogt, та ін., 1996). Як приклад, таблиця 3.1 містить середні значення NPP і чистої біомної продукції для лісів Європи, отримані різними методами.

Таблиця 3.1

Оцінки середніх значень NPP та NBP для європейських лісів, отримані різними методами

Одиниця виміру – тон $C \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ для щільностей потоку NPP та NBP; похибки вказані в дужках. Модифіковано з роботи Ciais et al. (2005)

Індикатори	Безпосередні вимірювання	Облік лісової фітомаси	Атмосферні інверсії	DGVM*
NPP	6,17 (1,82) [b]	4,48 [c] 3,71 (0,27) [g]	-	4,77 (1,53) [a]
NBP	1,06 (0,59) [e]	1,07 (0,47) [f] 0,73 (0,30) [g]	0,51 (0,55) [d] 0,79 (0,15) [h] 0,75 (0,26) [i]	0,13 (0,18) [a]

*Динамічні глобальні моделі рослинності – Dynamic Global Vegetation Models.

[a] За даними чотирьох моделей (використані такі моделі: HRBM – біосферна модель високої розподільної здатності, TEM – модель наземних екосистем, IBIS – інтегрований біосферний симулятор, LPJ – Лунд-Потсдам-Ієна модель), що підпорядковані одному й тому ж протоколу; включають удобрюючий ефект підвищеної концентрації CO_2, вплив мінливості клімату та зміну лісової території внаслідок переведення частини лісів для сільськогосподарського використання. Результати моделі наводяться тільки для лісового покриву.

[b] Середнє значення для 11 пробних площ бука та ялини в Європейській трансекті CANIF (Schulze та ін., 1999b).

[c] Дані національних інвентаризацій в межах географічної Европи, що використані в «бухгалтерській» моделі Nabuurs et al. (2003).

[d] Результати інверсного моделювання із робіт Gurney et al. (2002) (15 моделей), Bousquet et al. (2000) (2 моделі), Kaminski et al. (1999) та Rayner et al. (1999). Континентальний масштаб NBP з інверсій був перерахований в «лісову NBP» (Vleeshouwers, Verghagen, 2002). Похибка - це сума середньої квадратичної похибки між інверсіями і похибки за формулою Байєса.

[e] Середнє значення для 11 пробних площ у букових та ялинових лісах в Європейській трансекті CANIF; припущено, що NBP дорівнює 0,25 довгострокової акумуляції вуглецю в ґрунті.

[f] Оцінка з Janssens et al. (2003).

[g] Середнє значення NPP для лісів Європейської частини Росії (Швиденко и др., 2008а).

[h] Чотири різних інверсії для всієї території Росії (Ciais et al., 2010).

[i] 12 різних інверсій для всієї території Росії – різні періоди протягом 1988–2008 рр. (цит. за Dolman et al., 2012).

Величина NPP для насаджень бука та ялини Західної Європи (6,2 ±1,8 т $C \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$, табл. 3.1), що визначена як результат прямих біометричних вимірів, значно вища за середній показник по Європі, оскільки пробні площі закладалися в більш продуктивних та здорових деревостанах. В Європі, NPP з «елітних» баз даних у проекті CANIF (http://www.bitoek.uni-bayreuth.de/bitoek/en/forschung/proj/; Schulze et al., 1999a) демонструє важливі відмінності насаджень, що пояснюються віком деревостанів, доступом до поживних речовин, родючістю ґрунтів та кліматом. З іншого боку, причиною заниження NPP може бути оборот дрібного коріння, не врахування кореневих ексудатів, споживання частини фітомаси травоїдними тваринами (McNaughton, 2001), втрати летких органічних речовин (Volatile Organic Compounds, VOC) в атмосферу (Kesselmeier et al., 2003) і розчиненого органічного вуглецю (DOC) в ріки та інші водні системи.

Не зважаючи на досить суттєві похибки, що супроводжують результати вимірювань NPP у лісових екосистемах, цей метод широко використовується. Однією з двох основних причин невизначеностей NPP, пов'язаних саме з українськими лісами, є факт, що безпосередні вимірювання NPP лісових насаджень дуже обмежені за кількістю та нерівномірно розподілені, що не дає змоги оцінити вплив специфіки умов місцезростання лісів і особливостей клімату. Інша причина – практично всі вимірювання NPP в Україні провадилися деструктивними методами, внаслідок чого деякі важливі складові частини NPP не враховувалися. Таким чином, дуже ймовірно, що безпосередні результати вимірювань NPP в Україні на пробних площах мають систематичну від'ємну похибку, величина якої невідома. Дослідження для Росії показали, що врахування всіх цих компонент збільшує оцінку NPP майже на третину (Швиденко и др., 2008a, Швиденко и др., 2008b).

У деяких дослідженнях NPP лісів оцінюється на основі приросту запасу стовбурової деревини та змін в лісовій площі, моделювання дрібного опаду та оцінки грубих деревних залишків (CWD), скоригованих на обсяг рубки та величину порубочних відходів із використанням «бухгалтерського» типу моделей та наступним масштабуванням на базі геоінформаційних систем (ГІС). Похибки такого усереднення не можуть бути оцінені статистичними методами і здатні досягати значних величин. Значні похибки можуть виникнути

при застосуванні алометричних зв’язків, встановлених для декількох насаджень та перенесених на тисячі таксаційних виділів, врахованих під час інвентаризаційних робіт. Nabuurs (2003), використавши дані за 1950–1999 роки для Західної та Центральної Європи (30 країн), встановив, що середнє значення NPP лісів, отримане за даними інвентаризації лісів Західної Європи, менше на 30% за середній показник насаджень з трансекти CANIF. Це свідчить про те, що інформація за трансектою не є повністю репрезентативною для всіх Європейських лісів, хоча деяка невідповідність також могла виникнути через систематичну недооцінку NPP дрібного коріння в інвентаризаційних моделях.

3.1.2. Метод та моделі оцінки первинної нетто-продукції

Для оцінки NPP українських лісів було використано недавно запропонований «напівемпіричний» метод, який ймовірно не має значних систематичних похибок (Shvidenko et al., 2007). Метод базується на моделюванні динаміки загальної продукції фітомаси лісовою екосистемою.

Позначимо через F_A фактичну фітомасу лісової екосистеми, наприклад, її максимальну кількість на деяку дату вегетаційного періоду року A, і через TPF_A загальну (накопичену) кількість фітомаси, продукованої лісовою екосистемою протягом її життєвого циклу до року A. Обидва індикатори визначаються в одиницях маси на одиницю території в сухій речовині або вуглецю, наприклад, кг С·м$^{-2}$ або т С·га$^{-1}$. Очевидно, річне зростання загальної продукції фітомаси (або загальний приріст фітомаси) GGF_A є первинна продукція екосистеми у віці A (NPP_A), тобто маса органічної речовини, виробленої екосистемою за одиницю часу (в нашому випадку – рік). Нетто-річне зростання кількості фітомаси в екосистемі (чистий приріст фактичної фітомаси) NGF_A являє собою частину нетто-екосистемної продукції, що обмежена рослинністю NEP_A* (цей показник не включає в себе зміну кількості органічного вуглецю в ґрунті), тобто:

$$GGF_A = NPP_A = TPF_A - TPF_{A-1}, \qquad (3.1)$$

$$NGF_A = NEP_A^* = F_A - F_{A-1}. \quad (3.2)$$

Загальна продукція фітомаси TPF_t лісової екосистеми за час t може бути представлена як:

$$TPF_t = TPF_t^{st} + TPF_t^{br} + TPF_t^{fol} + TPF_t^{root} + TPF_t^{under} + TPF_t^{gff}, \quad (3.3)$$

де верхні індекси позначають фракції фітомаси: *st* – це деревина стовбура, *br* – деревина гілок (обидві у корі), *fol* –листя (хвоя), *root* – коріння, *under* – нижній ярус насадження (підлісок, підріст) і *gff* – зелений ґрунтовий покрив. У правій частині (3.3) загальна продуктивність за фракціями визначається як:

для стовбурової деревини TPF_t^{st}, припускаючи що R^i однакове для ростучих деревостанів та річного відпаду:

$$TPF_{t=A}^{st} = \sum_{A=1}^{A} (TV_A - TV_{A-1}) R^{st}, \quad (3.4)$$

включаючи кору:

$$TPF_{t=A}^{bark} = \sum_{A=1}^{A} (TV_A - TV_{A-1}) R^{bark}; \quad (3.5)$$

для деревини крони (гілля) TPF_t^{br}– коефіцієнт u визначає втрату деревини в кроні живих дерев (відмерлі гілки, пошкодження комахами та вітром і т. п.)

$$TPF_{t=A}^{br} = \sum_{A=1}^{A} (TV_A - TV_{A-1}) R^{br} + u F_{A-1}^{br}; \quad (3.6)$$

для листя (хвої) TPF_t^{fol} – припускаючи рівномірний розподіл відпаду хвої протягом року і використовуючи середню тривалість існування хвої і листя та тривалість вегетаційного періоду h – описується наступним рівнянням (3.7):

$$TPF_{t=A}^{fol} = \sum_{A=1}^{A} [(F_A^{fol} - F_{A-1}^{fol}) + (F_{A-l}^{fol} - F_{A-l-1}^{fol}) = (1 + \frac{u}{q}) F_{A-1}^{fol} + \frac{h}{2k}((TV_A - GS_A) - (TV_{A-1} - GS_{A-1})) R_{A-1}^{fol}]. \quad (3.7)$$

У рівняннях (3.4–3.7) *TV* і *GS* відповідно означають загальну продуктивність деревостану в традиційному таксаційному розумінні терміна (тобто загальний об’єм стовбурової деревини, що продукований лісовою екосистемою протягом її життєвого циклу до віку *A*) і фактичний запас (стовбурова деревина) у віці *A*. В (3.7) перша складова враховує зміну наявної фітомаси листя (хвої); друга складова – нові шпильки, що виростають на місці відпалих,

припускаючи, що протягом поточного року вся хвоя, що з'явилися l років тому, відпадає, l – це середній життєвий цикл хвої; третя складова – це втрата живого листового апарату (з'їденого комахами, механічні пошкодження, що враховується коефіцієнтом u); на кінець, четверта складова – це листя (хвоя), що виросли на деревах, які відмирають протягом року, для якого проводяться обчислення.

Інші параметри в (3.7): 2 – це корекція для періоду, протягом якого відбувається неврахована втрата дерев (якщо втрата відбувається після того, як пройшла половина сезону росту, наприклад після «обліку», вона не повинна враховуватися двічі); q – це корекція для періоду, протягом якого відбувається втрата листового апарату дерев (2 для листяних видів та 1 для вічнозелених, наприклад, якщо облік листя відбувся в середині сезону росту, все, що втрачається пізніше, не впливає на оцінку продуктивності, бо все листя опадає під кінець року); що ж стосується вічнозелених порід, то втрата шпильок протягом другої половини року компенсується приростом за наступний рік і повинна бути врахованою; l – період існування листового апарату; k – поправка на зменшення продуктивності дерев, що відпадають протягом поточного року. Базуючись на даних аналізу продуктивності дерев за різними класами Крафта, яка доступна з нашої бази даних для сосни, ялини та модрини (дані постійних пробних площ), ми припускаємо, що k =3 для насаджень, де існує тільки природний відпад і k = 1,5 для модальних насаджень, де патогенний та (або) механічний (наприклад рубки догляду) відпад є головними чинниками зменшення запасу.

Загальна продукція фітомаси коріння визначалася за моделями (3.8 і 3.9):

$$TPF_{t=A}^{f_root} = \sum_{A=1}^{A} [Pc^{f_root}(F_A^{root} - F_{A-1}^{root}) + (F_{A-m}^{f_root} - F_{A-m-1}^{f_root}) + u\,F_{A-1}^{f_root} + \frac{Pc^{f_root}}{2k}((TV_A - GS_A) - (TV_{A-1} - GS_{A-1}))R_{A-1}^{root}], \quad (3.8)$$

$$TPF_A^{root} = F_A^{f_root} + (1 - Pc^{f_root})TV_A R_A^{root}, \quad (3.9)$$

де TPF^{f_root} і TPF^{root} – це, відповідно, загальна продуктивність фітомаси тонкого (< 2 мм) і всього коріння. Перший компонент у (3.8) відповідає за зміну маси коріння живих дерев; другий – за нове тонке

коріння, яке замінило відмерле; третій – за втрату тонкого коріння (внаслідок поїдання комахами тощо) і четвертий – за нове тонке коріння, що відмирає протягом поточного року. Pc^{f_root} – це частка тонкого коріння відносно загальної маси всього живого коріння і m – це середній життєвий цикл дрібного коріння. Інші коефіцієнти в (4.8), k і u, мають такий же зміст, як і в (3.7), але стосовно дрібного (тонкого) коріння. Вирази $(TV_A - GS_A) - (TV_{A-1} - S_{A-1})$ і $(TV_A - GS_A)$ показують відпад стовбурової деревини протягом року A і за весь життєвий цикл насадження до року A, відповідно.

Для підліску і підросту, загальна продуктивність фітомаси визначалася:

$$TPF^{under}_{t=A} = \sum_{A=1}^{A}[(F^{under}_{A} - F^{under}_{A-1}) + x^{under} F^{under}_{A-1}], \quad (3.10)$$

а для зеленого ґрунтового покриву:

$$TPF^{gff}_{t=A} = \sum_{A=1}^{A}[(F^{gff}_{A} - F^{gff}_{A-1}) + x^{gff} F^{gff}_{A-1}], \quad (3.11)$$

де x^{under} *та* x^{gff} означають, відповідно, загальний річний відпад зелених частин і дрібного коріння для підліску і підросту та зеленого ґрунтового покриву.

Динаміка запасу насаджень, загальна продуктивність і динаміка фітомаси за головними фракціями були запозичені з регіональних моделей росту та біопродуктивності лісових екосистем (Швиденко и др., 2008а). Коефіцієнти рівнянь розраховані на основі аналізу та синтезу опублікованих даних. Ми також використали доступні вимірювання для різних районів помірної зони Євразійського континенту в тій частині, де відчувалася недостатність відповідних вимірювань для українських лісів.

Чутливість розглянутих рівнянь варіює залежно від різних індикаторів. Зокрема, величина обороту дрібного коріння і хвої суттєво впливає на оцінку NPP. За сучасними даними, вклад тонкого коріння у величину NPP у лісових екосистемах в середньому становить 33–67% (наприклад, Jackson et al., 1997b) за умови, що середній кругообіг тонкого коріння – один рік. Як показують численні дослідження останніх років, довжина життєвого циклу тонкого коріння деревних порід змінюється від одного-двох місяців до 8–10 років залежно від породи, типу лісорослинних умов та географічного розташування. Доступні оцінки для більшості

лісотвірних деревних порід помірної та бореальної зони змінюються в середньому від одного до десяти років (наприклад, Молчанов, 1971; Прокушкин, 1992; Burke, Raynal, 1994; Jackson et al., 1997b; Gill, Jackson, 2000; Matamala et al., 2003). Середні дані для основних лісотвірних деревних порід та біокліматичних зон для лісорослинних умов, подібних до українських, знаходилися в межах від одного до трьох років. Довголіття хвої для вічнозелених видів було оцінено, базуючись на регіональних дослідженнях.

Просторова неповнота вимірювань (включаючи також відношення маси дрібного коріння до загального обсягу фітомаси коріння у насадженнях та деякі інші) вплинула на достовірність кінцевих результатів. Однак проведений аналіз чутливості результатів моделі до можливого рівня мінливості вхідних параметрів засвідчив допустимий рівень точності.

Викладений вище алгоритм з використанням регіональних моделей росту та продуктивності бувло застосовано до лісообліkових даних ~350 лісових підприємствах бази даних українських лісів у 2002 році. Визначення чистої первинної продукції лісів, які контролюються іншими окрім ДАЛРУ відомствами, проводилися на рівні області. Для цієї роботи результати були оновлені станом на 2011 рік. В обох випадках для лісів, не підпорядкованих ДАЛРУ, ми вважали, що первинна продукція в них становить 2/3 від відповідних категорій лісів, які знаходяться у порядкуванні Державного агентства лісових ресурсів України для окремих регіонів та основних лісотвірних порід.

3.2. Первинна нетто-продукція українських лісів

Детальні результати оцінки NPP за областями станом на 2011 рік представлені в додатках 4 і 5, а агреговані дані для лісів усієї країни – в таблицях 3.2 і 3.3.

За даними таблиць 3.2 і 3.3, NPP українських лісів є досить високою – 49,0 Тг С·рік$^{-1}$, або, в середньому, 512 г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$. Це майже на 2/3 вище середньої щільності NPP для російських лісів (317 г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$) і дуже близько до останньої оцінки середньої NPP для 25 країн Європейського союзу – 520±75 г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$ (Luyssaert et al., 2010).

Таблиця 3.2

Розподіл чистої первинної продукції за фракціями фітомаси,

Мг С·рік$^{-1}$ (оцінка 2011 року)

Групи порід та основні види	Розподіл ЧПП за компонентами (фракціями), Мг С·рік$^{-1}$						Загальна ЧПП	У т.ч. надземна
	стовбур	гілки	листя	коріння	підлісок та кущі	живий ґрунтовий покрив		
Хвойні	5160,1	1068,3	3551,8	4622,0	460,4	2550,7	17413,3	11377,8
У т.ч. сосна	4034,1	790,3	2608,7	3505,1	359,1	2386,2	13683,5	8877,6
ялина	909,5	211,6	678,8	933,2	80,5	123,6	2937,2	1918,1
ялиця	203,8	63,7	254,8	170,1	19,1	28,9	740,4	550,1
Твердолистяні	4006,8	1492,0	6692,6	9460,9	1735,8	3439,1	26827,3	15126,0
У т.ч. дуб	2567,7	915,1	4682,0	6225,5	1057,4	2212,3	17660,1	10011,1
бук	855,5	374,3	1137,2	2018,4	388,6	620,2	5394,1	2949,1
М’яколистяні	955,3	242,3	1547,2	1099,7	214,0	573,1	4631,7	3181,2
У т.ч. береза	590,1	144,7	761,6	627,7	93,6	270,6	2488,3	1697,2
осика	58,2	13,5	50,6	62,2	12,6	28,7	225,8	145,5
Інші види	29,5	7,8	33,3	29,2	17,1	52,5	169,4	108,8
Усього	10151,7	2810,4	11824,8	15211,8	2427,5	6615,4	49041,7	29793,9
Відсоток,%	20,7	5,7	24,1	31,0	4,9	13,5	100,0	
Щільність, г С·м$^{-2}$ рік$^{-1}$	106	29	124	159	25	64	512	311

Таблиця 3.3

Розподіл чистої первинної продукції за породами та віковими групами в лісах України

Групи порід та основні види	Площа, тис. га	ЧПП за віковими групами, Мг С·рік$^{-1}$							ЧПП, гС·м^2·рік$^{-1}$
		молодняки 1[a]	молодняки 2[a]	середньовікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Хвойні	4244,5	847,2	3701,5	8383,9	3159,3	1230,7	90,7	17413,3	410
У т.ч. сосна	3399,1	587,2	2938,0	6742,7	2635,4	754,6	25,6	13683,5	403
ялина	696,6	133,3	662,0	1427,4	381,5	289,7	43,3	2937,2	422
ялиця	135,3	125,0	92,3	196,2	126,9	181,2	18,9	740,4	547
Твердолистяні	4202,2	693,4	3056,7	14583,3	3499,6	3475,0	1519,3	26827,3	638
У т.ч. дуб	2753,5	402,1	2259,5	10940,8	1948,9	1640,0	468,8	17660,1	641
бук	758,1	159,3	324,4	2886,8	832,2	723,8	467,6	5394,1	712
М'яколистяні	1056,5	99,8	325,9	2054,9	1015,7	859,9	275,6	4631,7	438
У т.ч. береза	504,0	57,3	196,1	1180,9	638,0	395,6	20,3	2488,3	494
осика	53,4	9,9	26,5	28,5	45,6	83,3	32,0	225,8	423
Інші види	70,7	8,1	17,7	59,4	26,4	26,1	31,7	169,4	240
Усього	9573,8	1648,4	7101,7	25081,5	7701,0	5591,7	1917,3	49041,7	512
Відсоток,%		3,4	14,5	51,1	15,7	111,4	3,9	100,0	
Щільність, г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$		266	466	566	505	507	520	512	

Примітка: [a] Група **молодняки–1** включає перші два класи (від одного до 20 років для більшості лісотвірних порід) і **молодняки–2** – третій і четвертий класи віку (від 21 до 40 років).

Зі всього обсягу NPP українських лісів, 35,5% належить хвойним породам, 54,7% – твердолистяним та 9,4% – м'яколистяним. На ліси, де домінують інші деревні породи, припадає лише 0,4% загальної NPP лісів країни. Велика частка продуктивності забезпечується середньовіковими (51,1%) та пристиглими (15,7%) насадженнями. NPP стиглих лісів залишається високою, бо вік рубки (стиглості), що використовується в Україні, далекий від віку природної стиглості. NPP твердолистяних лісів значно вище за NPP хвойних лісів (638 проти 410 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$), що певним чином пояснюється істотно різним внеском зеленої частини хвойних та листяних порід у загальну величину NPP лісових екосистем.

Розподіл NPP за фракціями є типовим для лісів помірної зони. Значна частка NPP дерев зосереджена в листовому апараті (24,1%) і в підземній фітомасі (31,0%), головним чином за рахунок дрібного коріння. Досить велика частка NPP знаходиться за межами деревного ярусу – 13,5% розміщується в зеленому ґрунтовому покриві і 4,9% – у підліску та підрості.

Величина NPP, яка локалізована в надземній фітомасі лісових екосистем, становить 60,8% від загальної, тобто середнє відношення надземної до підземної фітомаси складає 1,55. Це відношення суттєво різниться для різних видів і груп порід. Наприклад, для бука воно буде 1,21, тоді як для берези – 2,15.

Просторовий розподіл NPP залежить від складу деревних порід та продуктивності лісорослинних умов. Середня щільність вкритих лісовою рослинністю ділянок за лісовими підприємствами представлена на рис. 3.1. Тут наведені середні дані на одиницю площі вкритих лісовою рослинністю ділянок за лісовими підприємствами (г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$).

Отриманий результат характеризує середню продуктивність лісів України за останнє десятиріччя. Він не враховує вплив глобальних змін і кліматичних флуктуацій на тренди та щорічну мінливість NPP.

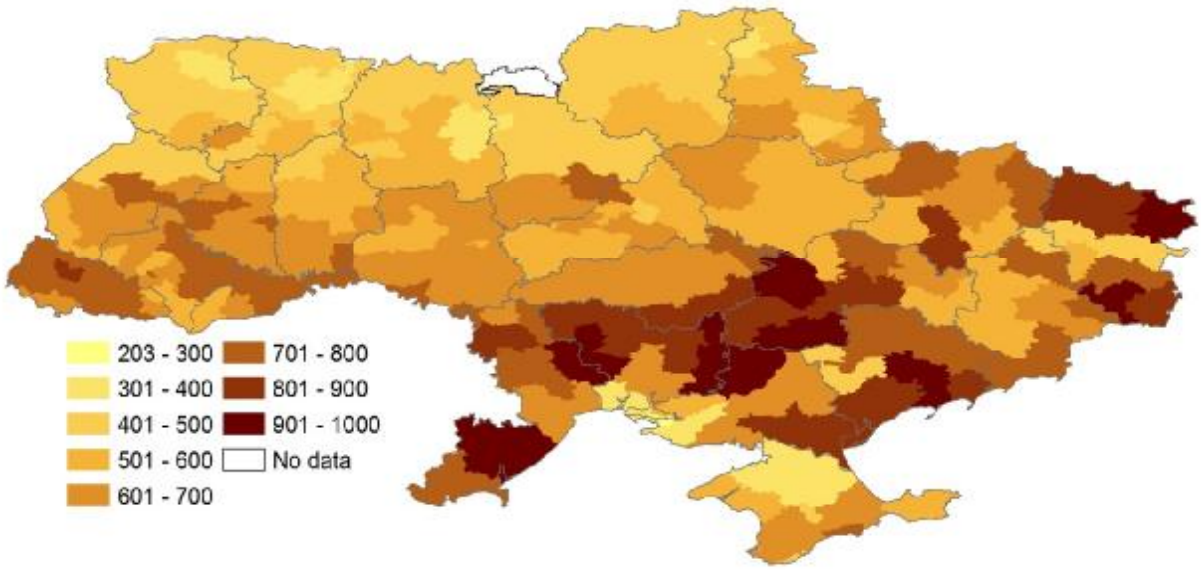


Рис. 3.1. Чиста первинна продукція лісів України

Достовірність отриманих результатів залежить від точності даних обліку та відповідності моделей росту регіональним особливостям лісів. Розрахунки, подібні до тих, що наведені при розгляді невизначеностей в оцінці фітомаси, приводять до висновку, що середня помилка обчислення NPP знаходиться на рівні 10–15%. Однак, враховуючи вплив зміни кліматичних умов, можна чекати, що наведені дані дещо занижують сучасну нетто-продуктивність лісових екосистем.

Summary

Net Primary Production (NPP) of Ukrainian forests is defined for the first time in this study. In order to provide a possible accurate estimate of NPP of forest ecosystems, a recently developed «semi-empirical» method (Shvidenko et al., 2007) has been used. The method is based on modeling of live biomass production of forest ecosystems using regional models of growth and dynamic models of live biomass. The method has not any recognized biases. Estimates of NPP have been done for 2002 by forest enterprises and updated for 2011 – by administrative region («oblast») of the country.

By state for 2011, NPP of Ukrainian forests is high – 49.0 Tg $C \cdot yr^{-1}$, or 512 g $C \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$. Of the total amount of NPP, 35.5% is produced by coniferous forests, 54.7% – by hard wood deciduous and 9.4% – by soft wood deciduous forests. Major part of the total NPP is provided by middleaged (51.1%) and immature (15.7%) forests. NPP of mature forests remains high because the officially regulated age of harvest of Ukrainian forests is substantially lower than the age of natural maturity. By group of species, density of NPP is distributed as following: hard wood deciduous 638 $gC \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$ (including oak 641 $gC \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$), soft wood deciduous 438 $gC \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$ (including birch 494 $gC \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$), and coniferous forests 410 $gC \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$ (including spruce 547 $gC \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$ and pine 403 $gC \cdot m^{-2} \cdot yr^{-1}$).

Distribution of NPP by fraction is as following: 81.6% of the total NPP is allocated in trees, of which 27.5% is in above ground wood (and 20.7% in stem wood), 24.1% – in foliage, and 31.0% is comprised by tree roots. Green forest floor comprises 10.6% NPP and understory – 3.9%. All NPP that is allocated in the above ground live biomass of the forest ecosystems accounts for 60.8%, and 39.2% is allocated below ground, i.e. the average ratio between above and below ground live biomass is 1.55. This ratio is different for different species and groups of species (e.g., 1.21 for beech, 2.15 for birch).

The above estimates are average for the last two decade and do not include the impacts of climate and environment change. Estimated uncertainty of the average annual NPP for the forests of the country is around 10–15% (CI 0.9). Taking into account that the method used for assessment of NPP is substantially based on growth regularities of previous decades, one could suppose that this estimate underestimates current NPP of Ukrainian forests, presumably in range of several percent.

4. ПРОГНОЗ ДИНАМІКИ ТА БІОСФЕРНОЇ РОЛІ УКРАЇНСЬКИХ ЛІСІВ

4.1. Сценарії динаміки лісів

Як описано в другому розділі, сучасний стан земель та навколишнього середовища в Україні є незадовільними. Існує необхідність значного покращення ситуації, особливо щодо зменшення індустріальних викидів, використання екологічно нешкідливих систем у сільському господарстві, відновлення раніше створених елементів та завершення системи полезахисних лісових компонентів, заліснення деградованих сільськогосподарських земель тощо.

Прогнозування стану лісів і лісового господарства на майбутнє є досить складною проблемою, враховуючи її «нечіткий» характер і значні невизначеності економічного, соціального та екологічного передбачення в умовах світу, що змінюється.

Методологія прогнозування і основні фактори, що повинні бути при цьому враховані, залежать від періоду, на який прогноз розрахований. Разом із тим, специфіка лісогосподарського виробництва, яке сьогодні визначає можливе майбутнє лісів на багато десятиріч уперед, потребує, з одного боку, погодження між довгостроковими і короткостроковими прогнозами, а з другого – накладає додаткові невизначеності на заходи, що повинні бути реалізовані в рамках короткострокових прогнозів, оскільки вони повинні враховувати далекосяжні цілі з горизонтом передбачення, який може перевищувати сто – сто п’ятдесят років. Зрозуміло, що прогнозні дані не можуть забезпечити «точну» відповідь, швидше, вони дають деяку направляючу інформацію для розуміння ситуації, «що буде, якщо...» в рамках варіантного оцінювання можливого майбутнього.

Очевидно, що підходи до прогнозування в своїй основі мають національний характер, хоча в сьогоднішньому світі уникнути впливу глобалізації неможливо. Наприклад, велика група шведських дослідників у рамках інтегральної дослідної програми «Майбутні ліси» (Future Forests) визначила 11 тем, які мають найбільше значення для лісів Швеції (в основному бореальних) для довгострокового прогнозу: кліматичні зміни; політика, що зумовлена кліматичними змінами; альтернативи в землекористуванні; енергія та біоенергія;

демографія і міграція; катастрофи в навколишньому середовищі; ринки лісових продуктів; геополітика; управління лісами; науковий і технологічний розвиток; а також схвалений суспільством і державою вибір напрямів та цінностей. Для обґрунтування сценаріїв розглядалося два джерела невизначеностей, які у свою чергу є об'єднанням кількох рушійних сил: (1) роль, яку сильні політичні інституції могли б відігравати в досягненні транснаціональних угод про використання лісів, і (2) місце, яке відновлювана енергія, і біоенергія зокрема, могли би зайняти в майбутньому суспільстві. Ці дві невизначеності були розглянуті в чотирьох можливих сценаріях майбутнього – «збалансованої діяльності» (***Balancing Act***), «поглинання вуглецю» (***Carbon Sink***), «заміщення вуглецю» (***Carbon Substitution***) і сценарій «свобода для всіх» (***Free-of-all Scenario***). Сценарії побудовані в передбаченні різних рівнів стабільності у світовому розвитку, різних стратегій розвитку енергетики, наявності різних можливостей міжнародного управління лісами і т.д.

У нашому розгляді, короткостроковий (2016–2031 рр.; тут і нижче розуміється, що дані наводяться станом на 1 січня відповідного року) прогноз динаміки лісистості, стану та продуктивності лісів країни базується на двох сценаріях:

– «Інерційний» («Бізнес-як-звичайно»), який використовує сьогоднішнє розуміння суспільством та державою ролі лісів у подальшому розвитку країни, наявні тенденції динаміки лісистості, тренди національних економічних показників та обсяги виконаних лісогосподарських робіт за 1990–2010 роки;

– «Прогресивний», який базується на необхідності переходу до сталого лісоуправління і, орієнтуючись на сучасні економічні можливості, рівень законодавчого забезпечення та ін., бере до уваги глобальні зміни, програмні та урядові рішення у сфері розвитку національної економіки, сільського господарства, лісового господарства тощо і вимоги захисту та покращання навколишнього середовища.

Основні передумови розвитку в рамках розгляду сценаріїв динаміки українських лісів протягом наступних 15 років, є: (1) необхідність враховувати основні політичні, соціальні, економічні та екологічні чинники, що впливають на українське суспільство й економіку і, таким чином, на теперішній і майбутній стан та

функціонування в Україні лісового сектору і веденні лісового господарства, (2) необхідність переходу до сталого управління лісами в рамках комплексного управління земельними ресурсами в умовах глобальних змін клімату, (3) захисна роль, яку відіграють ліси для інших категорій земель у різних природних зонах і ландшафтах, зокрема, роль агролісомеліорації в області захисту сільськогосподарських земель та навколишнього середовища; (4) потреба в реабілітації деградованих і забруднених ландшафтів; (5) зв'язок між практикою лісокористування та управлінням вуглецем, зокрема використання лісової біомаси для виробництва енергії; та (6) очікуваний розвиток лісової промисловості. Моделювання майбутнього стану та функціонування лісів вимагає відповідної комбінації інформації, використання моделей різних типів і історично акумульованих знань.

Прогноз соціального та економічного розвитку країни є основою будь-якого сценарію. Тому в прогнозах були використані відповідні державні програми та інші офіційні документи як орієнтири для вибору контрольних цифр. Відзначимо, що значна частина таких документів була прийнята на початку нинішнього сторіччя і розрахована на період до 2011–2015 рр. На момент написання цієї роботи, точні чисельні дані про виконання програм були невідомі, але в цілому більшість програм виконано не було (особливо в запланованих заходах із покращання стану зовнішнього середовища та реабілітації природних ландшафтів). Різні причини вплинули на такий результат, у тому числі й світова економічна криза 2008–2010 років. У нашому підході ми зробили деякі поправки, враховуючи відому періодичність світових рецесій та інших кризових явищ, таких як регіональні конфлікти, які хоч і непрямо, але суттєво впливають на динаміку сучасного світу (Згуровський, 2009).

Достовірних даних для обґрунтованості соціально-економічного розвитку країни на найближчі 20 років небагато, оскільки майбутній розвиток країни істотно залежить від того, які політичні сили будуть знаходитися в керівництві держави.

Ріст валового національного продукту в останні роки свідчить, що країни світу поступово, повільно, але все таки долають наслідки світової кризи 2007–2008 рр. Хоча в 2010–2011 рр. ріст реального ВНП в Україні був досить високим (відповідно 4,2 і 4,6% за рік), країна ще не досягнула рівня 2007 року (–5,5% у 2011 році) (FAO,

2011). Разом із тим, необхідні політичні та економічні реформи проводяться повільно й непослідовно, а деякі негативні тенденції посилюються. Так, за оцінками «Transparency International» Україна в 2011 році посідала 152 місце за рівнем корупції із 183 країн (що на 9 місць гірше, ніж ранг Росії).

Для того, щоб зберегти прогресивний сценарій близьким до реальності, при обґрунтуванні першого періоду прогресивного сценарію були використані відповідні наукові напрацювання та державні програми розвитку лісового сектору на 2002–2015 роки. Цей сценарій розглядається лише як перший, але необхідний, крок у переході до сталого управління лісами та необхідної оптимізації структури природних ландшафтів України як у кількісному відношенні (доцільні площі лісових і інших захисних компонентів), так і в їх розподілі по території. Відзначимо, що в цілому, прогресивний сценарій не передбачає повного розв'язання всіх невідкладних проблем і в основному обмежений розглядом біосферної ролі лісів. Очікувані зміни клімату враховуються як один із важливих факторів в обох сценаріях.

Оскільки захист зовнішнього середовища і стабілізація кліматичної системи Земля є одними з найбільш важливих планетарних функцій лісового покриву, оцінка сучасного і майбутнього вуглецевого бюджету лісів України та його основних рушійних сил є важливою передумовою прогнозування.

4.2. Вуглецевий бюджет українських лісів

4.2.1. Теоретичні засади оцінки бюджету лісів

Існують різні оцінки ролі українських лісів у глобальному вуглецевому циклі до визначеної дати. Для періоду 1990–1994 років, Васильченко (1998), оцінивши розмір поглинання вуглецю лісами в 19,7 Тг С·рік$^{-1}$ (тут і нижче – середній показник за період), вплив рубок, які зумовлюють емісії в розмірі 4,1 Тг С·рік$^{-1}$, та пожеж (0,05 Тг С·рік$^{-1}$ за площі пожеж 4,2 тисячі га в рік), дійшов висновку, що вуглецевий баланс лісів України становить 15,2 Тг С·рік$^{-1}$ (тут і далі додатній знак використаний для позначення поглинання атмосферного вуглецю екосистемами).

Перша Національна доповідь для Секретаріату Рамкової Конвенції ООН зі змін клімату оцінила розмір поглинання вуглецю лісами в країні від 14,1 Тг С·рік$^{-1}$ в 1990 році до 17,6 у 1995 році і 18,1 Тг С·рік$^{-1}$ у 2000 році. В доповіді не враховували ґрунт, як важливий компонент вуглецевого балансу, так само як і вплив лісів на стабілізацію сільськогосподарських ландшафтів. Оцінка, що була зроблена на базі GIS технологій, агрегованих даних обліку лісів та моделей (Бунь, та ін., 2004) зумовила висновок, що секвестр вуглецю у фітомасу лісових екосистем складав ~20 Тг С·рік$^{-1}$ у 2000-му році, а загальний вуглецевий бюджет лісового сектору оцінювався в 17,8; 20,2 та 20,8 Тг С·рік$^{-1}$ у 1990, 1995, 2000 роках відповідно (деревні лісові продукти в розрахунок не були включені). Подібна оцінка чистого поглинання вуглекислого газу лісовими екосистемами (55,5–61,1 Мт CO_2 екв.·рік$^{-1}$) наводиться В. П. Пастернаком (2011) для 1990–2008 рр.

Усі зазначені результати є неповними і можливі їх похибки невідомі, бо в них були використані агреговані дані та (в певній мірі) моделі і деякі параметри «за замовчуванням» згідно з Керівними вказівками Міжурядової групи експертів з кліматичних змін (МГЕЗК) (IPCC, 2003). Тому ці результати можуть розглядатися тільки як деяка орієнтовна оцінка вуглецевого бюджету лісів України. Разом із тим, вони достатньо узгоджені між собою. Національна Інвентаризаційна Доповідь «Викиди та поглинання парникових газів в Україні на період 1990–2005 роки» переглянула попередні результати та визначила розмір чистого стоку (поглинання) вуглецю в секторі землекористування, змін землекористування і лісівництва (LULUCF) на рівні 14,0 Тг С·рік$^{-1}$ у 1990 році; ця величина дещо збільшувалася до 1999 (17,9 Тг С·рік$^{-1}$) і зменшилася після (до рівня 16,0 Тг С·рік$^{-1}$ у 2005 році). Нещодавній перегляд попередніх обчислень (Национальный кадастр…, 2010) дає схожу оцінку – щорічне поглинання вуглецю вкритими лісовою рослинністю ділянками протягом 1990–2009 рр. оцінюються як 57–60 мільйонів т CO2-екв (~16 Тг С·рік$^{-1}$) із невеликими флуктуаціями (відзначимо, що щорічні флуктуації в подібних оцінках є лише артефакт обчислень, оскільки для чисельної оцінки мінливості річних даних достатньої інформації немає). Наведені оцінки виконані на основі стандартної методології МГЕЗК. Оцінки стоку вуглецю в лісові екосистеми України в межах 16–19 Тг С·рік$^{-1}$, тобто 1,7–1,9 Тг С·га$^{-1}$·рік$^{-1}$, знаходяться на вищій межі

поглинання вуглецю найбільш продуктивними лісовими екосистемами Європи. Дослідження вуглецевого бюджету в різних категоріях лісів України і сусідніх країн численні, хоча виконувалися за різними методиками і не мають загальної системної основи (Сендзюк, Лакида, 2009).

У певних категоріях лісів країн східної Європи відзначається високий рівень поглинання вуглецю лісовими культурами. Так, у соснових культурах Білоруського Полісся середній секвестр вуглецю до 50-річного віку оцінюється на рівні 2,0–2,7 т $C \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ (Никитин, 2004). У центральному лісостепу Росії в сухих та свіжих дібровах максимум досягається в 40 років і становить 2,19 і 2,45 т $C \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ відповідно (Шишикин, 2007). Разом із тим ці дані не враховують деяких важливих компонентів вуглецевого циклу – вони дають чисту екосистемну продукцію окремих типів лісових екосистем, а не величину чистого екосистемного вуглецевого бюджету.

У представленій роботі була використана дещо спрощена версія методології обліку повного верифікованого вуглецевого бюджету рослинних екосистем (ПВБ), розроблена Лісовою програмою Міжнародного інституту прикладного системного аналізу (IIASA). Ця методологія базується на розумінні того, що тільки знання повного вуглецевого бюджету в секторі землекористування, змін у землекористуванні і лісівництві відповідає довгостроковим цілям Рамкової конвенції ООН зі змін клімату. Термін «повний» означає, що в розгляд повинні бути включені всі категорії лісових земель, усі складові лісових екосистем, усі процеси, причетні до формування вуглецевого балансу. Друга обов'язкова умова методології – необхідність за можливістю повного і достовірного обчислення невизначеностей (похибок у статистичному розумінні цього терміна) на всіх етапах і для всіх модулів схеми обчислення ПВБ. При цьому враховується, що як ПВБ, так і процес його оцінювання – це складна, відкрита, динамічна і, що є визначальним, нечітка (недостатньо організована) система, англійською мовою *fuzzy system*, або ж *full complexity* чи *ill-defined problem*) (Shvidenko et al., 2004; Shvidenko et al., 2010). Однією з основних ознак недостатньо організованих систем слід вказати те, що функція належності елементів або підсистем до системи, що вивчається, є стохастичною. Зважаючи на це, структурна невизначеність системи (тобто ступінь відповідності штучно

створеної абстрактної облікової системи реально існуючій природній системі) не може бути встановлена засобами, що існують «всередині» облікової системи, а може бути проведена лише на основі незалежної верифікації. Оскільки така верифікація потребує не менших, а, як правило, більших витрат людських і фінансових ресурсів, чим ті, які витрачені на весь попередній облік, то такий спосіб не має практичних перспектив і не застосовується.

Методологія повного вуглецевого бюджету екосистем, яка розроблена IIASA, спрямована на те, щоб врахувати виокремлену специфіку нечітких систем. Головна риса згаданої методології – це послідовне застосування прикладного системного аналізу, використовуючи всі доречні джерела інформації та послідовну системну інтеграцію проміжних результатів, отриманих незалежними методами та моделями. Тоді невизначеності остаточного результату встановлюються на основі порівняльного аналізу, гармонізації та багатосторонніх обмежень (*mutual constraints*) проміжних та остаточних результатів, отриманих різними методами. В найпростішому випадку це можна зробити на основі Байєсівського підходу (Shvidenko et al., 2010; Quegan et al. 2011).

Існує декілька основних методів визначення вуглецевого бюджету лісових екосистем: інвентаризаційні підходи, процесні моделі (наприклад динамічні глобальні моделі рослинності – *Dynamic Global Vegetation Models, DGVMs*), безпосереднє вимірювання обміну вуглецем екосистем з атмосферою (головним чином методом вихрових пульсацій – *eddy covariance*) і метод атмосферних інверсій (*inverse modeling*). Усі наведені методи мають свої переваги і недоліки.

«Інвентаризаційні» методи об’єднують різні емпіричні підходи. Міжнародний інститут прикладного системного аналізу запропонував системне об’єднання доцільних «інвентаризаційних» методів у вигляді ландшафтно-екосистемного підходу (ЛЕП). Цей підхід використовує все доцільне емпіричне і напівемпіричне знання відносно екосистем та ландшафтів, їх функціонування та взаємодії з навколишнім середовищем. Основною перевагою згаданого методу є можливість чіткої структуризації ПВБ, використання строгих алгоритмів обчислень, послідовна і надійна оцінка невизначеностей «всередині» підходу, а основним його недоліком – обмежені прогностичні можливості. Інформаційна база ЛЕП подається у вигляді Інтегральної земельної

інформаційної системи, що дозволяє в явному просторовому представленні системно об'єднати всю доступну інформацію і відповідні моделі.

«Процесні» моделі динаміки рослинності (наприклад *DGVM*) описують базові фізіологічні процеси функціонування екосистем, такі як фотосинтез, автотрофне та гетеротрофне дихання і т. п. Але в застосуванні до відносно невеликих територій можуть давати значні і, загалом, неконтрольовані похибки, оскільки глобальні моделі не здатні надійно описати регіонально специфічні, проте важливі риси екосистем. Разом із тим, *DGVM* є практично єдиним засобом розуміння і пояснення процесів в екосистемах, а також прогнозу їх стану внаслідок змін зовнішнього середовища. Тому вони широко застосовуються в прогнозах, пов'язаних зі змінами клімату.

Метод вихрових пульсацій дає інтегральну характеристику вуглецевого обміну екосистем з атмосферою у вигляді чистого екосистемного обміну (*NEE – Net Ecosystem Exchange*) основними парниковими газами, що містять вуглець. Але невелика кількість вимірювальних систем (наприклад у Росії – менше 20, в Україні – жодної) та відсутність чітко усвідомлених градієнтів не дозволяє коректно розповсюдити результати вимірів на значні території і обмежує застосування цього методу головним чином як джерела дослідних даних для параметризації моделей. Інверсне моделювання використовує виміри концентрації вуглекислого газу і метану в атмосфері і транспортні моделі переносу для зворотної оцінки вуглецевих потоків обміну екосистем з атмосферою.

Ландшафтно-екосистемний метод комбінує два основних підходи до оцінки ПВБ: метод, який базується на основі оцінки зміни запасів вуглецю за деякий період часу, як правило, за рік (*pool-based method*), та метод, що безпосередньо оцінює зміну запасів, тобто потоки вуглецю (*flux-based method*). При першому підході визначається сумарна зміна запасу вуглецю ΔC_{TOT} у лісовій екосистемі як:

$$\Delta C_{TOT} = \Delta C_{TLB} + \Delta C_{DB} + \Delta C_{SOC}, \qquad (4.1)$$

де ΔC_{TLB}, ΔC_{DB}, ΔC_{SOC} – зміни вмісту органічного вуглецю у фітомасі, мертвій рослинній біомасі та в ґрунті відповідно.

Метод оцінки потоків визначає чисту біомну продукцію (*Net Biome Production, NBP*) або чистий вуглецевий баланс екосистеми (*Net Ecosystem Carbon Balance, NECB*) як кінцевий результат ПВБ:

$$NBP = NPP - HR - FHYD - FLIT - DISC, \quad (4.2)$$

де *NPP* – чиста (нетто) первинна продукція, *HR* – гетеротрофне дихання екосистем, *FHYD* та *FLIT* – потоки в гідросферу і літосферу, *DISC* – потоки, спричинені впливом зовнішніх факторів (пожежі, рубки, біотичні порушення тощо) та споживанням рослинних продуктів. Із детальнішим описом цих підходів можна ознайомитися в (Nilsson та ін., 2000; Shvidenko et al., 2010).

Згадана вище методологія була дещо модифікована, враховуючи дослідження українських науковців (наприклад, Лакида, 2002; Бунь, та ін., 2004; Лакида та ін., 2006) та значні обмеження наявної інформації, що потрібна для повноцінного застосування методології IIASA для оцінки вуглецевого бюджету на 2011 і попередні роки, як базові для моделювання динаміки лісів та їхнього впливу на глобальний вуглецевий бюджет протягом 2015–2030 років. Дослідження за деякими методами ПВБ для лісів України не проводилися (наприклад, за методом вихрових пульсацій). Дані за деякими важливим показниками, що використовуються в методі оцінки ПВБ (наприклад, такі як гетеротрофне дихання ґрунтів, потоки в гідросферу та літосферу в рівнянні (4.2) тощо), для умов України фрагментарні або ж відсутні. В таких випадках використовувались узагальнені модельні дані, або ж запозичені з подібних лісорослинних умов, що отримані в результаті досліджень в інших регіонах. Зрозуміло, що це зменшувало можливості повної і всебічної оцінки невизначеностей.

4.2.2. Чиста екосистемна продукція лісових екосистем

Термінологічно чиста екосистемна продукція (ЧЕП) визначається як різниця між чистою первинною продукцією та гетеротрофним диханням екосистем. Оцінка чистої первинної продукції розглянута в деталях у Розділі 3.

Гетеротрофне дихання ґрунту є другим за величиною (після чистої первинної продукції) потоком вуглецю між атмосферою і лісовими екосистемами. Дані безпосереднього вимірювання дихання ґрунтів в Україні дуже обмежені, а узагальнюючих оцінок гетеротрофного дихання ґрунтів лісових земель країни, наскільки нам відомо, не публікувалося.

Для оцінки гетеротрофного дихання ґрунтів на вкритих лісовою рослинністю ділянках за основу була обрана карта типів ґрунтів України масштабу 1:2500000 (Нац. атлас Украины, 2008). Типи ґрунтів та їх комплексів, що вказані на цій карті для території країни (загальною кількістю 40), були об'єднані в 9 груп на основі спільних рис у структурі, гідрологічному режимі, типах рослинного покриву, вмісту органічних речовин та ін. Об'єднання в групи і подальші розрахунки проводилися на основі методики, описаної в (Mukhortova et al., 2011; Щепащенко и др., 2011).

Гетеротрофне дихання лісових екосистем (HR у рівнянні (4.2)) включає два основних потоки вуглецю – гетеротрофне дихання ґрунту (HSR) та потік, зумовлений розкладом відпалої деревини (DEC). У середньому, перший із цих потоків становить близько 90–95% від загального гетеротрофного дихання лісових екосистем.

Оцінка HSR була здійснена наступним чином. Спочатку обчислювалося середньорічне загальне дихання ґрунтів (табл. 4.1),

Таблиця 4.1

Групи ґрунтів і середні значення загального дихання

Номер групи	Група ґрунтів	Середнє R_s, г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$	Стандартне відхилення, г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$
1	Текстурно-диференційовані ґрунти (напр., дерново-підзолисті, сірі лісові)	785	437
2	Торф'янисті ґрунти (з глибиною оторфованого горизонту до 30 см)	577	352
3	Торф'яні – перезволожені органічні ґрунти з глибиною торф'яних горизонтів понад 30 см	472	274
4	Метаморфічні ґрунти (напр., бурі лісові)	765	399
5	Дернові органо-акумулятивні ґрунти (напр., дерново-карбонатні)	582	429
6	Ґумус-акумулятивні ґрунти (напр., чорноземи)	723	383
7	Алювіальні ґрунти	894	650
8	Малоґумусні карбонатно-каумулятивні ґрунти (напр., світло-каштанові)	392	233
9	Слаборозвинуті ґрунти з коротким ґрунтовим профілем (в основному гірські)	690	447

яке потім корегувалося на основі кліматичних показників індивідуальних років. Для обчислення середніх величин загального дихання ґрунтів за виділеними типами була використана база даних (Mukhortova et al., 2014), що являла собою доповнену регіональними даними глобальну базу (Bond-Lamberty and Thomson, 2010).

Оскільки літературні дані відносно впливу кліматичних показників на дихання ґрунтів досить різноманітні, була проведена пошукова робота з вибору адекватних аналітичних виразів для відповідних регресійних рівнянь. У табл. 4.2 наведені кліматичні показники, включені в статистичний аналіз значущості їх впливу на гетеротрофне дихання.

Таблиця 4.2

Кліматичні параметри, що використовувалися для обґрунтування регресійних рівнянь для коригування загального дихання ґрунту

Позначення	Опис
MAT	Середня річна температура, °C
SumT0	Сума температур днів із середньою добовою температурою вище 0°C, °C
SumT5	Сума температур днів із середньою добовою температурою вище 5°C, °C
SumT10	Сума температур днів із середньою добовою температурою вище 10°C, °C
MAP	Середня річна кількість опадів, мм
P0	Сума опадів за дні з середньою добовою температурою вище 0°C, мм
P5	Сума опадів за дні з середньою добовою температурою вище 5°C, мм
P10	Сума опадів за дні з середньою добовою температурою вище 10°C, мм
DT0	Кількість днів з середньою добовою температурою вище 0°C, днів
DT5	Кількість днів з середньою добовою температурою вище 5°C, днів
DT10	Кількість днів з середньою добовою температурою вище 10°C, днів
HTC0	Гідротермічний коефіцієнт Селянінова для періоду з середньою добовою температурою вище 0°C
HTC5	Гідротермічний коефіцієнт Селянінова для періоду з середньою добовою температурою вище 5°C
HTC10	Гідротермічний коефіцієнт Селянінова для періоду з середньою добовою температурою вище 10°C
IndW	Індекс вологості – відношення SumT0 до MAP

Для оцінки значущості впливу кліматичних показників на загальне дихання і відбору їх для включення в регресійні рівняння

були використані подекадні кліматичні дані реаналізу Європейського центру середньо-періодного прогнозу погоди ECMWF ERA INTERIM (доступні на http://marswiki.jrc.ec.europa.eu/datadownload/index.php). Просторова роздільна здатність даних становила 0,25º за період 1989–2013 рр. та 1,0º за період 1978–2002 рр. Дані були інтерпольовані на територію України з роздільною здатністю, що відповідала масштабу карти ґрунтів і масці лісового покриву України.

Використані регресійні рівняння залежності загального дихання ґрунту від кліматичних показників наведені в табл. 4.3. Оскільки ці рівняння розраховувалися на основі даних глобальної бази, для кожної групи ґрунтів були внесені регіональні поправки *k*, як відношення середніх даних бази для групи ґрунтів, регіону, біокліматичної зони і типу рослинного покриву до відповідних результатів, отриманих за моделями табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Залежність загального дихання ґрунту від кліматичних показників

Група ґрунтів	К-сть спост. шт.	R^2	*p*-рівень	Модель
1	454	0,45	<0,01	$R_s = k \times \exp(5{,}3687 + 0{,}00081 \times SumT0 - 0{,}000614 \times SumT10)$
2	52	0,32	<0,01	$R_s = k \times \exp(2{,}981596 + 0{,}562613 \times \ln(P10))$
3	237	0,25	<0,01	$R_s = k \times (385{,}252 - 4{,}601 \times DT10 + 0{,}245 \times SumT0)$
4	462	0,25	<0,05	$R_s = k \times \exp(10{,}9183 - 2{,}1947 \times \ln(SumT0) - 0{,}0166 \times DT10 + 0{,}0012 \times \times SumT5 + 2{,}3921 \times \ln(HTC0) - 0{,}00096 \times P0 - 0{,}3078 \times \ln(HTC10) + + 1{,}9535 \times \ln(DT10) + 0{,}8293 \times \ln(IndW))$
5	18	0,81	<0,01	$R_s = k \times \exp(8{,}731922 + 0{,}195146 \times MAT - 0{,}002796 \times DT10 - - 0{,}002703 \times P0 - 0{,}333676 \times IndW)$
6	237	0,33	<0,01	$R_s = k \times \exp(0{,}6586 - 0{,}00131 \times DT5 - 0{,}00209 \times P0 + 0{,}00188 \times P5 + + 0{,}00348 \times \ln(DT0) + 0{,}9836 \times \ln(P5) - 0{,}0014 \times \ln(P10))$
7	41	0,91	<0,01	$R_s = k \times \exp(9{,}493359 + 0{,}281325 \times MAT + 0{,}000508 \times MAP - 0{,}006563 \times \times DT0 - 0{,}000874 \times SumT5 - 0{,}137289 \times HTC5 - 0{,}36976 \times HTC10$
8	60	0,83	<0,05	$R_s = k \times (-111{,}2717 + 1{,}1478 \times P5 + 3{,}9868 \times DT0 - 3{,}3287 \times DT5 - - 0{,}6082 \times P0)$
9	139	0,51	<0,05	$R_s = k \times \exp(-44{,}2631 - 0{,}0023 \times MAP - 0{,}0415 \times DT0 + 0{,}0022 \times P5 + + 11{,}6285 \times \ln(DT0) - 0{,}321 \times \ln(SumT5))$

Як свідчать дані таблиці 4.3, усі наведені рівняння статистично значущі, хоча точність прогнозування за деякими з них відносно невелика. Коефіцієнт *k* (табл. 4.4) був оцінений на основі системних досліджень для лісів Північної Євразії (Mukhortova et al., 2014).

Таблиця 4.4

Коефіцієнт (*k*) поправки на специфіку регіональних кліматичних умов для відповідних груп ґрунтів

Група ґрунтів	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коефіцієнт (*k*)	1,08	1,16	1,33	1,16	1,43	1,53	1,16	1,16	1,16

Автотрофне дихання було обчислене аналогічним способом:

$$R_a = 1{,}17 \times (-12{,}9663 - 0{,}00802 \times SumT5 + 0{,}00657 \times SumT10 + 22{,}5238 \times \ln(P5) - \\ -15{,}5816 \times \ln(P10) + 11{,}5299 \times \ln(IndW)). \quad (4.3)$$

Гетеротрофне дихання ґрунту *HSR* розраховувалось як різниця між загальним диханням *SR* та його автотрофною складовою *ASR*, тобто:

$$HSR = SR(1 - \frac{ASR}{100}). \quad (4.4)$$

Результати розрахунків, усереднені за останні дві декади, представлені в табл. 4.5, 4.6 та 4.7. За цими даними, обидва показники – загальне і гетеротрофне дихання, варіюють у досить широких межах.

Потік вуглецю до атмосфери, спричинений розкладом відпалої деревини (грубих деревних залишків, *DEC*), залежить від різних процесів: мікробне дихання – мікроби трансформують вуглець деревини до CO_2; грибний розклад компонентів деревинної маси; біологічна трансформація (мікроби і безхребетні включають органічні речовини у свій метаболізм і далі в біологічний кругообіг); процес перколяції (вода просочується через ГДЗ і виносить розчинні речовини); фрагментація та руйнування (фізичне у зв'язку з розламуванням, усадкою/розбуханням та циклами замерзання /розтавання, що призводять до утворення тріщин; вплив транспортних засобів на лісозаготівлях; а також процеси вивітрювання (дезінтеграція за рахунок впливу атмосферних компонентів). Температура і вологість є основними факторами, що визначають інтенсивність розкладу деревини. Наявність вологи виступає суттєвою

передумовою інтенсифікації процесу розкладу, але перезволоженість може сповільнювати швидкість декомпозиції.

Таблиця 4.5

Усереднені характеристики загального дихання ґрунту на лісових землях України за групами ґрунтів

Група ґрунтів	Загальне дихання, г С·м$^{-2}$ · рік$^{-1}$				
	min	max	медіана	середнє	стандартне відхилення
1	551	562	595	595	18
2	585	717	646	640	26
3	522	581	546	549	8
4	424	692	659	637	67
5	322	1209	1147	1016	236
6	371	897	564	593	111
7	858	1349	1159	1140	103
8	424	520	450	460	25
9	669	718	696	694	13

Таблиця 4.6

Характеристики гетеротрофного дихання ґрунту на лісових землях України за групами ґрунтів

Група ґрунтів	Гетеротрофне дихання, г С·м$^{-2}$ · рік$^{-1}$				
	min	max	медіана	середнє	стандартне відхилення
1	272	316	290	290	6
2	287	358	318	314	13
3	259	279	268	268	3
4	165	353	337	318	50
5	132	592	562	490	127
6	148	449	268	282	61
7	429	634	562	550	46
8	203	237	213	215	7
9	261	294	278	276	7

Величина DEC була оцінена залежно від наявності основних типів ГДЗ – ламань (включаючи пні) і сухостій (сухі дерева + сухі гілки сухих дерев) – на рівні областей.

Цей потік був обчислений як:

$$C\text{-}CO_2 = M_{ij} \cdot k_{ij}, \qquad (4.5)$$

де M_{ij} – кількість вуглецю в ламані (i) і сухостої (j), k_{ij} – відповідні коефіцієнти декомпозиції в простій експоненціальній моделі. Враховуючи дуже обмежену кількість експериментальних даних, а також те, що потік вуглецю, спричинений розкладом деревини, не перевищує 5% від величини гетеротрофного дихання ґрунтів, у рамках простої експоненціальної моделі були прийняті єдині усереднені коефіцієнти інтенсивності розкладу (0,03 для сухостою і 0,06 для ламані).

Величина гетеротрофного дихання ґрунтів на вкритих лісовою рослинністю ділянках за областями оцінена в 30,5 Тг С·рік$^{-1}$, або в середньому 319 г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$. Потік вуглецю за рахунок розкладу відпалої деревині склав 1,09 Тг С·рік$^{-1}$, тобто середня величина гетеротрофного дихання лісових екосистем за останнє десятиріччя оцінена в 31,6 Тг С·рік$^{-1}$, а його щільність у 330 г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$. У середньому для країни гетеротрофне дихання лісових екосистем становить 66,5% від чистої первинної продукції. Мінливість щільності залежить від багатьох причин і досить значна (рис. 4.1).

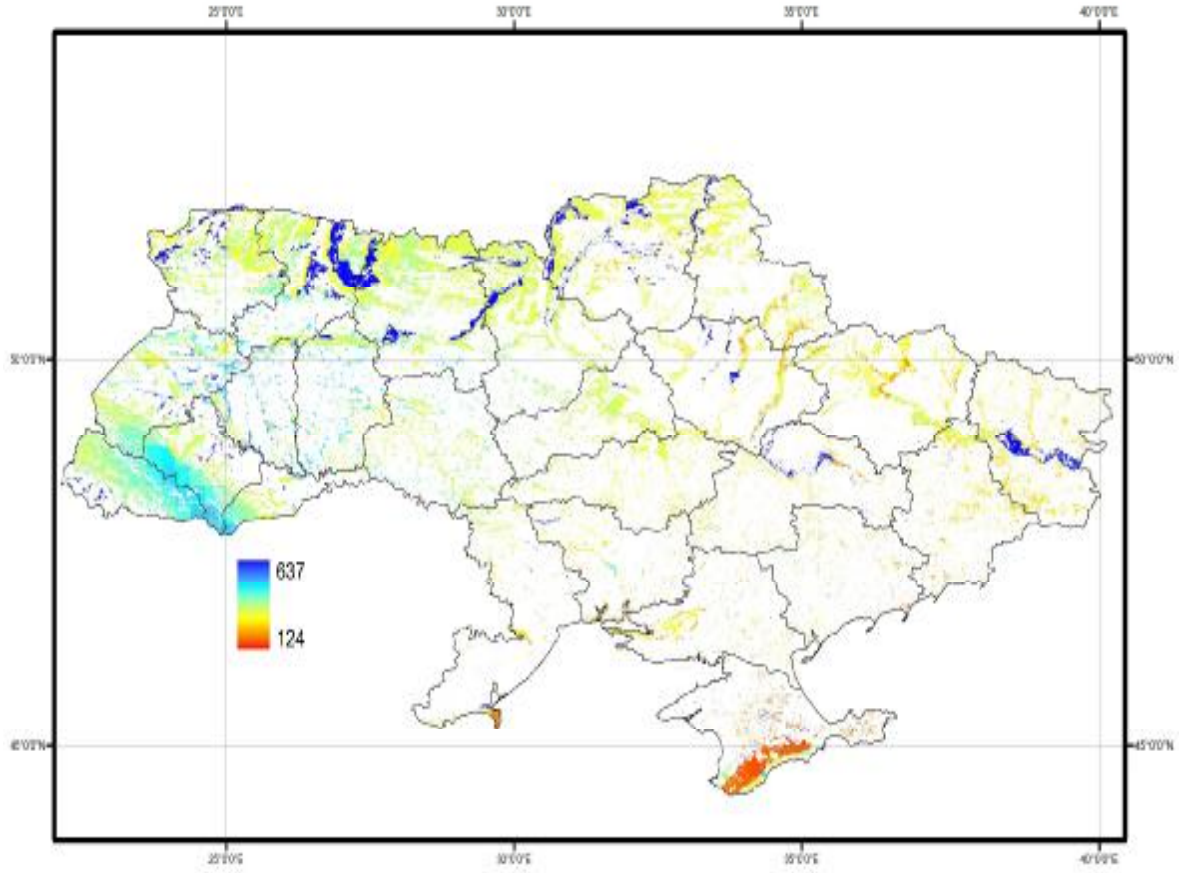


Рис. 4.1. Гетеротрофне дихання лісових ґрунтів України

Як показано вище, чиста первинна продукція лісів України становить 49,0 Тг С·рік$^{-1}$. Тоді чиста екосистемна продукція лісів України оцінюється в 17,4 Тг С·рік$^{-1}$ (або 182 г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$). Невизначеності цієї оцінки залежать від точності визначення чистої первинної продукції і гетеротрофного дихання. Відповідні розрахунки дають величину похибки 20–25%, хоча в ній наявна значна частка експертних оцінок.

Таблиця 4.7

Гетеротрофне дихання лісових екосистем і чиста екосистемна продукція лісів України

№ п. п.	Адміністративно-територіальна одиниця	Гетеротрофне дихання, г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$			Площа, тис. га	ГД, Тг С	ЧПП, Тг С	ЧЕП	
		min	max	середнє				усього, Тг С	середнє, г С·м$^{-2}$ · · рік$^{-1}$
1	АР Крим	132	580	320	311,5	1,02	1,45	0,43	138
2	Вінницька	266	367	310	346,5	1,11	2,25	1,14	329
3	Волинська	262	592	334	624,6	2,15	2,69	0,54	86
4	Дніпропетровська	205	634	304	179,2	0,55	0,78	0,23	128
5	Донецька	203	633	243	184,1	0,46	0,89	0.43	234
6	Житомирська	269	566	335	1001,6	3,67	4,67	1,00	100
7	Закарпатська	298	531	337	656,7	2,32	4,30	1,98	302
8	Запорізька	194	371	223	101,0	0,22	0,32	0,10	99
9	Ів.-Франківська	285	507	335	571,0	1,99	2,89	0,90	158
10	Київська	268	579	317	655,4	2,19	3,15	0,96	146
11	Кіровоградська	245	309	270	164,5	0,48	0,95	0,47	286
12	Луганська	216	469	292	292,4	0,87	1,43	0,56	192
13	Львівська	259	515	330	621,2	2,14	3,43	1,29	208
14	Миколаївська	200	473	263	98,2	0,27	0,35	0,08	81
15	Одеська	209	544	288	203,9	0,61	0,96	0,35	172
16	Полтавська	213	594	301	247,1	0,76	1,26	0,50	202
17	Рівненська	262	575	373	729,3	2,78	3,15	0,37	51
18	Сумська	211	588	285	425,0	1,26	2,47	1,21	285
19	Тернопільська	263	439	357	183,2	0,67	1,15	0,48	262
20	Харківська	204	608	262	378,3	1,03	2,35	1,32	349
21	Херсонська	190	364	221	116,3	0,26	0,37	0,11	95
22	Хмельницька	266	516	328	265,1	0,90	1,49	0,59	223

23	Черкаська	223	584	291	315,1	0,95	1,91	0,96	305
24	Чернівецька	285	472	327	236,7	0,80	1,33	0,53	224
25	Чернігівська	225	590	341	665,7	2,34	3,03	0,69	104
Разом		**–**	**–**	**–**	**9573,9**	**31,63**	**49,04**	**17,41**	**182**

4.2.3. Емісії вуглецю внаслідок порушень у лісових екосистемах

Природні та антропогенні порушення в лісах включають заготівлю деревини, пожежі, пошкодження шкідниками та хворобами, а також несприятливі погодні умови. Крайнім проявом дії шкідливих факторів є загибель лісових насаджень.

Дані, необхідні для обчислення ролі порушень у вуглецевому бюджеті, визначаються з різною точністю, але, в своїй більшості, супроводжуються досить значними невизначеностями. останні пов’язані з різними причинами: 1) більша частина їх наводиться лише для лісів, які знаходяться в управлінні ДАЛРУ (табл. 4.8, рис. 4.2); 2) значна частина даних, що наявні в різних джерелах, не витримує логічного контролю; і 3) процеси і параметри впливу порушень на лісові екосистеми, особливо за часткової ушкодженості насаджень, вивчені в Україні недостатньо. Роль інших факторів, які впливають на вуглецевий бюджет (наприклад, погіршення життєвості і зниження ЧПП лісових екосистем внаслідок забруднення навколишнього середовища і кліматичних аномалій) може бути значною, особливо в районах із розвинутою промисловістю, але відповідних даних для України недостатньо для отримання обґрунтованих висновків.

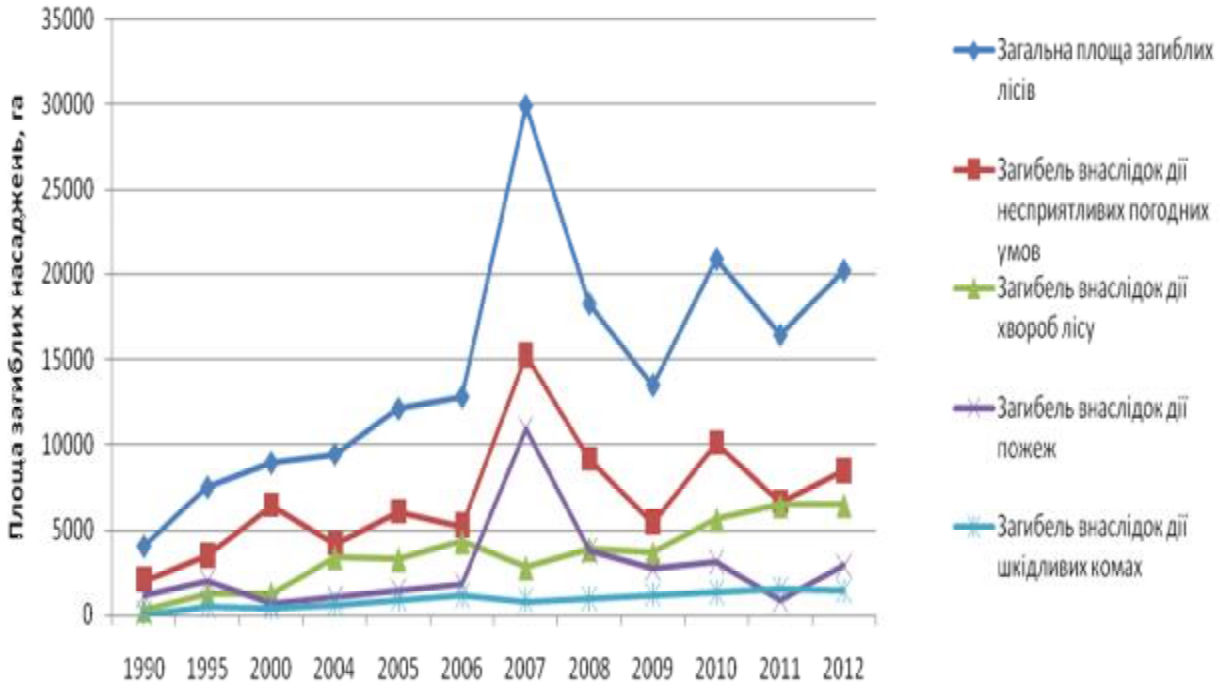


Рис. 4.2. Площі загиблих насаджень внаслідок порушень у лісах

Таблиця 4.8

Багаторічна динаміка площ загиблих лісових насаджень в Україні внаслідок впливу природних та антропогенних чинників, га

Площа загиблих лісів	Рік											
	1990	1995	2000	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Загальна, у т.ч.:	4020	7468	8908	9418	12085	12795	29897	18242	13469	20864	16414	20187
несприятливі погодні умови	2024	3484	6421	4159	6064	5249	15272	9166	5443	10113	6604	8469
хвороби лісу	323	1252	1278	3420	3294	4329	2793	3883	3628	5632	6428	6463
пожежі	1157	2031	696	1051	1437	1864	10955	3819	2727	3127	909	2915
шкідливі комахи	48	536	388	598	860	1129	821	926	1146	1295	1505	1376

Як свідчать дані табл. 4.8 та рис. 4.2, у середньому в лісах ДАЛРУ за останні дев’ять років (2004–2012) зафіксовано 153,4 тис. га загиблих насаджень (близько 17 тис. га в рік), з яких 46% загинуло внаслідок несприятливих погодних умов, 26 – від впливу хвороб, 19 – через лісові пожежі і 6% – масове розмноження шкідливих комах.

Заготівля деревини. Потоки вуглецю внаслідок заготівлі деревних продуктів на рівні країни *Сзагот* можуть бути визначені за наступним рівнянням (див. також Ciais et al., 2008a):

$$Сзагот = Свив – Сліс – Сдек + Сімп – Сексп, \quad (4.6)$$

де *Свив* – потік вуглецю за рахунок вивезеної з лісу заготовленої деревини;

Сліс – емісії внаслідок лісозаготівельних робіт (порушення лісового середовища, розклад відходів лісозаготівель, що залишаються на лісосіці тощо);

Сдек – емісії внаслідок декомпозиції деревних продуктів, які були заготовлені в минулі роки;

Сексп та *Сімп* – потоки внаслідок міжнародної торгівлі (експорт та імпорт).

Залежно від цілей підрахунку, в рівнянні (4.6) можуть враховуватись як обидві складові міжнародної торгівлі, так і тільки експорт. Оскільки в цій роботі розглядається вуглецевий бюджет лісового сектору, а також враховуючи, що імпорт в основному складається з продуктів глибокої переробки деревини (тобто імпорт практично не пов'язаний з переробкою деревини, заготовленої в Україні),було прийняте рішення величину імпорту в рівнянні (4.6) не враховувати.

Таблиця 4.9 містить загальний обсяг деревини, заготовленої в 1995–2010 рр. в українських лісах, і потоків вуглецю, викликаних лісозаготівлею. В розрахунках враховано, що дані лісозаготівель наводяться в об'ємних одиницях ліквідної деревини. Ми також припустили, що 95% запасу на корені, а також великі гілки видаляються з лісу. За основний матеріал для розкладання слугують коріння, дрібні гілки, листя і пошкоджені нижні шари лісових екосистем та поверхня ґрунту.

Таблиця 4.9

Потоки вуглецю внаслідок заготівлі деревини

Рік	Заготовлена деревина (ліквідний запас), тис. $м^3$	Вилучений вуглець, Тг	Потоки внаслідок пошкоджень на лісосіках та декомпозиції відходів, Тг	Потоки вуглецю внаслідок заготівлі та використання деревини, Тг
1990	14128	3,36	0,67	4,03
1991	12061	2,86	0,57	3,43
1992	12514	2,97	0,59	3,56
1993	12497	2,97	0,59	3,56
1994	11782	2,80	0,56	3,36
1995	11651	2,80	0,56	3,36
1996	13782	3,27	0,66	3,93
1997	13546	3,22	0,64	3,86
1998	11521	2,74	0,55	3,29
1999	11244	2,67	0,63	3,30
2000	12736	3,02	0,60	3,62
2001	13365	3,18	0,64	3,82
2002	14692	3,49	0,70	4,19
2003	15953	3,79	0,76	4,55
2004	17300	4,10	0,82	4,92
2005	17124	4,06	0,81	4,87

Продовження табл. 4.9

Рік	Заготовлена деревина (ліквідний запас), тис. м^3	Вилучений вуглець, Тг	Потоки внаслідок пошкоджень на лісосіках та декомпозиції відходів, Тг	Потоки вуглецю внаслідок заготівлі та використання деревини, Тг
2006	17751	4,22	0,84	5,06
2007	18910	4,49	0,90	5,39
2008	17611	4,18	0,83	5,01
2009	15928	3,78	0,77	4,55
2010	18083	4,29	0,85	5,14
2011	19746	4,68	0,93	5,61
2012	19764	4,68	0,93	5,61
Середнє за 2006–2012 роки	18256	4,33	0,86	5,19

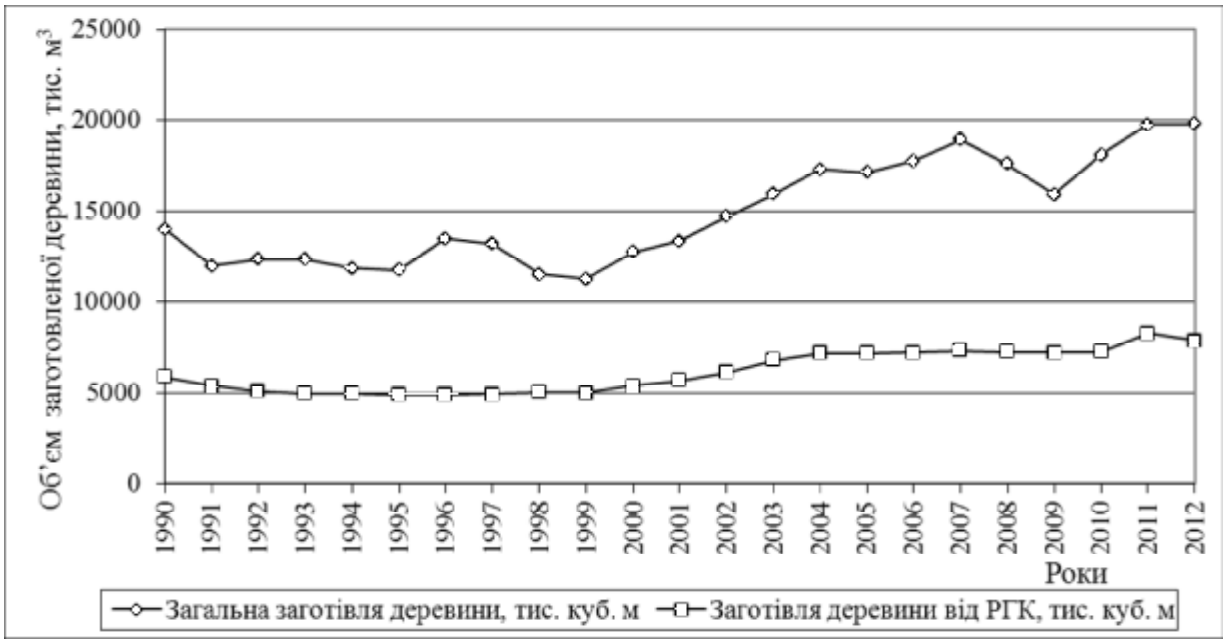


Рис. 4.3. Об'єми заготовленої деревини в Україні в 1990–2012 рр.

За даними таблиці 4.9, загальні обсяги вивезення деревини з лісосік внаслідок усіх видів рубок за останні шість років становили близько 4,3 Тг С·рік$^{-1}$. Експертна похибка вказаної величини оцінюється в 10–15%. Дані з міжнародної торгівлі лісовими продуктами України, запозичені з бази даних ФАО ООН FAOSTAT (http://faostat.fao.org/site/628/default.aspx) свідчать, що експорт дере-

вних продуктів з України (перерахований в одиниці маси вуглецю) за останні п'ять років склав 1,8±0,3 Тг С·рік$^{-1}$, тобто загальна кількість вуглецю, що надходить з деревними продуктами для використання в Україні становить 4,2 – 1,8 = 2,4 Тг С·рік$^{-1}$.

Ця кількість деревини розподіляється в декілька резервуарів вуглецю. Дані для коректної оцінки динаміки запасу вуглецю в деревній продукції залежно від різної тривалості їх використання відсутні. В цьому розрахунку була використана спрощена схема, з припущенням, що 60% деревини, яка використовується в країні, спрямовується в резервуар довготривалого використання (деревина в будівлях, меблях тощо), що збільшує загальний запас вуглецю в лісових продуктах щорічно на ~1,5 Тг С·рік$^{-1}$. Решту 40% складає деревина, що використовується в рік заготівлі (відходи від лісопиляння, паливні дрова і т. п.). Враховуючи попередню історію використання деревини в країні, величину власних лісозаготівель, поставок деревини з інших районів Радянського Союзу та внутрішнього споживання деревини до 1990-х років, а також показники лісокористування за останні дві декади, резервуар деревини в продуктах довгострокового використання був наближено оцінений в 250–300 Тг С, тобто відповідні емісії за коефіцієнта розкладу 0,01 становлять величину 2,5–3,0 Тг С·рік$^{-1}$. Тоді загальний потік вуглецю, що зумовлений заготівлею деревини, оцінюється в 5,0–5,5 Тг С·рік$^{-1}$. Відзначимо, що така оцінка практично збігається з оцінкою за припущенням, що вся вилучена з лісу деревина надходить у вигляді емісій до атмосфери в рік заготівлі. Достовірність отриманої оцінки можна визначити тільки експертно. Ймовірно, вона дещо недооцінює величину емісій вуглецю, викликаних заготівлею деревини, а величина цієї недооцінки, головним чином, залежить від обсягу нелегальних рубок у країні.

Лісові пожежі. Офіційні дані відносно природних пожеж існують лише для лісових земель, підпорядкованих ДАЛРУ (табл. 4.10). Площі пожеж розподіляються за трьома типами (верхові, низові, підземні), та вказується кількість стовбурової деревини, яка згоріла, або пошкоджена на корені. Очевидно, що цей показник не дає повної картини. Як відомо, під час найінтенсивніших пожеж згорає не більше 25–30% надземної фітомаси: пагони, товщі за 0,7 см і стовбури ростучих дерев не згорають. Післяпожежний відпад після

Таблиця 4.10

Площа лісових пожеж в лісах ДАЛРУ у період 1990–2010 та потоки вуглецю, викликані пожежами

Рік	Лісові землі охоплені пожежами, га				Згоріло і пошкоджено деревини на корені, тис. $м^3$	Емісії внаслідок пожеж, 10^3·С		
	верхові	низові	підземні	усього		прямі	ППЕ	усього
1990	1 366	1 022	1	2389	79,9	41	5	46
1991	1 042	665	10	1717	38,3	32	4	36
1992	3 318	672	111	4101	77,8	111	14	125
1993	2 415	712	51	3178	174,5	75	9	84
1994	6 061	3 432	537	10030	392,0	319	38	357
1995	1 695	1 416	26	3137	147,6	59	7	66
1996	7 163	5 466	42	12671	315,1	235	27	262
1997	1 355	110	2	1467	11,9	32	4	36
1998	3 208	1 208	2	4418	123,4	83	18	101
1999	2 896	2 632	14	5542	166,7	94	12	106
2000	1 386	232	2	1620	20,6	33	4	37
Усього	**31905**	**17567**	**798**	**50270**	**1547,8**	**1114**	**142**	**1256**
Середнє за 1990–2000 рр.	2900	1597	73	4570	140,7	101	13	114
2001	1 992	1 770	3	3765	139,6	62	8	70
2002	4 245	657	64	4966	59,6	119	14	133
2003	2 409	359	49	2817	20,1	71	8	79
2004	536	37	2	575	1,9	14	2	16
2005	2 057	293	9	2359	34,3	59	7	66
2006	3729	557	1	4287	5,3	75	9	84
2007	6238	7549	0	13787	1308,2	202	25	227
2008	4218	1311	0	5529	395,3	92	11	103
2009	5300	1010	5	6315	223,0	128	15	143
2010	2616	1044	8	3668	344,5	70	8	78
Усього	**33340**	**14587**	**141**	**48068**	**2531,8**	**892**	**107**	**999**
Середнє за 2001–2010 рр.	3334	1459	14	4807	253,2	89	11	100

верхових і підземних пожеж близький до 100%. Тому, наприклад, дані табл. 4.10, що дають обсяг пошкодженої (до припинення росту)

деревини в 2001–2010 рр. у 76 $м^3 \cdot га^{-1}$ при середньому запасі в країні понад 200 $м^3 \cdot га^{-1}$ та співвідношенні площ верхових пожеж до низових близько 2:1, особливої довіри не викликають: складається враження, що тільки починаючи з 2007 року подібні дані наближуються до таких, що можуть бути логічно пояснені.

Викиди вуглецю внаслідок лісових пожеж були оцінені за методом, описаним Shvidenko, Nilsson (2000), Kaiji et al. (2002) та Швиденко и др. (2011). Основу розрахунку становить підхід, запропонований Seiler and Crutzen (1980). Безпосередні емісії (в рік пожежі) розраховано на основі типу пожежі, кількості рослинних горючих матеріалів (РГМ), інтенсивності горіння, базуючись на опублікованих даних і базах даних, створених в IIASA для Евразійського континенту (доступно на http: //www.iiasa.ac.at/web/home/research/modelsData/RussianForests.en.html).

Як свідчать дані таблиці 4.10, емісії внаслідок лісових пожеж є відносно низькими (~ 0,1 Тг $C \cdot рік^{-1}$), хоча у несприятливі роки вони можуть вийти на рівень 0,3 Тг $C \cdot рік^{-1}$. Базуючись на узагальнених оцінках для північної Євразії, продукти горіння включають 84,6% C-CO_2, 8,2% C-CO, 1,1% C-CH_4, 1,2% неметанових вуглеводнів, 1,1% органічного вуглецю; на тверді частинки припадає 3,5%, на фракцію менше 2,5 мкм – 1,2% (Швиденко, Щепащенко, 2013). Глобальна база даних GFED3 дає близький розподіл. Структура викидів основних парникових газів (крім CO_2), обчислена за методологією IPCC, є дещо іншою (табл. 4. 11). Наближено можна вважати, що врахування всіх основних парникових газів подвоює парниковий ефект, зумовлений викидами вуглецю (в C-CO_2 еквіваленті).

Таблиця 4.11

Емісії парникових газів внаслідок лісових пожеж, тис. т за рік

(Джерело: МООПС Украины, 2010)

Рік	Газ			
	CH_4	N_2O	NO_x	CO
1990–1994	0,85	0,014	0,184	7,43
1995–1999	0,50	0,014	0,206	7,24
2000–2004	0,33	0,004	0,089	2,94
2005–2009	1,46	0,028	0,400	14,05

Потоки внаслідок дії біогенних факторів та несприятливої погоди. Дані відносно впливу біогенних факторів на продуктивність

та санітарний стан лісів України неповні. Біль-менш достовірні дані існують лише для лісів, підпорядкованих ДАЛРУ. За останні шість років (2007–2012 рр.) середня площа осередків шкідників і хвороб лісу тут становила близько 390 тис. га з мінливістю від 229 (2012 р.) до 557 тис. га (2010 р.). Основна інформація про санітарний стан лісів та розвиток патологічних процесів у них зосереджена в повидільній базі лісових насаджень, в яких спостерігалися патологічні процеси. Ця база ведеться в УкрНДІЛГА на основі лісопатологічних спостережень та даних, що надсилаються лісогосподарськими підприємствами за єдиними для України методичними вказівками; доступними є також аналіз лісопатологічного стану за 1990–2006 рр. та прогноз до 2015 року (Комплексна оцінка…,. 2010; Усцький, 2011).

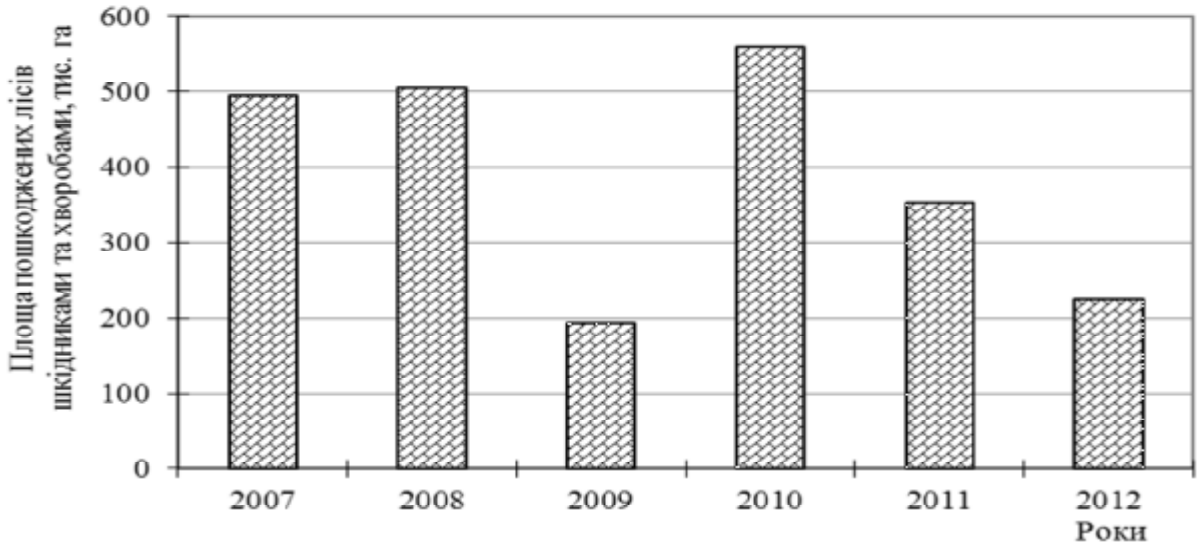


Рис. 4.4. Площа осередків хвороб та масового розмноження шкідливих комах в 2007–2012 рр.

За основу для оцінки зміни стану насаджень у системі УкрНДІЛГА слугує ступінь патологічного відпаду дерев. Всихання вважається патологічним, якщо воно охоплює дерева 1-го та 2-го класів Крафта. Основним показником динаміки лісопатологічного стану лісів виступає відсоток площі, що всихає, до загальної площі лісів із переважанням тієї чи іншої лісотвірної породи. Згідно з цим показником, була запропонована така класифікація динаміки патологічних процесів: 0,1–2,4% – слабкий рівень; 2,5–5% – помірний; 5,1–10,0 – сильний; 11,0–15 – дуже сильний; 15,1–20,0 – критичний; і >20,0% – екологічна катастрофа. Станом на 2006 рік сильний рівень відзначений для Луганської (6,8%),

Кіровоградської (7,7%) та Харківської (8,7%) областей, а рівень екологічної катастрофи – в лісах Миколаївської (26,9%) та Херсонської (32,1%) областей. В цілому, площа насаджень із патологічними процесами станом на 2006 р. склала 203 тис. га (3,7%), а період із середини 1990-х до 2006 року характеризується значним погіршення стану лісів України, особливо в дубових та соснових насадженнях степової зони. Основними причинами погіршення лісопатологічного стану є хвороби, кліматичні та гідрологічні фактори, хоча в останніми роками посилився також вплив негативних погодних факторів (Усцький, 2011). Відповідно прогнозу, інтенсифікація патологічних процесів очікується в період з 2014 по 2020-й роки (Комплексна оцінка..., 2010).

Як свідчать дані таблиці 4.8, за останні дев'ять років від біогенних чинників загинуло до 5,4 тис. га·рік$^{-1}$ насаджень, а від несприятливих погодних умов – 7,8 тис. га·рік$^{-1}$. Деревина цих нас ек аджень вирубується при суцільних санітарних рубках і врахована вище. З тим, щоб отримати наближену оцінку емісій внаслідок впливу біогенних чинників та несприятливих погодних умов, була використана площа лісів (за областями), на яких спостерігається патологічний відпад дерев. Було припущено, що в середньому в Україні у лісових насадженнях, в яких відзначені патологічні процеси, чиста первинна продукція деревостанів (ЧПП інших морфологічних компонентів лісових екосистем не враховувалися) зменшується на половину. Такий розрахунок дає величину в 0,72 Тг С·рік$^{-1}$. Враховуючи, що цей розрахунок виконано для площі лісів, які охоплюють лише 63% площі усіх вкритих лісовою рослинністю ділянок України, величину емісії треба збільшити на третину, тобто до 1,1 Тг С·рік$^{-1}$.

4.2.4. Чистий екосистемний бюджет лісів

Отримані дані дозволяють оцінити повний вуглецевий бюджет лісових екосистем України за рівнянням (4.2), в якому чиста екосистемна продукція (тобто різниця між NPP і HR) становить 17,4 Тг С·рік$^{-1}$, а потоки вуглецю, спричинені порушеннями (включаючи заготівлі деревини) – 6,4 Тг С·рік$^{-1}$. Даних для оцінки виносу вуглецю в літосферу та гідросферу для території України немає. Середні дані для великих територій північної півкулі (Романкевич, Ветров, 2001; Shvidenko et al., 2010; Dolman et al., 2012)

дають величини близько 1,5–2% від чистої первинної продукції. При використанні нижчої межі цієї оцінки, відповідний потік дорівнює 0,7 Тг С·рік$^{-1}$. Із цих оцінок випливає, що чистий екосистемний бюджет лісових екосистем України за останні 15 років досягав 10,3 Тг С·рік$^{-1}$, або (використовуючи середню площу лісів України за 1996–2011 роки 9,5 мільйонів га) чисте поглинання вуглецю становило 108 г С·м$^{-2}$·рік$^{-1}$. Враховуючи величину похибок оцінки чистої первинної продукції, гетеротрофного дихання, а також приймаючи похибки потоків внаслідок порушень у 20% і виносу вуглецю в гідросферу та літосферу, доходимо висновку, що ймовірна похибка кінцевого результату, тобто середнього значення чистого екосистемного бюджету за період 1996–2011 років, складає 2,5 Тг С рік$^{-1}$, або близько 25% (довірча ймовірність 0,9).

Перевірити достовірність отриманих даних на основі рівняння (5.1) можна лише частково. За данимиз табл. 4.12, за 15 років – з 1996 по 2011 рік, фітомаса українських лісів збільшилася на 132,9 Тг С, або ж на 8,9 Тг С·рік$^{-1}$. Якщо вважати, що частка відпалої деревини в лісах України за цей період суттєво не змінилася (3,6% від загального обсягу вуглецю у фітомасі лісових екосистем), це дає збільшенні обсягу вуглецю в грубих деревних залишках на 0,3 Тг С·га$^{-2}$·рік$^{-1}$. За період, що розглядається, площа лісів України збільшилася на ~174 тис. га за рахунок лісорозведення на не лісових територіях. Численні результати досліджень темпів накопичення вуглецю в ґрунтах протягом перших 15–20 років після садіння лісу (як у масивних насадженнях, так і в полезахисних смугах) варіюють у широких межах (0,3–0,6 т С·рік$^{-1}$, інколи менше) залежно від лісорослинних умов, породи, типу попереднього землекористування, стану ґрунтів тощо (Цыганенко, 1947; Ведрова, 1980; Карпачевский, 1982; Чесняк, 1982; Шугалей, 1997; Дегтярев, Чекар, 2006). Використання таких усереднених даних дає додаткове накопичення вуглецю в ґрунті створених насаджень протягом періоду 1996–2011 років у межах 0,05–0,1 Тг С·рік$^{-1}$. У цілому, загальна оцінка стоку вуглецю у фітомасу і грубі деревні залишки за методом зміни запасу складає 9,3 Тг С·рік$^{-1}$. Ця оцінка не враховує накопичення вуглецю в ґрунті на землях, які залишаються вкритими лісовою рослинністю на весь період оцінювання. «Национальный кадастр...» (2010) використовує припущення, що зміни кількості вуглецю в ґрунті лісових екосистем, які не переходили в іншу катего-

рію землекористування, дуже невеликі і можуть не враховуватись. Спланованих експериментів, які б підтвердили цей факт для достатньо довгих періодів часу, в Україні немає. Разом із тим, модельні розрахунки, проведені для європейських лісів, дають усереднену оцінку, що протягом відносно довгих періодів, враховуючи середні темпи динаміки вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок (рівень якої не дуже відрізняється від українського останніх десятиріч) орієнтовно 70% вуглецю накопичується в фітомасі та ГДЗ, а 30% – у ґрунті, включаючи лісову підстилку (Liski et al., 2000, 2002; Nabuurs et al., 2003). Ці величини можуть суттєво змінюватися залежно від характеру порушень у лісах. Безпосередніх довгострокових вимірювань динаміки вуглецю в ґрунті небагато також і в країнах Європи. За відсутності порушень накопичення вуглецю в ґрунті лісових екосистем оцінюється в межах 10–50 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$ (Mund, Schulze, 2006; Kutsch et al., 2010). Консервативне використання такої узагальненої рекомендації дає оцінку загального накопичення вуглецю в ґрунті лісів України в 2,8 Тг $C \cdot рік^{-1}$. Такі розрахунки зумовлюють висновок, що лісові екосистеми України протягом останніх одного-двох десятиріч накопичували близько 12,0 Тг $C \cdot рік^{-1}$. За похибки одноразового визначення запасів фітомаси в 7% (розділ 3), похибка різниці між двома послідовними обліками буде близько 10%. Прийнявши похибки обліку відпалої деревини в 20% та модельного визначення зміни вуглецю у ґрунті в 50%, ймовірна похибка у визначенні загального накопичення вуглецю становить 2,1 Тг $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$. Враховуючи наближений характер обчислень, недоліки існуючих даних обліку лісів (особливо для лісів, що не підпорядковані ДАЛРУ), а також використання експертних оцінок, узгодження незалежно отриманих двох результатів є досить точним, що дозволяє зробити висновок, за яким середнє щорічне поглинання вуглецю лісовими екосистемами України в період з 1996 по 2011 рік, з високою ймовірністю знаходиться в межах 10–12 Тг $C \cdot рік^{-1}$, з ймовірним результатом 11 Тг $C \cdot рік^{-1}$, тобто 115 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$.

Таблиця 4.12

Динаміка запасів і фітомаси в українських лісах в 1996–2011 рр.

Адміністративно-територіальна одиниця	Запас лісів, тис. $м^3$, за роками				Фітомаса лісів, Тг С, за роками		
	1988	1996	2002	2011	1996	2002	2011
АР Крим	33,03	38,19	38,84	44,56	15,2	15,5	16,9
Вінницька	40,61	53,82	54,72	70,54	24,1	24,5	29,2
Волинська	67,51	102,42	104,15	127,75	33.8	34,4	42,4
Дніпропетровська	7,67	12,15	12,36	19,78	5,8	5,9	7,3
Донецька	12,14	15,62	15,89	25,73	7,6	7,7	9,2
Житомирська	154,35	184,02	187,12	220.89	61,1	62,1	75,1
Закарпатська	157,80	194,43	197,71	212,95	80,2	81,6	92,8
Запорізька	1,35	3,47	3,53	6,38	2,4	2,4	2,6
Ів.-Франківська	111,84	149,30	151,82	156,26	48,9	49,7	55,8
Київська	100,59	105,90	129,07	166,33	34,7	42,3	54,9
Кіровоградська	12,70	19,10	19,42	24,78	9,0	9,1	9,9
Луганська	20,82	32,98	33,54	44,59	12,5	12,7	14,3
Львівська	11,02	137,14	139,46	158,83	49,7	50,5	57,6
Миколаївська	2,09	3,47	3,53	7,37	2,4	2,4	2,8
Одеська	10,30	13,89	14,12	18,58	7,6	7,7	7,1
Полтавська	28,00	36,46	37,07	53,74	13,4	13,6	18,6
Рівненська	78,67	137,14	139,46	137,47	40,6	41,3	45,9
Сумська	74,52	85,06	86,50	109,23	30,3	30,8	38,7
Тернопільська	28,10	34,72	35,31	36,38	13,5	13,7	14,9
Харківська	46,43	79,86	81,20	81,13	25,9	26,3	28,2
Херсонська	7,02	13,89	14,12	11,55	4,6	4,7	4,1
Хмельницька	33,34	45,14	45,90	57,03	17,1	17,4	21,3
Черкаська	40,51	64,23	65,32	72,24	22,6	23,0	26,8
Чернівецька	50,44	60,76	61,79	65,49	21.9	22,3	23,7
Чернігівська	95,92	112,84	147,60	175,36	41,3	54,4	57,9
Усього	**1319,9**	**1736,0**	**1819,6**	**2099,9**	**626,4**	**656,0**	**759,3**
Середній, $м^3 \cdot га^{-1}$ та Мг С$\cdot га^{-1}$	**153,1**	**184,7**	**191,8**	**219,3**	**66,6**	**69,1**	**79,3**
Приріст, $м^3 \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ та Мг С$\cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$	–	**3,95**	**1,18**	**3,06**	**1,41**	**0,42**	**1,13**

Примітка: Для порівнюваності результатів кількість вуглецю в фітомасі лісів у 1996 році перераховано за моделям, які були використані для обчислень у 2002 і 2011 роках. Цим пояснюється деяка різниця даних табл. 2.6 і 4.12.

Порівняємо отримані результати з раніше опублікованими. Останнє національне повідомлення України до секретаріату Рамкової конвенції ООН наводить для вкритих лісовою рослинністю ділянок поглинання в 161,6 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$ (або орієнтовно на третину вище отриманої оцінки) Цей розрахунок було проведено за методикою МГЕЗК, яка не дає можливості коректної оцінки невизначеностей. Середнє значення поглинання лісом у національних повідомленнях 28 європейських країн становить 69,8 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$, а для сусідніх країн (усі дані в г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$) вони такі: Болгарія 95,9; Румунія 90,5; Словакія 40,2; Чехія 69,1; Білорусь 90,6. Отже для України інтенсивність поглинання вуглецю лісами була оцінена приблизно вдвічі більшою, ніж у східно-європейських країнах. Janssens et al. (2005), використовуючи дані обліку лісів та досить узагальнені дані для зміни вуглецю в ґрунті, отримав середню оцінку для 34 європейських країн у 124 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$, у тому числі 138 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$ для українських лісів.

Недавня, ймовірно найбільш виважена оцінка розміру поглинання вуглецю (NBP) лісами 25 країн Європейського союзу, отримана шляхом системного застосування різних методів, склала 75±25 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$, що дає відношення NBP:NPP як 0,15±0,05 (Luyssaert et al., 2010). Ці величини можуть бути порівняні з даними, отриманими для України: 115±29 г $C \cdot м^{-2} \cdot рік^{-1}$ та відношення NBP:NPP як 0,22±0,08. Аналіз вихідних даних, зроблених припущень, використаної обрахункової схеми та порівняння за результатами оцінки вуглецевого бюджету лісів європейських країн зумовлює висновок, що кінцевий результат, отриманий нами, дещо завищений, швидше за все на 10–15%. Разом із тим, це свідчить, що дані про секвестр вуглецю лісовими екосистемами, які наводяться в офіційних джерелах, завищені, як мінімум, на третину.

4.3. Очікувані кліматичні зміни в Україні

Протягом останніх 100 років тренд потепління в Україні був близьким до глобального, в межах 0,4–0,6°C, з більш інтенсивним потеплінням зимою (1,2°C) і весною (0,8°C). Збільшення літніх температур було меншим (0,2–0,3°C). Температурний тренд не був постійним протягом цього періоду, а мав циклічний характер. Найбільше потепління спостерігається в останні десятиріччя

(0,4°С/декаду протягом 1979–2003 рр.). Для більшої частини країни тренд зміни опадів був незначним і дуже мінливим для різних районів; у середньому, кількість опадів залишалася незмінною, або ж трохи зменшувалася. В цілому, Україна належить до зони інтенсивної зливової діяльності. Зливи та зливові дощі спостерігаються по всій території, більш інтенсивні в гірських районах, менш інтенсивні – на рівнині. Навіть у степовій зоні максимальна добова кількість опадів може перевищувати 120–130 мм, а в південних районах Карпат досягає 300 мм і більше.

За даними інформаційно-довідкової системи «Стихійні метеорологічні явища в Україні», у цілому в Україні з середини 1990-х років виросла кількість та інтенсивність конвективних явищ погоди: гроз, ливнів, граду, смерчів, сильних і дуже сильних дощів (Балабух, 2012). За даними Міжнародного банку реконструкції і розвитку щорічні втрати від природних надзвичайних ситуацій тільки національного та регіональних рівнів склали в Україні протягом 2000–2006 років 340 мільйонів доларів США. Державні органи управління оцінюють цю шкоду значно вище – 900 млн доларів (Балабух, 2012).

В останні десятиріччя нестабільність погоди зростала, а періоди з тривалими посухами, тепловими хвилями і днями інтенсивних опадів ставали частішими і більш деструктивними (Ліпінський, 2002; Ліпінський та ін., 2003; Jones, Moberg, 2003). Зростаюча нестійкість клімату виступає найбільш несприятливою рисою недавніх і сьогоднішніх кліматичних змін. Протягом двох останніх сторіч частота засух у середньому збільшилася в 2–3 рази. Значний негативний вплив на рослинність спричиняють суховії (дні, коли швидкість вітру перевищує 5 м·сек$^{-1}$ за температури повітря 25°С і вище та відносній його вологості менше 30%) і повітряні посухи, які спостерігаються в основному весною.

Пилові бурі, особливо в південній та південно-східній частинах країни, стали більш інтенсивними і руйнівними. Вони можуть траплятися на великих територіях (наприклад в 1960 і 1969 роках), а локальні повторюються кожних 3–4 роки. За останні 100 років пилові бурі в Україні відмічені 23 рази. Деякі тенденції зменшення стихійних явищ, повязаних із вітрами, спостерігалися останнім часом (Балабух, 2012).

Достовірний прогноз майбутнього клімату на території України – задача складна. Обидва основні методи кліматичного прогнозування – регіональні напівемпіричні моделі (РНМ) та численні моделі загальної циркуляції атмосфери (МЗЦА), кожна мають свої сильні і слабі сторони (Бойченко та ін., 2005; Бойченко, 2008). РНМ акумулюють регіональні знання клімату і базуються на довгострокових спостереженнях. Разом із тим, вони не можуть пояснити причини змін, що очікуються, та описати дуже складні взаємодії всередині кліматичної системи планети. МЗЦА є занадто узагальненим засобом для регіонального прогнозу, оскільки не здатні врахувати всі регіональні риси, що визначають специфіку регіонального клімату.

Декілька ранніх спроб застосувати МЗЦА до території України розглядали прогноз нового клімату в рівноважних сценаріях при подвоєній концентрації CO_2 (Букша та ін., 1998; Dixon et al., 1999). У цілому, ці дослідження підтвердили прогноз значного збільшення температури в Україні в XXI сторіччі (дещо вище, ніж це передбачається в середньому для всієї планети), але були досить різноманітні в прогнозі кількості опадів.

Четверта оціночна доповідь Міжурядової групи експертів з кліматичних змін (IPCC, 2007), базуючись на ансамблі із 21 МЗЦА, прогнозує збільшення середньої річної температури для території України на 3–4°C у 2080–2099 рр. порівняно з періодом 1980–1999 рр. Потепління очікується частіше зимою і менше літом, з невеликим збільшення трендів із півночі на південь. Очікувана зміна кількості опадів близька до нуля. В той час, коли кількість зимових опадів збільшується майже скрізь, спостерігається чітка тенденція зменшення опадів влітку (близько 15–20%). Мінливість прогнозних даних за окремими моделями і для різних сценаріїв IPCC велика. Так, використовуючи шість різних МЗЦА та чотири сценарії IPCC (A1F1, A2, B2, B1, які практично охоплюють можливі межі потепління в Україні), збільшення літніх температур у південній Європі в 2070–2099 рр. передбачається від 1,9 °C до 9,5 °C, а зміна кількості опадів – від +11 до –61% (Ruosteenoja et al., 2003). Усі моделі прогнозують збільшення кількості типів, частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ, таких як «теплові хвилі», посухи та повені.

Передбачення, зроблені на основі регіональної чисельної моделі атмосферної циркуляції та напівемпіричної моделі кліматичних змін, а також кількох сценаріїв емісій парникових газів, мало відрізняються від температурного прогнозу IPCC. Ці регіональні моделі прогнозують збільшення середньої річної температури до 2050 року на 1,5–2,0°C, в основному зимою, і невеликим (0,5–1,0°C протягом липня в середньому для всієї країни) збільшенням літом. Однак прогнозоване збільшення опадів знаходиться в межах кліматичної норми зі значною мінливістю (Ліпінський, 2002).

У проведеному аналізі було використано одну з широко застосовуваних МЗЦА HadCM3, яка «працює» орієнтовно в середині діапазону передбачень за різними МЗЦА. Використовувався IPCC сценарій A2A, який здається найбільш реалістичним щодо країн східної Європи, для трьох періодів: 1950–2000 рр. – «поточний клімат» та прогнози «майбутніх» кліматів на 2020 (як середній прогнозований період у 2010–2030 роках) та 2080 рр. (рис. 4.5–4.6). Кліматичні дані були запозичені з worldclim.org (див. також Hijmans et al., 2005).

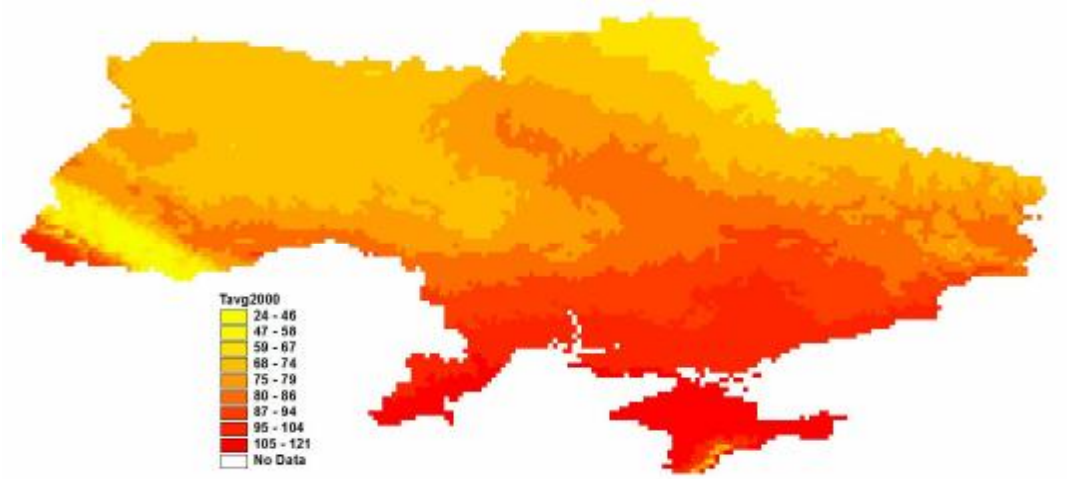
Головні результати прогнозу відображені на рисунках 4.5–4.6. Із наведених даних можуть бути зроблені такі висновки:

– суттєве підвищення температури очікується на території всієї країни, особливо в її південній частині. Прогнозується, що середня річна температура збільшиться на 20% (з 7,5°C до 9,0°C) до 2020 р. і до 13,5°C у 2080 р. (тобто на +80% порівняно з кліматом 1950–2000 років);

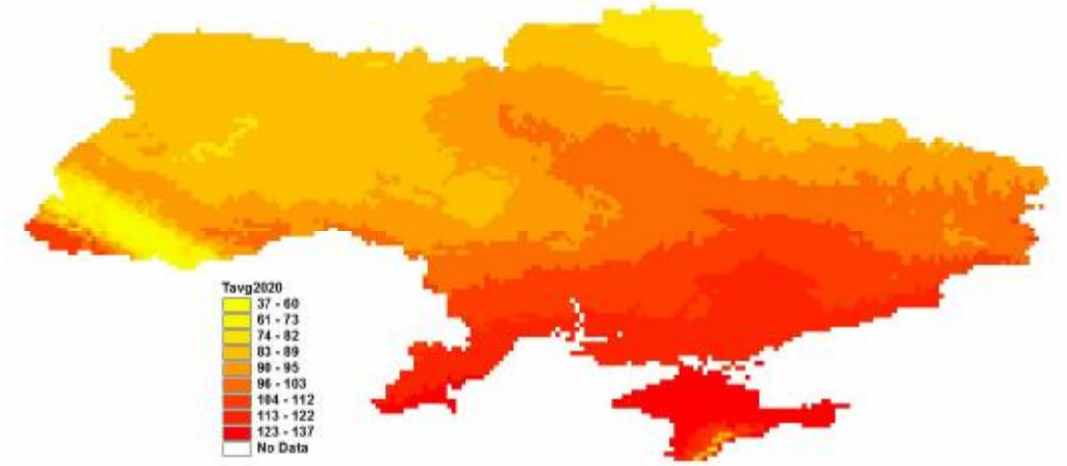
– спостерігається слабка тенденція зменшення кількості опадів на найближчі кілька десятиріч. Разом із тим, прогнозується значне зменшення опадів під кінець поточного сторіччя – згідно з прогнозом, середня місячна величина опадів зменшиться на 17% – від 53 мм до 44 мм. Середнє для країни зменшення сумарної кількості опадів за вегетаційний період може досягнути 50 мм до 2080 р.;

– зміна обох показників – температури і опадів – очікується відчутнішим на півдні і південному сході країни;

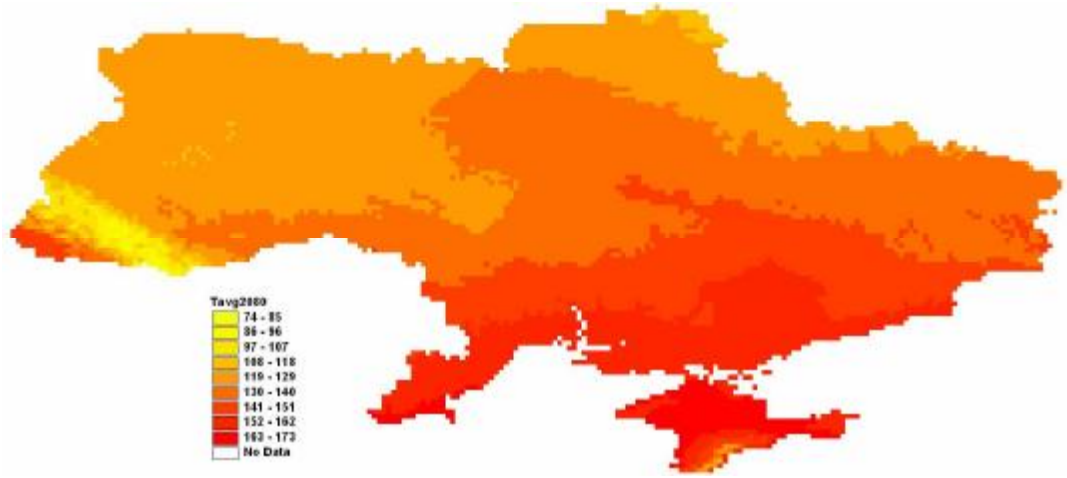
– прогнозоване збільшення суми активних температур протягом вегетаційного періоду становить близько 1000°C на 2080 р.



a)



b)



c)

Рис. 4.5. Середня річна температура, градусів за Цельсієм ($^{x}10$). Вихідні температури запозичені з worldclim.org. Прогноз здійснений за HadCM3, сценарій A2A. (a) Розподіл температур для періоду 1950–2000 рр.; середній показник для території країни становить 7,5°C. (b) Прогнозований розподіл температур у 2020 р.; середня температура 9,0°C. (c) Прогнозований розподіл температур у 2080 р.; середня температура 13,5°C.

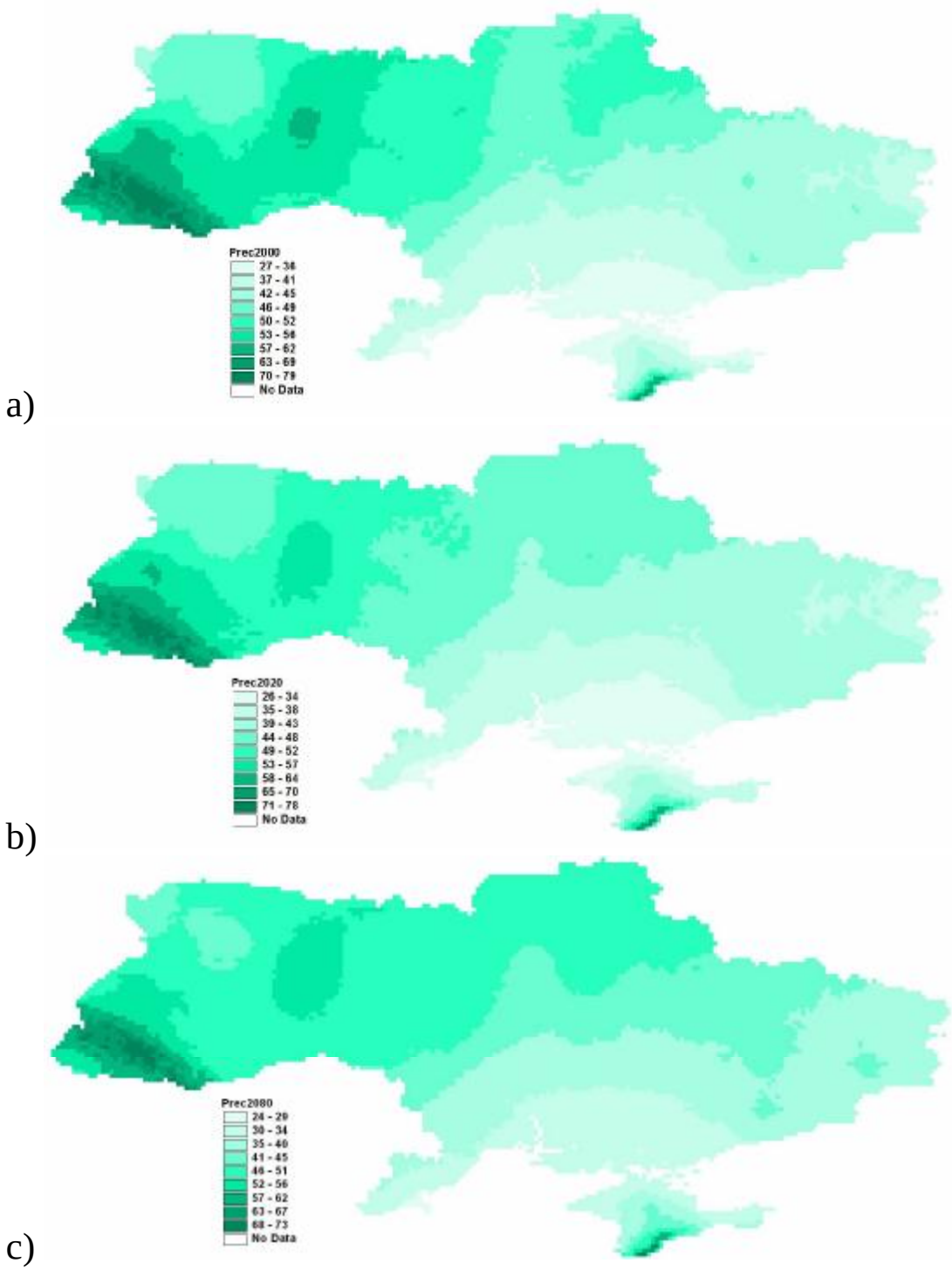
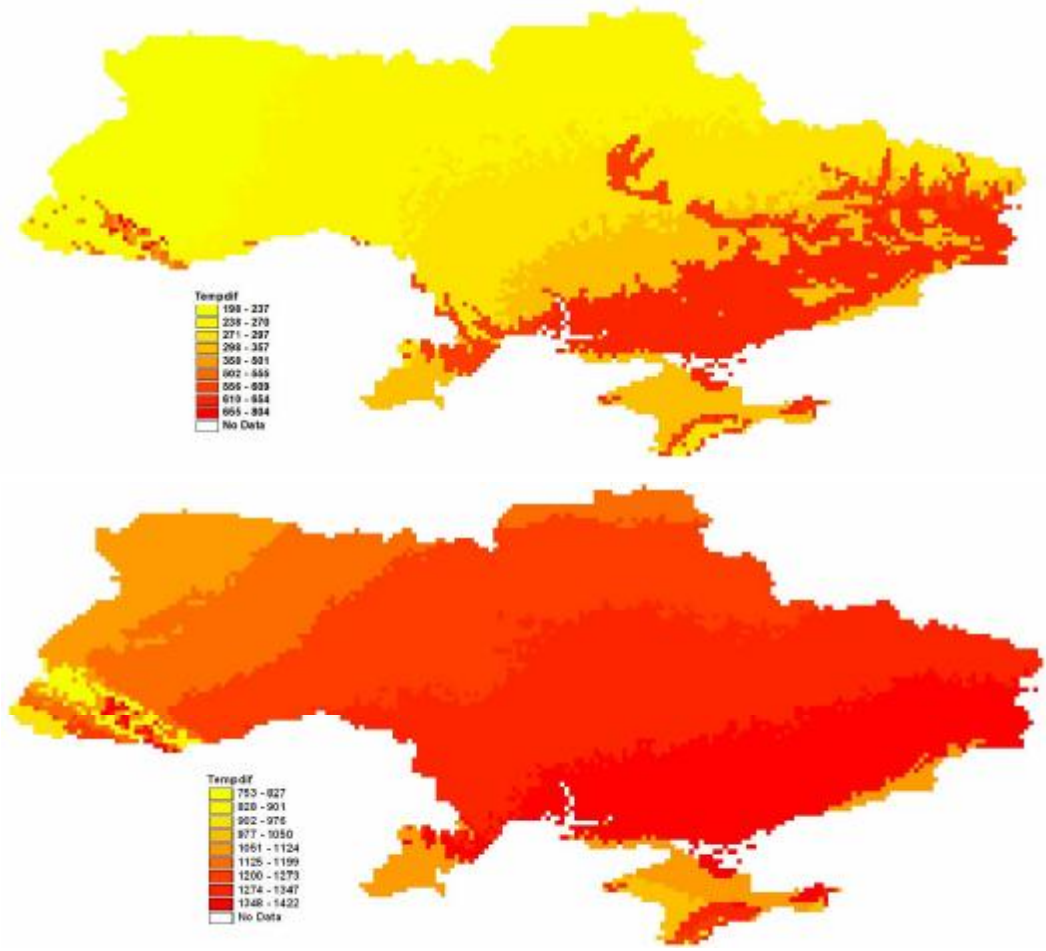


Рис. 4.6. Середній місячний рівень опадів, мм, у 2020 р. (a) Розподіл для періоду 1950–2000 рр. Середня місячна кількість опадів 53 мм. (b) Те ж у 2020 р. Середнє дорівнює 52 мм. (c) Те ж у 2080 р. Середнє дорівнює 44 мм

В своїй основі, більшість згаданих вище та інших прогнозів засвідчують схожі тенденції, хоча й дещо відрізняються за своєю інтенсивністю. Якщо ці прогнози збудуться – а ймовірність цього висока, – то на кінець поточного сторіччя Україна житиме в іншому кліматі – значно теплішому і сухішому. Тенденція до збільшення посушливості клімату стає очевидною, якщо ми порівняємо зміну теплових та гідрологічних режимів протягом вегетаційного періоду. Рисунок 4.7 показує різницю між сумами температур за 6 місяців з травня по вересень для двох періодів порівняння (середній показник для 1950–2000 рр. та для 2020 р.), а рисунок 4.8 – аналогічна різниця для загальної суми опадів. Зростання посушливості літом значнішее, ніж те, що базується на середніх річних даних.



a)

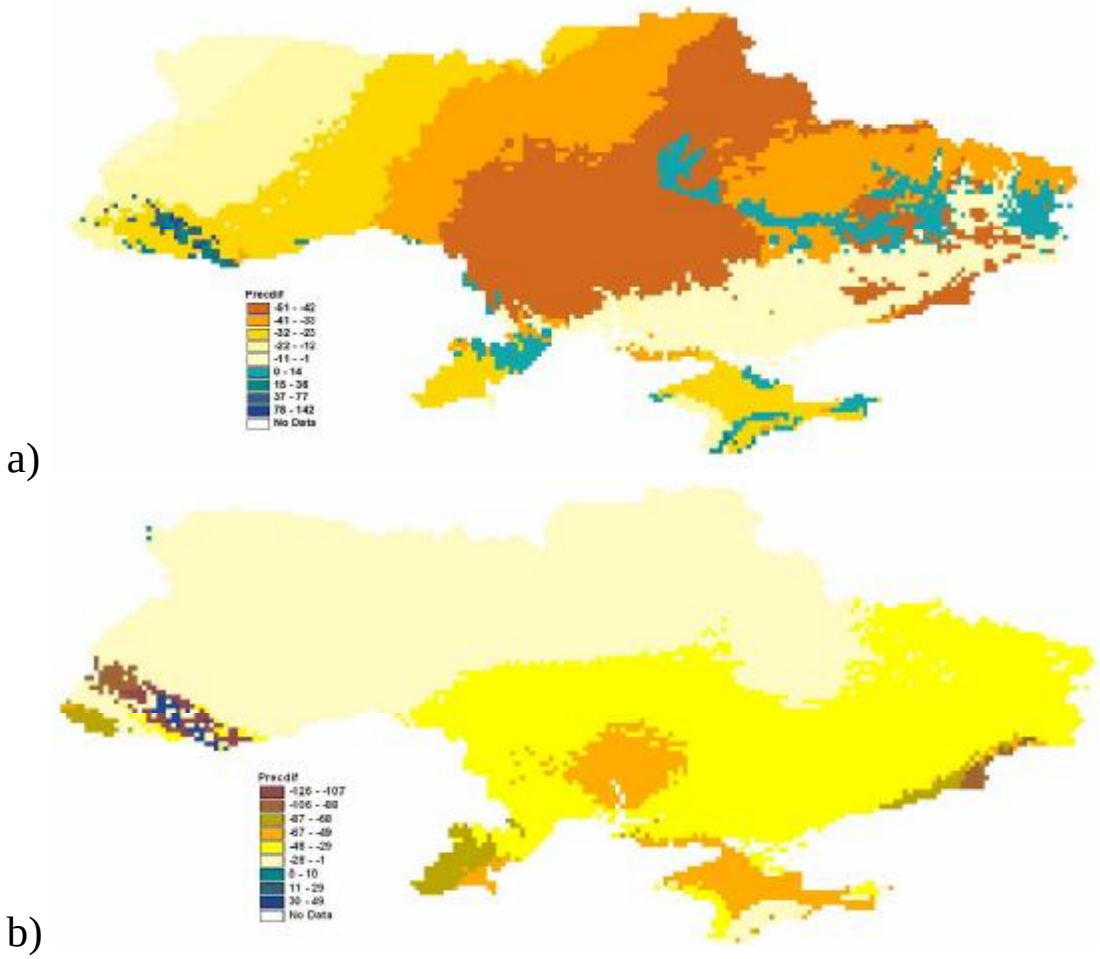
b)

Рис. 4.7. Різниця в сумі активних температур протягом вегетаційного періоду (квітень – вересень) (градуси за Цельсієм) (a) між 2020 р. і середнім показником за 1950–2000 рр. (b) між 2080 р. і середнім за 1950–2000 рр.

Для того, щоб представити просторові тенденції збільшення посушливості, був вирахуваний гідротермічний індекс:

$$ГТІ = \Sigma\ 10\ О/\ \Sigma\ Т, \quad (4.7)$$

де О і Σ Т – це загальна сума опадів у мм та сума температур, відповідно, за період з квітня по вересень (як спрощений аналог гідротермічного коефіцієнта Селянінова). Різниця між цими індикаторами для поточного і майбутнього клімату показана на рисунку 5.8, де чітко простежується, що ця величина є від'ємною на всій території України, що вказує на зростаючу посушливість клімату. Ця тенденція зростає в південних і південно-східних районах, особливо в другій половині поточного сторіччя.



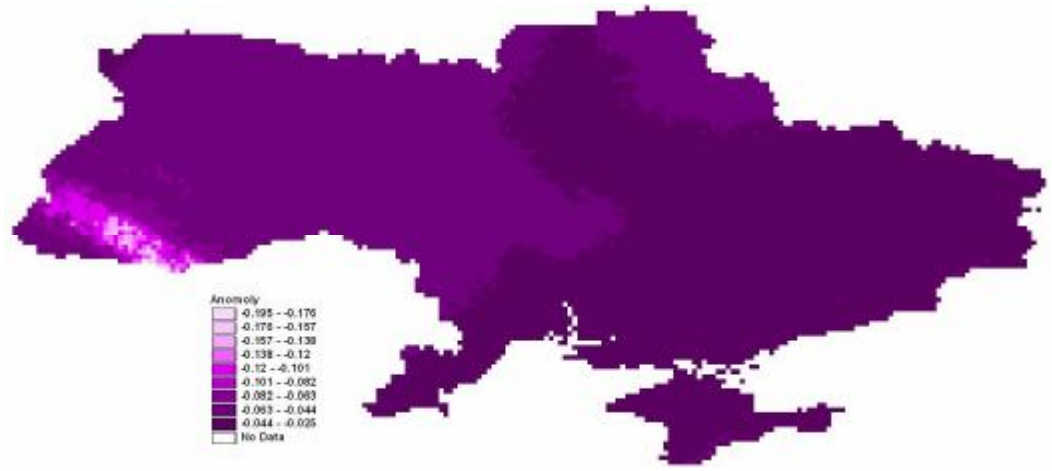
a)

b)

Рис. 4.8. Різниця суми опадів (мм) за вегетаційний період (квітень-вересень) між прогнозом на 2020 р. (а) та 2080 р. (б) та середнім показником на 1950–2000 рр.

Нещодавно Північно-євразійський кліматичний центр повідомив найновіші оцінки майбутніх регіональних змін клімату для країн, що входять в Союз незалежних держав, у тому числі й для України, базуючись на ансамблі моделей загальної циркуляції атмосфери та океану (МЗЦАО) нового покоління (CMIP3 – Coupled Model Intercomparison Project – Проект порівняння об'єднаних моделей, доступно на http://seakc.meteoinfo.ru/research). Прогнози дані для трьох періодів (початок 2011–2030 рр., середина 2041–2060 рр. і кінець 2080–2099 рр.) і для трьох сценаріїв Спеціальної доповіді Міжурядової групи експертів з кліматичних змін: A2, A1B і B1.

a)



b)

Рис. 4.9. Різниця між гідротермічним показником (відношення суми опадів до суми температур за вегетаційний період (квітень-вересень) згідно з прогнозом на 2020 р. (a) та 2080 р. (b) та середнього показника на 1950–2000 рр.

У цілому результати підтверджують попередні прогнози, хоча вони стали помітно жорсткішими. Так, збільшення річної температура за середнім по рівню змін сценарію A1B на середину сторіччя становить 2,4±0,7ºС (вказана похибка є середнє квадратичне відхилення між результатами 15 окремих кліматичних моделей), а на кінець сторіччя 3,7±1,0 ºС. При цьому зростання літніх температур очікується набагато вище, чим у більш ранніх прогнозах: зараз літнє потепління прогнозується (тут і далі – для того ж сценарію і на ті ж роки) в 2,5±1,0 ºС та 4,0±1,2 ºС, відповідно. Збільшення річних опадів не передбачається – прогноз дає 0,4±1,0% і –0,4±89% (відсотки обраховані до сучасного клімату). Сума літніх опадів знижується на –5,0% і –17,7%, відповідно на середину і кінець сторіччя. Це веде до наростання сухості клімату та зменшення стоку головних річок країни – Дніпра, Дністра та Південного Бугу.

4.4. Вплив кліматичних змін та зовнішнього середовища на ліси

4.4.1. Зміни клімату та ліси України

Значення впливу кліматичних змін на ліси України очікується суттєво різним в короткостроковому та довгостроковому прогнозах. Якихось катастрофічних впливів і реакцій лісів на кліматичні зміни в найближчі 20 років не передбачається, хоча й очікується деяке посилення тенденцій (як негативних, так і позитивних), що спостерігалися протягом останніх двох десятиріч. Довгострокові кліматичні зміни, як це випливає з наведеного аналізу, з високою ймовірністю, в основному будуть виявляти негативний вплив на рослинні екосистеми і особливо ліси України. Навіть у помірних прогнозах очікувані значення кліматичних показників досягають величин, які українські ліси не зазнавали протягом декількох попередніх тисяч років. Сучасна лісівнича наука не має достатніх дослідних даних відносно поведінки лісових систем, їх буферної здатності, специфіки реакцій та зворотнього зв’язку при таких змінах зовнішнього середовища.

Враховуючи, що Україна охоплює п’ять природно-кліматичних зон, наслідки очікуваних змін клімату будуть різними в різних районах. За оцінками, збільшення температури на 1°С веде до

переміщення широтних границь кліматичних зон у межах країни на 160 км (Дідух, 2009). У цілому для країни, вплив кліматичних змін може включати такі наслідки, які поступово будуть посилюватися протягом XXI сторіччя:

– географічні та ландшафтні зміни в розташуванні районів, придатних для зростання тих чи інших деревних порід, важливих для лісового господарства (зміна границь ареалу, погіршення стану або зникнення деяких продуктивних порід);

– збільшення або зменшення продуктивності, стійкості та життєздатності лісових екосистем;

– збільшення або зменшення виробництва деревини і недеревних лісових продуктів із розрахунку на одиницю площі;

– зміна типу, поширення та інтенсивності режимів природних порушень (спалахи масового розмноження лісових шкідників та хвороб, лісові пожежі тощо);

– зміни екологічних функцій екосистем (наприклад, вплив лісів на основні біогеохімічні цикли; вплив на біорізноманіття);

– збільшення або зменшення наявності та утримання в екосистемному кругообігу поживних речовин;

– зміни в циклах лісовідновлення деревних порід;

– зміни в закономірностях сукцесійної динаміки лісів;

– зміни в екологічних та соціальних послугах, що надаються лісами (наприклад, зміна привабливості для залучення туристів).

Збільшення евапотранспірації сприятиме посиленню процесів опустелювання в деяких районах (наприклад на піщаних ґрунтах Полісся). Підвищені температури інтенсифікуватимуть розклад органічних речовин ґрунту, що при умові водного стресу вестиме до погіршення родючості ґрунтів, а за достатньої наявності води – до підвищення продуктивності лісів.

У більшій частині рівнинних районів України продуктивність лісу обмежена кількістю опадів, тому зменшення річної кількості опадів, або ж перерозподіл їх по сезонах збільшуватиме обмеження доступної кількості води. Продуктивність лісів ймовірно зменшиться в місцях, уразливих до водного стресу, і зросте там, де підвищення температури буде збалансовано збільшенням опадів. Посушливість та нестача води для дерев може суттєво збільшити відпад у лісах навіть при температурних максимумах, які далекі від тих, які обмежують

інтенсивність фотосинтезу основних деревних порід у помірних широтах. Так, передбачається, що підвищення температури явно негативно впливатиме на букові (*Fagus silvatica*) ліси Європи (Gessler et al., 2007). Дещо м'якші зими будуть зменшуватимуть зимове здерев'яніння пагонів, посилюючи їх уразливість до морозу.

Типовою рисою природного середовища України є те, що ліси на її території досягають південних границь свого природного поширення при сучасному кліматі (так званого поясу посушливості (xeric belt), що простягається вздовж Середземного моря через Україну і південь Європейської Росії, до монгольських і даурських степів), де (1) існує значно вища невизначеність кліматичних прогнозів; (2) дуже висока уразливість лісів; (3) висока ймовірність екологічно небезпечних процесів (деградація лісових екосистем, окислення ґумусу) і (4) значна частина території має незадовільну структуру земельного покриву та якості сільськогосподарських угідь. На цій території критичних кліматичних показників для вирощування лісу невеликі зміни клімату і навколишнього середовища можуть призводити до суттєвих змін в життєвості, поширенні та продуктивності лісів.

На додаток до несприятливих кліматичних трендів, вплив зростаючої мінливості клімату на лісові екосистеми очікується негативним і значним. Частота років, протягом яких ліси зазнаватимуть значного водного стресу, буде збільшуватися. Крім прямого впливу на продуктивність та життєвість лісів, це, швидше за все, спровокує значні природні порушення, як абіотичні (лісові пожежі, пошкодження вітром і акселерація гідрологічного режиму ґрунтів), так і біотичні (масове розмноження небезпечних шкідників та хвороб). Уже й сьогодні ці явища супроводжуються значними втратами. Так, в Європі протягом 1950–2000 рр. у середньому 35 млн $м^3$ деревини пошкоджувалося щорічно, із яких 53% за рахунок сильних вітрів і штормів та 16% – за рахунок лісових пожеж (Schelhaas et al., 2003).

Зростання загрози лісових пожеж дуже ймовірне в різних районах, насамперед там, де домінують соснові ліси з їх високою горючістю. Особливо небезпечна проблема пов'язана з лісовими пожежами на радіоактивно забруднених територіях, оскільки такі пожежі ведуть до вторинного зараження суміжних територій і дуже небезпечні для здоров'я населення.

Також ймовірно, що очікуване зростання температури суттєво впливатиме на популяційну динаміку та розповсюдження ектотермічних організмів і викликати спалахи масового розмноження шкідників. Останніми роками лісові шкідники та патогени пошкоджують мільйони гектарів лісів на всіх континентах (Schelhaas et al., 2003). За оцінками, в США ці порушення коштують в середньому близько 1,5 трільйона доларів на рік, у п'ять разів більше, ніж втрати від лісових пожеж (Dale et al., 2001), а втрати деревини в Канаді з цієї причини за 10 років з 1977 по 1987 роки склали 100 млн $м^3 \cdot рік^{-1}$, тобто близько двох третин від обсягу заготовленої деревини (Fleming, 2000).

Кліматичні зміни суттєво впливають на розповсюдження, фенологію, динаміку масового розмноження та шкідливість лісових шкідників, включаючи виживаність популяцій, переміни в умовах живлення, зсув традиційних ареалів розповсюдження та сезонну динаміку чисельності (Мешкова, 2009; Netherer, Schopf, 2010). Наявність дерев-господарів та особливості режиму абіотичних порушень можуть значним чином модифікувати процеси розмноження лісових шкідників. З іншого боку, кліматичні зміни здатні збільшити чутливість деревних порід до пошкодження шкідниками. Потепління і зростаюча сухість клімату створюють сприятливі умови для багатьох особливо небезпечних лісових шкідників помірної та бореальної зони (Исаев, 1996), наприклад для непарного шовкопряда (*Limantia dispar*) (Vanhanen et al., 2007).

Дослідження в Словаччині передбачають подвоєння площі осередків масового розмноження шкідників, головним чином за рахунок хвоє- та листогризучих комах (Hlàsny, Turcàny, 2009). У цілому кліматичні зміни створюють також умови для поширення епідемій, викликаних шкідниками та патогенами (Bentz et al., 2010; Sturrock et al., 2011). Аналіз багатьох публікацій свідчить, що три головних обставини можуть бути використані як провісники величини пошкоджень лісів за умов засухи: специфіка живлення лісових шкідників, зміни у фізіологічних умовах діяльності грибів та суворість засухи (Jactel et al., 2012). Особлива загроза існує для чистих соснових насаджень, наприклад тих, що посаджені на пісках Придніпров'я та лісів у степових районах.

4.4.2. Вплив зміни навколишнього середовища на продуктивність лісів

Наявний ряд свідчень, що річна NPP лісових екосистем у північній півкулі з часом зростає, починаючи з другої половини XX століття (Myneni et al., 1997; Mund et al., 2002; Nemani et al., 2003; Алексеев, Марков, 2003; Швиденко та ін., 2007). Для Європи таке збільшення за період з 1960 по 1990 рік склало 18% (Stanners, Bourdeau, 1995). Серед чинників, які можуть викликати таке збільшення, вказується удобрюючий ефект, викликаний підвищенням концентрації CO_2, осадження оксидів азоту, зміни клімату і радіації, зміни в режимах природних та антропогенних порушень, удосконалення практики ведення лісового господарства та змін у землекористуванні. Наслідки забруднення повітря і води можуть суттєво і негативно впливати на ріст та продуктивність лісів, особливо у регіонах, вразливих до цих змін. Роль механізмів кожного із цих чинників вивчена ще недостатньо.

Значна кількість досліджень предбачає зростання продуктивності при підвищенні концентрації CO_2 в атмосфері (Bacastov, Keeling, 1973; LaDeau, Clark, 2001; Buchmann, 2002; Novak et al., 2004; Boisvenue, Running, 2006). Проте нестача води значним чином змінює цей відгук (Barber та ін., 2000). У цілому, кількісний прогноз майбутньої продуктивності лісів України досить невизначений, враховуючи складність взаємодій нового клімату, удобрюючого ефекту підвищених концентрацій CO_2 (фертилізація, позначається *eCO_2 – elevated CO_2*) в атмосфері, осадження азоту та деяких інших чинників. Хоч ідея позитивного впливу eCO_2 та накопичення азоту багаторазово підтверджена в лабораторних дослідах, наука поки що не має достатньо чітких доказів для прогнозу поведінки екосистем при множинних обмеженнях на життєві ресурси у суттєво іншому кліматі.

Серед основних, викликаних людиною змін навколишнього середовища, які впливають на продуктивність та життєвість лісових екосистем у масштабі країни, найбільш важливими (крім кліматичних змін) є підвищення концентрації CO_2 в атмосфері та накопичення й осадження азоту в ній. Загальна середня концентрація CO_2 в період 1995–2005 років збільшувалася на 1,9 часток на мільйон (Foster et al. 2007), а в усій Західній Європі і США величина накопичення N у

загальному вигляді (вологому і сухому) досягла 15 кг N на га в рік за період 1990–1993 рр. (Holland et al. 2005; Magnani та ін., 2007). Накопичення азоту і сірки в Україні розподілені нерівномірно, але становлять значні величини (табл. 4.14). До 1990-х років, 1,5–2,0 млн т діоксиду азоту викидалося в атмосферу щорічно (МОЗСРБ, Національна доповідь..., 1992) за рахунок промислових підприємств і транспорту. У 2001–2005 рр. викиди N_2O оцінюються в ~ 23 млн т еквівалента CO_2 (МОЗСРБ, Національна доповідь…, 2007).

Таблиця 4.14

Емісії та накопичення азоту та сірки в Україні

Одиниця виміру – Гг для N та S. Джерело: Букша, Пастернак, 2005

Спо-лука	Рік										
	1980	1985	1990	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
SO_x	3849	3463	3782	1639	1293	1132	1023	1029	1129	1230	1329
NO_x	1145	1059	1097	531	467	455	447	543	561	583	587
NH_3	759	759	759	759	759	759	759	364	358	378	378
PMCO	9832	9832	8141	2906	2567	2516	2602	2672	2708	2744	2780
PM2,5	–	–	–	–	–	–	–	310	310	310	310
N	798	686	710	647	557	608	578	558	552	448	429
S	1573	1233	1188	713	555	563	524	459	471	520	472

Скорочененя: PMCO – грубі первинні тверді частки, що утворилися безпосередньо з антропогенних викидів, з аерозолем розміром від 2,5 до 10 мкм; PM2,5 – дрібнозернисті величини, що визначаються як інтегрована маса аерозолю діаметром менше 2,5 мкм.

Вплив зміни складу атмосфери на життєвість і продуктивність лісових екосистем залежить від багатьох причин. Довгостроковий експеримент збагачення зовнішнього середовища вуглекислим газом (FACE – Free Air CO_2 Enrichment Experiment) показав, що при збільшенні концентрації +200 μмол·мол$^{-1}$ чистий фотосинтез соснової хвої першого року зріс на 67%, а попередніх років (дані за 11 років експерименту – 1996–2006 рр. – на 30%, причому ця величина різнилася вдвоє між найбільш сухим і найбільш вологим сезонами (Ellsworth et al., 2012). Рання реакція (після двох років фумігації (+200 ppm до існуючої концентрації) на величину eCO_2 відзначена також для підвищеного секвестру вуглецю в тонке коріння, хоча збільшення ЧПП тонкого коріння було не дуже значним (Matamala, Schlesinger, 2000).

Сучасне знання проблеми – що саме визначатиме функціонування і життєздатність екосистем в умовах обмежених життєвих ресурсів – є дуже неповним. Ряд важливих питань, як і раніше, чекають вичерпного розгляду: Наскільки стійкою є пряма стимуляція фотосинтезу в рослинах за рахунок зростання концентрації CO_2? В якій мірі такі чинники, як наявність поживних речовин у ґрунті, будуть обмежувати стимуляцію росту біомаси завдяки підвищеній концентрації CO_2, а також протягом якого часу дія таких чинників буде визначальною? В якій мірі осадження атмосферного азоту може зменшити дефіцит доступного азоту в ґрунті, що є типовим для більшості лісових екосистем помірного та бореального біомів північної півкулі? Відповіді на ці та інші питання, як і результати дослідів для різних регіонів і типів лісів істотно відрізняються.

Існує досить багато експериментальних даних, що показують сильну взаємодію N-C-H_2O. Наприклад, у дослідах на вільному повітрі зі збагаченою концентрацією CO_2 (FACE) і у камерах з відкритим верхом, нестача азоту спричиняє зниження стимуляції росту біомаси CO_2 (наприклад, De Graaff et al., 2006; Ellsworth, et al., 2012). Вважається також, що збільшення концентрації азоту в тканинах рослин веде до зростання втрат вуглецю на дихання рослин. Разом із тим, довгострокове (більше 15 років) збагачення азотом широколистяного лісу не підтвердило цієї залежності, особливо при значних хронічних осадженнях азоту (Burton et al., 2012).

Ciais et al. (2008b), фіксуючи значне збільшення фітомаси та ЧПП лісів Європи в 1950–2000 рр., стверджували, що в основному збільшення концентрації CO_2 в атмосфері було головним фактором збільшення ЧПП, тоді як збільшення кількості фітомаси було наслідком ведення лісового господарства. Тоді ж Churkina et al. (2010) на основі порівняльного аналізу моделей, дійшли висновку, що збільшення кількості вуглецю в екосистемах Європи повинно завдячувати підвищенню концентрації CO_2, а клімат та зміна земельного покриву протягом другої половини XX століття були факторами або ж нейтральними, або сприяли емісії вуглецю в атмосферу. Kaplan et al. (2012), використовуючи глобальну модель динаміки рослинності LPJ, стверджують, що протягом останніх 500 років антропогенно зумовлена зміна земельного покриву в Європі

була основним чинником динаміки вуглецевого бюджету, головним чином у зв'язку зі знелісненням території.

У проведеному дослідженні ми використали підхід, розроблений P. Ciais et al. (2005), який запропонував досить просту модель, що залежить лише від концентрації CO_2. У цій моделі NPP збільшується як функція співвідношення концентрації атмосферного CO_2 до кількості вуглецю $C_a(t)$, припускаючи, що нетто-біомна продуктивність (NBP) лісових екосистем поблизу стабільного стану є функцією резидентного часу вуглецю в екосистемі, а також CO_2-зумовленим збільшенням NPP, що представляється β-фактором. Ця проста концептуальна модель включає біосферний резервуар вуглецю, розподілений в резервуари біомаси з коротким життєвим терміном (листя і тонке коріння), деревну біомасу з великим життєвим терміном і органічну речовину ґрунту з NPP як вхід у модель, і транспірацію, яка приймається пропорційною до обсягу запасу вуглецю M та зворотної величини середнього часу кругообігу t_e:

$$\frac{dM}{dt} = NPP - Mt_e^{-1}. \qquad (4.8)$$

Це просте балансове рівняння відповідає ідеальному випадку, коли єдиним шляхом повернення CO_2 в атмосферу є гетеротрофне дихання, тобто вплив порушень не враховується. У такому ідеальному випадку фертилізація CO_2 сама по собі могла б повністю визначати біосферний вуглецевий баланс і його еволюцію. NPP може бути записана як така, що регулюється атмосферним CO_2 в вигляді $C_a(t)$ починаючи з до-індустріального часу t_0:

$$NPP(t) = NPP(t_0) \cdot \left[1 + b \cdot \frac{C_a(t) - C_a(t_0)}{C_a(t_0)}\right]. \qquad (4.9)$$

Якщо історичне збільшення атмосферного CO_2 з доіндустріальних часів апроксимувати експонентною функцією з характеристичним e-періодичним часом t_a = 45 років,

$$C_a = a + be^{tt_a^{-1}} \quad при: \quad a = 0; \quad i \quad b = 280, \qquad (4.10)$$

то, підставивши $C_a(t)$ з (4.10) у (4.9) і вирішивши рівняння (4.1), поглинання вуглецю (оскільки $dM/dt = NBP$) як відгук екосистеми на CO_2-фертилізацію може бути виражений як:

$$NBP = \frac{b}{\left(1+t_a t_e^{-1}\right)} \cdot \frac{\left(C_a - C_0\right)}{C_a} \cdot \frac{NPP}{\left(1+ b\,\frac{\left(C_a - C_0\right)}{C_a}\right)} \cdot \frac{e^{t_a t_e^{-1}}}{\left(e^{t_a t_e^{-1}} - 1\right)}. \qquad (4.11)$$

Рівняння (4.11) дає зв'язок між інтенсивністю фертилізації CO_2 (b) та вимірюваними NBP, NPP та запасом вуглецю, отриманим із різних підходів. Параметр b конвертується для доступних парних спостережень NBP і NPP і відповідного запасу. Як «лінійний β-фактор» була використана кінетика першого порядку (Goudriaan, Ketner, 1984), проте використання рівнянь Michaelis-Menten (Frarquhar et al., 1980), або логарифмічного виразу (Bacastov, Keeling, 1973), призводять до дуже близьких результатів. Численні експерименти дослідження росту рослин при підвищені CO_2 показують, що β знаходиться у проміжку між 0,2 і 0,4 (Wullschleger та ін., 1995). Таким чином, пари NPP та NBP оцінок відповідно до рівняння (4.9), які виходять за рамки цього діапазону, можна інтерпретувати як ті, що відображають вплив додаткових механізму стоку, а не тільки вплив CO_2-фертилізації.

Таблиця 4.15

Величина фертилізації CO_2, що впливає на стимуляцію NPP, отриманого з аналізу різних оцінок (NPP, NBP).

Джерело: Ciais et al. (2005).

Метод	β_1	β_2	$\sigma_{\beta 2}$	β_3	$\sigma_{\beta 3}$	NBP	σ_{NBP}	NPP	σ_{NPP}
Дослідження на пробних площах	1,62	1,96	2,91	1,81	3,0	1,06	0,60	6,17	1,83
Інвентаризація біомаси	2,19	2,79	1,60	2,59	1,9	1,07	0,32	4,48	1,34
Інверсійні моделі	0,77	0,84	0,38	0,84	0,4	0,51	0,54	4,48	1,34
DGVMs	0,16	0,17	0,06	0,18	5,8	0,13	0,18	4,78	1,54

Позначення. β_1 є середнім β-фактором у результаті розв'язання рівняння (5.4); β_2 – середня величина з 10000 Монте Карло імітацій різних моделей (NPP, NBP) у рамках припущення 30% помилок основних параметрів вуглецевого бюджету; β_3 така ж як β_2 із фіксованим обігом у кожному біомі.

Для лісів Європи, в більшості яких ведеться інтенсивне лісове господарство, жоден з результатів вимірювання NBP на рівні насадження не підтвердив статистичну значущість впливу підвищених концентрацій CO_2. Як показують результати цього аналізу, що ведення лісового господарства та осадження азоту на даний час є основними факторами, що викликають поглинання вуглецю в керованих лісах помірного поясу, ніж підвищена концентрація CO_2. Аналогічні висновки були отримані на основі даних інвентаризації лісів у східній частині США (Hicke et al., 2002), хоча Joos et al. (2002) засвідчили, що у межах даних наявних пробних площ не можна виключити вплив підвищеної концентрації CO_2. Тим не менше, значення NBP на рівні насадження, виведені для даних CANIF дозволяє припустити, що 25% накопичення вуглецю у ґрунті зумовлюються впливом лісозаготівель. Очевидно, невизначеність фізичного та екологічного впливу лісозаготівель на баланс вуглецю ґрунтів є дуже великою. У Європі дані інвентаризації лісів показують незначний зв'язок NBP з удобрюючим ефектом CO_2.

Таким чином, досить правдоподібний діапазон значень β 0,2–0,4 міг би забезпечити максимум 25%-й внесок підвищеної концентрації CO_2 до того рівня поглинання вуглецю європейськими лісами, що спостерігається сьогодні. Дані інверсного моделювання NBP лісів показують велику дисперсію у Європі, 4 із 5 середніх значень потоків (таблиця 4.15) виходять за межі значень, зумовлених впливом концентрації CO_2. На відміну, для всіх динамічних глобальних моделей рослинності (DGVM) значення β знаходяться в діапазоні від 0,2 до 0,4, звідки випливає, що ці моделі не описують адекватно процеси, які контролюють поглинання вуглецю в інтенсивно керованих лісах помірного поясу (наприклад, ведення лісового господарства впливає на вікову структуру деревостанів).

Існує загальноприйнята точка зору, підтримана багатьма дослідженнями, що осадження азоту суттєво впливає на продуктивність лісів північної півкулі (Townsend et al., 1996), хоча кількісні оцінки цього впливу надто різняться (Nadelhoffer et al., 1999; Schulze, 2000; Högberg, 2007; Magnani et al., 2007; Sutton et al., 2008; Dezi et al., 2010). Якщо враховувати основні показники, що характеризують кількість доступного азоту (фактичну кількість, яка бере участь у кругообігу в даних умовах місцезростання; азот, що був

накопичений внаслідок антропогенного впливу протягом останнього сторіччя; та сучасне осадження) то усереднена оцінка впливу осаджень азоту на ліси України може бути прийнята на нижчому рівні діапазону, установленому для лісів Європи на ґрунтах, не забезпечених повністю азотом, тобто на рівні 30–70 кг $C \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ на 1 кг осадженого азоту на 1 га за рік (Högberg, 2012).

Як випливає з викладених вище міркувань і аналізу, очікувані впливи на українські ліси протягом найближчих десятиліть є різнотипними, нерівномірно розподіленими по території країни і супроводжуються великими невизначеностями. Кліматично зумовлене збільшення NPP буде обмеженим за рахунок збільшення посушливості, особливо в південних регіонах країни. Однією з найбільш важливих особливостей майбутнього клімату є висока ймовірність жарких і посушливих періодів, які можуть істотно «перемикати» вплив змін клімату на продуктивність екосистем. Дуже імовірно, що осадження азоту підтримають зростання чистої біомної продукції, хоча певний висновок про взаємовідношення між темпами зміни NPP і гетеротрофним диханням, зумовленими зміною температури і браком води в деяких регіонах, зробити непросто. Можна чекати синергетичний вплив на продуктивність лісів внаслідок збільшення концентрації CO_2, але дуже ймовірно, що цей вплив буде невеликим. Очікуване покращення ведення лісового господарства може також позитивно позначитися на продуктивності. Тим не менше, тенденція значного збільшення кількості заготовленої деревини протягом кількох останніх років (і, особливо, беручи до уваги загрозу збільшення рівня нелегальних рубок) може істотно зменшити цей потенціал.

Негативні наслідки включають вірогідне збільшення природних порушень (пожежі, біотичні фактори), але кількісні оцінки наслідків у майбутньому впливу на вуглецевий цикл істотно залежать від рівня охорони лісів і є досить невизначеними. Тенденції розвитку економіки свідчать про повільний, але стабільний ріст викидів забруднюючих речовин, які негативно впливатимуть на стан і продуктивність лісів. Різноманітність і суперечливий характер впливу не дозволяють чітко оцінити вплив окремих чинників. У цілому, на основі розгляду основних факторів і кліматичних особливостей природних зон в країні, ми дійшли висновку, що є доречним використати консервативні

усереднені поправки на величину чистої біомної продукції: ми припустили збільшення NBP на 7,5% за сценарієм «бізнес як звичайно» і 15% за прогресивним сценарієм у період 2015–2030 рр. Дуже ймовірно, що ці експертні оцінки дещо занижують прогнозовані значення NBP, особливо для прогресивного сценарію.

4.5. Прогноз динаміки лісів України та вуглецевого бюджету в 2015–2030 роки

4.5.1. Методичні передумови моделювання

Схема моделювання, використана для оцінки динаміки вуглецю в українських лісах, була визначена для вирішення таких головних завдань:

– оцінка запасу вуглецю в лісовій рослинності;

– прогноз змін у використанні землі;

– моделювання динаміки головних компонентів ПВБ;

– розгляд основних проблем адаптації лісів України до кліматичних змін та використання потенціалу лісового сектору країни для пом'якшення очікуваних змін клімату.

Як первинна інформація про стан лісів були використані дані Державного обліку лісів станом на 1 січня 2011 року. Були також використані дані 2002 року, де за первинну одиницю моделювання слугує підприємство лісового господарства – для земель Державного лісового фонду під управлінням Держлісагентства та регіон (області, АР Крим) – для лісів інших відомств. Оцінка здійснена в рамках двох описаних вище сценаріїв.

Загальна схема розрахунку включає вплив таких важливих чинників:

– природний ріст насаджень (використана механічна модель оновлення даних інвентаризації лісів); відповідні результати представлені в підрозділах 4.5.2 і 4.5.3;

– кількість деревини, що заготовлюється під час рубок головного користування;

– проміжне користування (рубки догляду та санітарна рубка);

– відновлення лісів (лісовідновлення та лісорозведення);

– вплив антропогенних чинників (пожежі, шкідники та хвороби);

– вплив змін навколишнього середовища на стан та продуктивність лісів (зміна клімату; ефект впливу підвищеної концентрації CO_2; осідання азоту; забруднення повітря, ґрунтів та води).

У зв'язку з недостатнім знанням ряду важливих процесів, вплив деяких чинників не може бути коректно включений в формальні розрахунки. Це зумовило необхідність у деякій мірі використання експертних оцінок.

Достовірних оцінок запасів вуглецю ґрунту і його динаміки в Україні на даний час не існує. Ми використали припущення, що за період прогнозу накопичення вуглецю в ґрунті вкритих лісовою рослинністю ділянок, які не є об'єктом порушень, складає 15% від накопичення фітомаси в межах інерційного сценарію і 30% – в межах прогресивного сценарію.

За результатами багатьох досліджень у країнах помірного поясу, залісення територій, що перед цим використовувалися для вирощування сільськогосподарських культур, особливо малопродуктивних земель, сприяє досить швидкому збільшенню органічної речовини і елементів живлення рослин у ґрунті (Paul et al., 2002; Loveland, Webb, 2003; Morris et al., 2007; Moussavou Boussougou et al., 2010). Як загальна схема вважається, що протягом перших п'яти років після садіння дерев кількість органічного вуглецю ґрунту (ОВГ) дещо знижується у зв'язку з механічним пошкодженням останнього, створенням канав або підвищень для посадки і т.д. Ці втрати не компенсуються достатнім надходженням відмерлої органічної речовини рослин. Після цього настає період, коли надходження нової органіки, як результат зростання первинної продукції, починає перевищувати її втрати внаслідок декомпозиції. В ряді оглядів (Paul et al., 2002; Laganieere et al., 2010) показано, що період такого збільшення залежить від попереднього типу землекористування, деревних порід, що висаджені, типу підготовки ґрунту і технології посадки, рельєфу і кліматичних умов, і довжина такого періоду складає від 10 до 60 років. Як правило, листяні породи забезпечують орієнтовно на третину вищий рівень акумуляції вуглецю в ґрунті (наприклад, 0,35 т $C \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ проти 0,26 т $C \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ для умов півночі материкової части США, Morris et al., 2007). Для малопродуктивних земель збільшення ОВГ у ґрунті дещо вище. Так, за даними (Sauer et al., 2012)), протягом від 17 до 51 року після посадки,

збільшення ОВГ у поверхневому 30-см шарі становило від 0,40 до 0,72 т С·га$^{-1}$·рік$^{-1}$ (середнє 0,56±0,05 т С·га$^{-1}$·рік$^{-1}$, або 30,0±5,1%). Разом із тим, створення спеціальних коротко-ротаційних плантацій для використання в енергетичних цілях на відносно багатих ґрунтах не привело до суттєвих змін в ОВГ (Lockwell et al., 2012).

Детальне вивчення впливу українського лісопромислового сектору на вуглецевий бюджет не було метою цього дослідження. Але деякі питання (наприклад, використання деревини для виробництва енергії) були включені. Нижче ми наводимо необхідну інформацію з планованого розвитку лісової промисловості шляхом впровадження цільових показників різних, в основному державних, рішень та планів.

Програмою розвитку лісопромислового сектору були визначені головні індикатори лісової промисловості на 2015 рік: обсяг виробництва деревини на душу населення (показники в дужках надаються за 1993 рік): пиломатеріали – 57,7 м^3 (67,3); ДСП – 43,3 м^3 (21,2); фанера – 3,8 м^3 (1,7); папір та картон – 38,5 кг (11,2). Очікувалося, що виробництво пиломатеріалів зменшиться на 3 мільйони м^3. У 1990 році було вироблено 169,1 тис. м^3 фанери (73% використання виробничих потужностей; новий завод із виробництва фанери з річним обсягом 50 тис. м^3 було відкрито у 1988 р.). В 1995 році використання виробничих потужностей знизилося до 16%, головним чином через недостатність сировини. Можливості внутрішнього ринку забезпечення таких підприємств сировиною для виробництва фанери обмежені, тому зростання виробництва тут може бути досягнуте тільки завдяки впровадженню нових технологій. Максимальний рівень виробництва фанери, який можна досягнути в 2015 році, був оцінений на рівні 195 тис. м^3.

Передбачалося, що до 2015 року річне виробництво паперу буде на рівні 970 000 тонн, картону – 1030 тисяч тонн, целюлози – 646 000 тонн, хімічної та термомеханічної целюлози – 335 000 тонн. Розрахунки програми передбачали річний імпорт деревини на рівні орієнтовно 7 мільйонів м^3 до кінця 2015 року. Якщо програма буде успішною, через 25 років 86% деревини буде зекономлено, додаткові ресурси деревини зростуть на 87%, а прибуток за одиницю продукції виробничого ресурсного потенціалу на ринку збільшиться на 43%.

4.5.2. Інерційний сценарій

Інерційний («бізнес-як-звичайно») сценарій був розроблений на базі експертної модифікації тенденцій, що спостерігаються в Україні протягом останніх двох десятиріч, а також зважаючи на нещодавні та сучасні тенденції економічного та соціального розвитку країни.

Сценарій базується на:

– існуючій тенденції динаміки лісових територій;

– поточному та очікуваному фінансуванні ведення лісового господарства;

– сучасному рівні лісовідновлення та лісорозведення;

– поточному і в цілому незадовільному рівні охорони та захисту лісу;

– консервативній оцінці рівня рубання лісу протягом періоду прогнозу (в межах 17 млн $м^3 \cdot рік^{-1}$).

Невизначеності та ризики інерційного сценарію в основному пов’язані зі специфікою майбутнього політичного та економічного розвитку країни та недоліками і неповнотою доступної офіційної інформації, зокрема недостатньої повноти і достовірності даних про обсяги заготівлі деревини (незаконні рубки зокрема).

Дані, наведені у таблиці 4.16, показують нещодавню та очікувану динаміку ділянок, вкритих лісом за областями. Значне збільшення площі лісів у 1988–2002 рр. (орієнтовно на 10% з 1988 року) виникло внаслідок змін у підходах до інвентаризації лісів, головним чином тому, що всі захисні насадження (включаючи лісозахисні смуги на сільськогосподарських землях та ін.) почали вважати лісовими територіями. Так чи інакше, ми не вважаємо цей компонент головною рисою динаміки лісового покриву і ця динаміка не вплинула на припущення сценарію. Застосований підхід призвів до збільшення лісової території в країні на ~5%. Ми також не включили в цей прогноз очевидну потребу в завершенні формування системи захисних лісів (включаючи лісозахисні смуги), особливо на території південного лісостепу та степової зони.

Таблиця 4.16

Динаміка площі вкритих лісовою рослинністю ділянок і запасів деревини в лісах у 2011–2031 рр. за інерційним сценарієм

Адміністративно-територіальна одиниця	Вкриті ЛР ділянки, тис. га				ВЛ*, %	Запаси деревостанів, млн м^3			
	2011	2016	2021	2031		2011	2016	2021	2031
АР Крим	311,5	312,8	314,4	318,4	11,8	44,56	46,62	47,56	48,45
Вінницька	346,5	348,0	349,7	354,2	13,4	70,54	72,64	73,86	75,61
Волинська	624,6	627,2	630,5	638,4	31,7	127,75	131,10	133,29	136,42
Дніпропетровська	179,2	180,0	181,0	183,2	5,7	19,78	20,68	21,12	22,02
Донецька	184,1	184,9	185,8	188,2	7,1	25,73	26,72	27,35	28,43
Житомирська	1001,6	1005,8	1011,1	1023,7	34,3	220,89	226,90	230,40	235,40
Закарпатська	656,7	659,5	662,9	671,3	52,6	212,95	217,57	220,87	225,49
Запорізька	101,0	101,5	102,0	103,2	3,8	6,38	6,78	7,03	7,33
Ів.-Франківська	571,0	573,4	576,3	583,5	41,9	156,26	160,54	163,39	167,38
Київська	655,4	658,1	661,6	669,9	23,1	166,33	170,29	172,57	175,82
Кіровоградська	164,5	165,2	166,1	168,1	6,8	24,78	25,34	25,74	26,22
Луганська	292,4	293,6	295,2	298,8	11,2	44,59	45,79	46,52	47,39
Львівська	621,2	623,8	627,0	634,9	29,1	153,83	158,48	161,58	165,92
Миколаївська	98,2	98,6	99,1	100,4	4,1	7,37	7,57	7,72	7,92
Одеська	203,9	204,7	205,8	208,4	6,3	18,58	19,38	19,88	20,68
Полтавська	247,4	248,4	249,7	252,8	8,8	53,74	55,24	56,12	57,37
Рівненська	729,3	732,4	736,2	745,4	37,2	137,47	141,85	144,40	148,05
Сумська	425,0	426,8	429,0	434,3	18,2	109,23	118,81	123,28	125,43
Тернопільська	183,2	184,0	184,9	187,2	13,5	36,38	37,52	38,15	39,05
Харківська	378,3	379,8	381,8	386,6	12,3	81,13	83,41	84,74	86,64
Херсонська	116,3	116,7	117,4	118,8	4,2	11,55	11,77	11,94	12,30
Хмельницька	265,1	266,2	267,6	270,9	13,1	57,03	58,65	59,56	60,86
Черкаська	315,1	316,5	318,2	322,1	15,4	72,24	74,16	75,76	77,36
Чернівецька	236,7	237,7	238,9	241,9	29,9	65,49	67,41	68,25	69,45
Чернігівська	665,7	668,5	672,0	680,4	21,3	175,36	179,32	182,25	185,10
Усього	**9573,9**	**9614,1**	**9664,2**	**9785,0**	**16,2**	**2099,9**	**2164,5**	**2203,3**	**2252,1**
ВЛ*,%	15,9	15,9	16,0	16,2	–	–	–	–	–
Середній запас, м^3·га$^{-1}$	–	–	–	–	–	219,3	225,1	228,0	230,1

ВЛ* – відсоток лісистості, визначений як відношення площі вкритих лісовою рослинністю ділянок до загальної площі.

Підтримуючи існуючий рівень ведення лісового господарства, тобто обсяги лісовідновлення, лісорозведення, проміжного та головного користування (із виключенням нелегальних лісозаготівель, оскільки жодні достовірні дані з цього питання недоступні); сучасний рівень

охорони лісів від пожеж, спалахів шкідників і хвороб та інших факторів, враховуючи особливості росту та приросту лісових насаджень, можлива динаміка запасів представлена в таблиці 4.17. Зважаючи на короткий період прогнозу, на цій стадії ми не включали оцінки впливу зміни клімату, підвищених концентрацій CO_2 та інших можливих глобальних змін на екофізіологічні процеси в лісових екосистемах порівняно з періодом 1996–2011 років, оскільки консервативні поправки в рамках вибраних сценаріїв знаходяться в межах невизначеностей прогнозу.

Таблиця 4.17

Динаміка фітомаси (Ф, Тг сухої речовини) і вуглецю (С, Тг) українських лісів за інерційним сценарієм

Адміністративно-територіальна одиниця	Фітомаса				Вуглець			
	2011	2016	2021	2031	2011	2016	2021	2031
АР Крим	34,1	35,7	36,4	37,1	16,9	17,7	18,0	18,4
Вінницька	58,6	60,3	61,4	62,8	29,2	30,1	30,6	31,3
Волинська	85,1	87,3	88,8	90,9	42,4	43,5	44,2	45,3
Дніпропетровська	14,8	15,5	15,8	16,5	7,3	7,6	7,8	8,1
Донецька	18,5	19,2	19,7	20,4	9,2	9,6	9,8	10,2
Житомирська	151,0	155,1	157,5	160,9	75,1	77,1	78,3	80,0
Закарпатська	186,2	190,2	193,1	197,2	92,8	94,8	96,3	98,3
Запорізька	5,3	5,8	5,9	6,1	2,6	2,8	2,9	3,0
Ів.-Франківська	112,2	115,3	117,3	120,2	55,8	57,3	58,3	59,8
Київська	110,2	112,8	114,3	116,5	54,9	56,2	57,0	58,0
Кіровоградська	19,9	20,3	20,7	21,0	9,9	10,1	10,3	10,5
Луганська	28,9	29,6	30,0	30,6	14,3	14,7	14,9	15,2
Львівська	115,8	119,3	121,6	124,9	57,6	59,3	60,5	62,1
Миколаївська	5,7	5,9	6,0	6,1	2,8	2,9	2,9	3,0
Одеська	14,4	15,0	15,4	16,4	7,1	7,4	7,6	7,9
Полтавська	37,3	38,3	39,0	39,8	18,6	19,1	19,4	19,9
Рівненська	92,3	95,2	97,0	99,4	45,9	47,4	48,2	49,4
Сумська	77,8	84,6	87,8	89,3	38,7	42,1	43,7	44,4
Тернопільська	30,0	30,9	31,5	32,2	14,9	15,4	15,6	16,0
Харківська	56,7	58,3	59,2	60,6	28,2	29,0	29,5	30,1
Херсонська	8,2	8,4	8,5	8,7	4,1	4,2	4,2	4,4
Хмельницька	42,9	44,1	44,8	45,8	21,3	21,9	22,2	22,7
Черкаська	53,9	55,3	56,5	57,7	26,8	27,5	28,1	28,7
Чернівецька	47,6	49,0	49,6	50,4	23,7	24,4	24,7	25,1
Чернігівська	116,2	118,8	120,8	122,7	57,9	59,2	60,2	61,1
Усього	**1523,5**	**1570,2**	**1598,6**	**1634,4**	**758,0**	**782,7**	**795,2**	**812,9**

Динаміка фітомаси (табл. 4.17) була оцінена на базі моделей та методології, описаних у розділі 3. Втрата живої біомаси через рубання лісу та інших природних і антропогенних чинників була оцінена на рівні 2002–2010 років.

4.5.3. Прогресивний сценарій

Певним чином прогресивний сценарій бере до уваги екологічну, соціальну та економічну значимість українських лісів, оцінює їх роль у поточному та майбутньому стані навколишнього середовища і забезпечує ґрунтовну передумову переходу до сталого ведення лісового господарства. Однак ми використовуємо термін «прогресивний» тому, що цей сценарій не є «оптимальним» в повному розумінні цього слова.

Парадигма сталого ведення лісового господарства вважається загально прийнятою філософією у відносинах людини і лісового сектору, а також є професійною базою для поточного та майбутнього розвитку лісового сектору України. Очевидно, що перехід до сталого ведення лісового господарства дуже довгий та тернистий, і його успіх залежатиме від політичного, соціального та економічного курсу країни. Адаптивне лісове господарство – це обов'язкова передумова сталого ведення лісового господарства і будь-який перехідний процес повинен бути пов'язаним зі змінами традиційно існуючих положень і рекомендацій для того, щоб мати сенс в світі, що постійно змінюється. І все ж таки враховуючи 1) дуже важливу роль українських лісів у захисті навколишнього середовища, 2) тимчасову стабільність базових наукових принципів лісового господарства, 3) обов'язковий характер аналізу базових принципів та рішень відповідної стратегії багатоцільового лісокористування під час драматичних змін політичної та соціальної системи країни, необхідно взяти до уваги критерії та індикатори сталого ведення лісового господарства і використати їх як основу для майбутніх стратегій лісоуправління.

Головні вимоги впровадження сталого ведення лісового господарства в українських реаліях включають (Кравець та ін., 1999):

1. Збільшення продуктивності лісів та збереження потенціальної продуктивності.
2. Підтримка здоров'я та життєвих функцій лісів та дерев за межами лісів.

3. Збереження та підтримка захисних функцій лісів.
4. Розвиток та підтримка структури природних ландшафтів, що забезпечили би сталий розвиток сільськогосподарських угідь та достатню якість стану навколишнього середовища, з особливим наголосом на населених районах.
5. Розвиток та підтримка біорізноманіття на генетичному, видовому, екосистемному та ландшафтному рівнях.
6. Підтримка та збільшення ролі лісів у головних екологічних (біохімічних) циклах (вуглецевому, азотному, гідрологічному).
7. Відновлення природних ландшафтів, забруднених радіонуклідами, і зменшення втрат від аварії на Чорнобильській атомній електростанції.
8. Підтримка та посилення соціальних та економічних функцій лісу.
9. Розвиток законодавчої бази та інструментів для лісової політики, що покликана прискорити впровадження парадигми сталого розвитку лісового господарства в Україні.

На даний момент, Україна переживає значні політичні, економічні та соціальні зміни, що роблять будь-які жорсткі прогнози дуже проблематичними. Для прогресивного сценарію деякі індикатори «Державної програми «Ліси України 2002–2015», затвердженої Кабінетом Мініністрів України (№ 581) від 29 квітня 2002 р., було використано на початковій стадії періоду прогнозу. Головні очікувані результати програми представлені в таблиці 4.18. Програма визначає наступні головні напрями розвитку та ведення лісового господарства:

– збільшення лісистості до оптимального рівня в усіх природних зонах;

– підвищення продуктивності лісів, покращення якості насаджень;

– розширення екологічних послуг, що надаються лісами, збереження біорізноманіття;

– сприяння пристосуванню лісових екосистем до негативних впливів навколишнього середовища та зміни клімату;

– диверсифікація методів ефективного використання лісових ресурсів;

– інтенсифікація заліснення та агролісівництва;

– удосконалення законодавчої бази ведення лісового господарства та її гармонізації з міжнародними принципами сталого лісоуправління;

– зміцнення державного контролю захисту, використання та відновлення лісів.

Таблиця 4.18

Головні очікувані результати Державної програми «Ліси України» в 2002–2015 рр.

Індикатори	Одиниця виміру	Результати за роками			
		2002	2005	2010	2015
Загальна площа лісів та інших територій, вкритих лісовою рослинністю	млн га	10,8	10,9	11,1	11,3
Ділянки вкриті лісовою рослинністю	млн га	9,4	9,4	9,5	9,7
Загальний запас насаджень	млрд $м^3$	1,74	1,86	1,97	2,03
Середній запас насаджень	$м^3 \cdot га^{-1}$	186	200	205	210
Середній приріст	$м^3 \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$	3,8	3,8	3,9	4,0
Відсоток лісистості	%	15,6	15,6	15,8	16,1

Програма передбачала впровадження нових природно-захисних технологій заготівлі лісу, зокрема широке використання вибіркових та поступових видів рубок; ведення лісового господарства за водозбірним принципом та його гармонізація на зонально-типологічній та програмно-орієнтованій основі, покращення системи інвентаризації лісу та планування на базі широкого застосування геоінформаційних технологій.

Очікувалося, що впровадження Програми збільшить площі лісових насаджень на 0,5 млн га, лісистість від 15,6 до 16,1%, загальний запас лісових насаджень – на 16,7%. Було заплановано підвищити загальний обсяг лісозаготівель на 15–20%, що дозволило б заготовляти додатково до 2,4 млн $м^3$ у лісах Держлісагентства. За оцінками Програми, кожний гектар створених насаджень повинен поглинати 0,7 т $С \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ у віці 10 років та ~ 1,0 т $С \cdot га^{-1} \cdot рік^{-1}$ у віці 20 років.

Ряд інших законодавчих актів також становить істотний інтерес для використання в прогресивному сценарії, зокрема, «Концепція реформування та розвитку лісового господарства», затверджена Кабінетом Міністрів 18 квітня 2006 року №208-д. Як передбачалося

Концепцією, ефективне ведення лісового господарства та перехід до сталого розвитку повинно включати в себе:

– збільшення лісистості;

– збереження біорізноманіття;

– невиснажливе використання лісів;

– розвиток прозорого ринку деревини через впровадження аукціонів;

– покращення економічної та фінансової систем лісового господарства;

– залучення підприємств малого бізнесу до ведення лісового господарства та створення нових робочих місць;

– удосконалення державної системи лісокористування.

Були окреслені принципові риси реформування лісового управління.

По-перше, головним та пріоритетним завданням цієї реформи є досягнення розуміння того, що ліси – це головне екологічне джерело, яке формує економічні рамки для стабільного розвитку природних ландшафтів у цілому. В цьому контексті, реформа повинна радикально переглянути всю систему відносин між суспільством та природою, запустити довгострокову програму для поступового покращення екологічної ситуації та забезпечити стабільний розвиток утилізації природних ресурсів.

По-друге, необхідно забезпечити всебічне використання лісів у межах їх максимального потенціалу (за принципом неперервного та невиснажливого багатоцільового користування лісом), наголошуючи на всіх функціях лісів – екологічних, соціальних та економічних, виконуючи базову концепцію ведення лісового господарства на ландшафтно-екосистемній основі.

По-третє, при умовах децентралізації економічного менеджменту, переходу до ринкової економіки і з огляду на соціальні аспекти перехідного періода та економічного спаду, існує потреба в більш жорсткому державному контролюванні експлуатації природних ресурсів.

Усе це призводить до наступних висновків:

– за можливості різних форм власності на ліси, державна власність оцінюється як переддомінантна;

– вертикальна система державного лісового управління (країна-регіон-район) та існуючі інституційні структури вимагають модифікації та адаптації до нової ситуації;

– лісовий сектор повинен зберегти незалежність, представляючи державу у взаємодії з громадськістю, національною економікою і лісами.

Очевидно, що реформа лісового сектору, враховуючи властиві йому довгий період виробництва та значну інерцію, особливо в умовах політичних, економічних та соціальних змін у суспільстві, вимагає часу. Таким чином перехідному періоду повинна передувати фундаментальна реконструкція лісогосподарського сектору. Передбачалось, що протягом періоду впровадження Концепції будуть розроблені нове лісове законодавство; адекватний механізм фінансування; знайдені необхідні фінансові ресурси та встановлені юридичні механізми розподілу прибутків; сформована нова організаційна структура лісового управління; сформована ринкова інфраструктура.

Аналіз вказаних Програми та Концепції свідчить, що економічний потенціал, як і можливість його практичного використання, в основному визначаються не тільки цілями, а й всією системою державної та суспільної підтримки (ефективне адміністрування, виділення необхідних ресурсів і дійовий контроль) протягом усього періоду, запланованого для реалізації програмних документів. Можна навести деякі елементи більш ранніх планувань держави для того, щоб проілюструвати наскільки різними можуть бути наміри та очікувані результати прогнозів в лісовому секторі. В серпні 1993 року Кабінет Міністрів України прийняв «Державну програму розвитку лісогосподарського і лісопромислового комплексів України на період до 2015 року». Після набуття незалежності, це була перша спроба розв’язати важливі, але важкі проблеми в рамках створеної країни та розробити нову національну політику. В цитованому документі було сформульовано п’ять напрямів роботи:

– інтенсифікація відновлення лісу шляхом підвищення продуктивності наявних насаджень, реконструкція похідних та низькопродуктивних насаджень, поширення плантаційного залісення, збільшення лісорозведення на еродованих землях та землях, що не використовуються;

– повне та ефективне використання потенціалу лісу шляхом розширення експлуатації захисних лісів, ширші масштаби впровадження екологічно-безпечних технологій заготівлі деревини;

– радикальна зміна структури галузі обробки деревини, з наданням більшого пріоритету целюлозному та паперовому виробництву, забезпечення оптимальної утилізації всієї деревної біомаси та інших лісових ресурсів;

– розвиток та широке впровадження сучасної техніки, обладнання та технологій для інтенсифікації лісовідновлення, утилізації та індустріальної обробки деревини;

– фундаментальна реорганізація існуючого економічного механізму, який повинен бути націлений на більш повне та ширше впровадження ринкових відносин.

У цій програмі екологічні потреби представлені істотно ширше, ніж у наступних документах: програма передбачала збільшення лісової території від 3 до 4 мільйонів гектарів (в деяких офіційних документах середини 1990-х років, що розглядали необхідні базові умови переходу до сталого розвитку, вказувалося 4–4,5 мільйонів га). Ці площі включали: 1,5 мільйонів га землі, виведені з сільськогосподарського використання, розглядались як резерв залісення разом із 2 мільйонами га дуже еродованих орних земель та 2 мільйонами га еродованих пасовищ. Очікувалося, що проект триватиме досить довго час (орієнтовно 40–50 років), і що відтворення лісів зросте від 60000 м до 80000 га щорічно (у 1990 році було посаджено 53000 га лісу, включаючи 35000 га на землях Лісового фонду та 18000 га на землях сільськогосподарських підприємств).

Розглядалося два варіанти. Один був запропонований колишнім Міністерством лісового господарства, інший – Радою з вивчення продуктивних сил України Національної академії наук України. Відповідно до першого варіанта, пропонувалось зменшити площі лісовідновлення і лісорозведення від 53000 га в 1990 році до 40000 у 2015 році, відповідно до другого варіанта – збільшити від 53000 до 100000 га. В межах загальних площ лісовідновлення і лісорозведення було заплановане створення лісозахисних смуг усіх видів для забезпечення достатнього захисту 20 мільйонів га сільськогосподарських земель (що не були забезпечені захистом на середину 1990-х років), а до 2015 року практично всіх сільськогосподарських земель, що потребуватимуть такого виду захисту. Беручи до уваги поточний стан земель та навколишнього середовища в Україні, вищенаведені цифри необхідно вважати мінімально доцільними на шляху оптимізації.

Для порівняння наведемо оцінку розмірів землі, економічно доступної для заліснення, здійснену Nijnik M. (2002), Nijnik et al. (2012), у розмірі 2,29 мільйонів га. Автор включила в цю площу незаліснену територію державного лісового фонду – 0,4 млн га (відзначимо, що в лісокультурний фонд при усереднених витратах на лісорозведення можна включити не більше четверті цієї площі) та невикористовувані сільськогосподарські землі – 1,69 млн га. За біокліматичними зонами територія розподілялася наступним чином: Полісся – 248,0 тис. га, Лісостеп – 710,5 тис. га, Степ – 935,5 тис. га, Карпати – 171,0 тис. га і Крим – 224,3 тис. га. Ці площі близькі до контрольних чисел Державної програми «Ліси України» і Концепції реформування і розвитку лісового господарства.

Теоретично такі площі наявні для лісорозведення. Практично ж лісорозведення на таких територіях пов'язане зі значними труднощами, зумовленими специфікою власності на сільськогосподарські землі; придатністю доступних земель для вирощування лісу без проведення спеціальних (і дуже дорогих) лісомеліоративних заходів; можливими конфліктами в місцевих пріоритетах землекористування; відсутністю належного законодавства та дійових механізмів фінансової підтримки тощо. Потрібні дуже непрості інституціональні рішення – хто повинен провадити весь комплекс посадки, догляду та охорони нових лісів на площі, що перевищує 2 млн га? Передача цих земель лісовому відомству навряд чи можлива та, ймовірно, і не доцільна, якщо вбачати основну перспективу в суттєвому удосконаленні системи місцевого самоврядування в Україні.

Треба погодитися з пропозицією Попкова і Савущика (2009) відносно необхідності розробки єдиної національної програми лісорозведення, яка включила б усіх основних землекористувачів, центральні і регіональні органи влади та органи місцевого самоврядування і яка базувалася б на спеціально зібраній об'єктивній інформації.

Програма 1993 року передбачала, що заготівля деревини повинна збільшитися від 12,5 млн $м^3$ у 1995 р. до 14,0 млн $м^3$ у 2015 р. (відповідно до першого варіанта), і від 15,7 млн $м^3$ до 17,2 млн $м^3$ (за другим варіантом). Частка рубок проміжного користування в обох варіантах досить висока – 7,0 млн $м^3$ та 7,8 млн $м^3$ відповідно. Крім того, згадані вище заходи, які були

націлені на покращення стану лісів, включали також інші організаційні заходи, такі як дозвіл на більш інтенсивну рубку в захисних лісах (за виключенням рубки в національних заказниках, національних парках, протиерозійних плантаціях на крутих схилах та цінних лісах) та зниження віку головного користування у деяких категоріях лісу. Також було запропоновано переглянути та удосконалити поділ лісів за категоріями захисності. Відповідно до оцінки Програми 1993 року відміна заборони заготівлі в захисних лісах може дозволити додаткову заготівлю деревини в розмірі від 3 до 5 млн $м^3$ без загрози захисним функціям цих лісів.

Деякі вчені пропонували інтенсивніше збільшення рубок головного користування в українських лісах. Розрахунки, що базуються на динамічній моделі, яка включає продуктивність насаджень, їх поточний стан, експлуатаційні режими, та беручи до уваги зменшення росту лісу внаслідок впливу антропогенних чинників, показали, що протягом наступних ста років в середньому доцільно заготовляти в державних лісах 15 млн $м^3$ у рік (Nilsson et al., 1992). Кліматичні зміни та зміни зовнішнього середовища в цитованій роботі не розглядалися. З іншого боку очевидно, що маючи загальний середній приріст у 30–35 млн $м^3$ (з яких близько 2/3 розміщені в лісах, можливих для експлуатації) за середнього віку насаджень країни орієнтовно 60 років (це дуже близько до кількісного віку стиглості для основних лісотвірних деревних порід в українських лісах, тобто віку, що забезпечує максимальну продуктив-ність стовбурової деревини за період ротації), теоретичний ліміт на величину лісозаготівель не повинен перевищувати 18–19 млн $м^3$ (Швиденко та ін., 1996). Очевидно, що значне зростання експлуатації лісу (на величину понад 5 млн $м^3$ у рік) можливе лише за умови значного підвищення продуктивності насаджень, зміни законодавчої бази та норм рубок у захисних лісах та – що є обов’язковим –впровадження екологічно дружніх технологій і машин лісозаготівель.

Згідно з розрахунками О. А. Гірса (2011), за рахунок посилення інтенсивності користування в захисних категоріях лісів можна збільшити обсяг лісозаготівель на величину до 5 млн $м^3$ у рік. Зрозуміло, що практична реалізація таких прогнозів потребує значної підготовчої роботи (законодавство, відповідні технології, інфра-структура) та великої обережності.

Подібні результати можна спостерігати в деяких інших наукових прогнозах. Poljakov M. **(**1996), використовуючи метод «вікна» (така модель найчастіше використовується для перехідних періодів, коли ціни на деревину та інші корисності лісів не можуть бути застосовані через недоступність чи недостовірність даних і включає незалежні оцінки тенденцій динаміки продуктивності та споживання), дійшли висновку, що при збільшенні ВВП у межах 2% щорічно, додатковий потенціал лісозаготівель не може перевищувати 5 млн $м^3$ на рік.

Відповідно до цього дослідження, якщо обсяги зростання валового національного доходу перевищать 1,5%, то національний ринок деревини в Україні оцінюється в 22 млн $м^3$ до 2013 року, з яких внутрішні ресурси становитимуть 17 млн $м^3$. У разі збільшення валового національного доходу на 5%, попит на деревину був оцінений на рівні 31,9 млн $м^3$, 17,1 млн $м^3$ з яких очікується від внутрішніх джерел, а імпорт деревини повинен складати 14,8 млн $м^3$ (еквівалент у круглих лісоматеріалах), включаючи 5,1 млн $м^3$ пиломатеріалів. Відносні величини в цьому дослідженні рахувалися до базових даних 1990-х років. Очевидно, що сучасний стан економіки України, досить далекий від наведеного вище.

Зважаючи на економічні та соціальні реалії сьогоднішньої України, прогресивний сценарій динаміки вкритих лісовою рослинністю ділянок України на 2012–2030 роки передбачав використання:

– основних планових індикаторів Державної програми «Ліси України в 2002–2015 роках» як бази для початку планового періоду прогнозу;

– прогнозу динаміки сільськогосподарських земель, зокрема покинутих земель і тих, що втратили свою родючість;

– «оптимістичного» сценарію економічного та соціального розвитку країни.

Згідно з прогресивним сценарієм передбачається поступове зростання обсягів заготівель до 20 млн $м^3$ у рік; збільшення залісненої території орієнтовно на 1 млн га (на 8–10%); зменшення кількості лісових пожеж та спалахів шкідливих комах на 50% та підвищення продуктивності лісів на 10–12% протягом 15 років. Деякі з цих припущень потребують вирішення важливих наукових, адміністр-

ративних та юридичних проблем і значних зрушень у веденні лісового господарства.

Таблиця 4.19

Динаміка площ вкритих лісовою рослинністю ділянок і запасів деревини в лісах в 2011–2031 рр. за прогресивним сценарієм

Адміністративно-територіальна одиниця	Вкриті ЛР ділянки, тис. га				ВЛ,%	Запас деревостанів, млн $м^3$			
	2011	2016	2021	2031		2011	2016	2021	2031
АР Крим	311,5	323,4	335,0	370,7	13,8	44,56	45,52	47,30	49,92
Вінницька	346,5	353,1	361,4	378,7	14,3	70,54	72,80	75,64	79,84
Волинська	624,6	636,4	651,5	682,8	33,9	127,75	131,91	137,05	144,67
Дніпропетровська	179,2	187,1	198,5	218,0	6,8	19,78	20,68	21,49	22,68
Донецька	184,1	187,6	192,0	201,3	7,6	25,73	26,72	27,76	29,30
Житомирська	1001,6	1020,4	1044,6	1094,9	36,7	220,89	257,57	267,62	282,48
Закарпатська	656,7	664,0	674,9	699,9	54,9	212,95	218,92	227,46	240,09
Запорізька	101,0	102,9	105,3	110,3	4,1	6,38	6,78	7,04	7,44
Ів.-Франківська	571,0	581,7	595,5	624,2	44,8	156,26	161,45	167,75	177,06
Київська	655,4	662,6	673,2	685,6	23,7	166,33	170,65	177,31	187,15
Кіровоградська	164,5	167,6	171,5	179,8	7,3	24,78	25,34	26,33	27,79
Луганська	292,4	297,8	304,9	319,6	12,0	44,59	45,79	47,58	50,22
Львівська	621,2	628,0	638,1	654,4	30,0	153,83	158,86	165,06	174,22
Миколаївська	98,2	100,1	102,4	107,4	4,4	7,37	7,57	7,87	8,30
Одеська	203,9	207,7	212,7	222,9	6,7	18,58	19,38	20,14	21,25
Полтавська	247,4	257,3	268,4	296,4	10,3	53,74	55,41	57,57	60,77
Рівненська	729,3	743,0	760,6	797,2	39,8	137,47	142,31	147,86	156,07
Сумська	425,0	433,1	443,3	464,6	19,5	109,23	112,06	116,43	122,90
Тернопільська	183,2	188,5	195,8	214,4	15,5	36,38	37,52	38,98	41,15
Харківська	378,3	385,5	394,5	413,6	13,2	81,13	83,07	86,31	91,10
Херсонська	116,3	118,5	121,3	127,1	4,5	11,55	11,77	12,23	12,91
Хмельницька	265,1	270,1	276,5	289,9	14,1	57,03	58,66	60,95	64,33
Черкаська	315,1	319,0	323,7	329,7	15,8	72,24	74,33	77,23	81,52
Чернівецька	236,7	241,2	246,9	258,8	32,0	65,49	67,41	70,04	73,93
Чернігівська	665,7	678,2	694,3	727,8	22,8	175,36	180,79	187,84	198,27
Усього	**9573,9**	**9754,8**	**9986,8**	**10470**	**17,3**	**2099,9**	**2193,3**	**2278,8**	**2405,4**
ВЛ,%	15,9	16,2	16,5	17,3	–	–	–	–	–
Середній запас, $м^3 \cdot га^{-1}$	–	–	–	–	–	219,3	224,8	228,2	229,7

Як свідчать дані таблиці 4.19, практична реалізація прогресивного сценарію дозволила б наблизити середню кількість лісів за областями до узагальнених показників «оптимальної» лісистості. Дані таблиці ілюструють динаміку фітомаси та депонованого в ній вуглецю в лісах України за цим же сценарієм (табл. 4.20).

Таблиця 4.20

Динаміка фітомаси (Ф, Тг сухої речовини) і вуглецю (С, Тг) в українських лісах в 2011–2030 рр. за прогресивним сценарієм

Адміністративно-територіальна одиниця	Фітомаса				Вуглець			
	2011	2016	2021	2031	2011	2016	2021	2031
АР Крим	34,1	34,8	36,2	38,2	16,9	17,3	18,0	19,0
Вінницька	58,6	60,5	62,8	66,3	29,2	30,1	31,3	33,0
Волинська	85,1	87,9	91,3	96,4	42,4	43,8	45,5	48,0
Дніпропетровська	14,8	15,5	16,1	17,0	7,3	7,6	7,9	8,3
Донецька	18,5	19,2	20,0	21,1	9,2	9,6	10,0	10,5
Житомирська	151,0	176,1	182,9	193,1	75,1	87,6	91,0	96,1
Закарпатська	186,2	191,4	198,9	209,9	92,8	95,4	99,1	104,6
Запорізька	5,3	5,6	5,9	6,2	2,6	2,8	2,9	3,1
Ів.-Франківська	112,2	115,9	120,4	127,1	55,8	57,7	60,0	63,3
Київська	110,2	113,1	117,5	124,0	54,9	56,3	58,5	61,7
Кіровоградська	19,9	20,3	21,1	22,3	9,9	10,1	10,5	11,1
Луганська	28,9	29,7	30,8	32,5	14,3	14,7	15,3	16,1
Львівська	115,8	119,6	124,3	131,2	57,6	59,5	61,8	65,2
Миколаївська	5,7	5,9	6,1	6,4	2,8	2,9	3,0	3,2
Одеська	14,4	15,0	15,6	16,5	7,1	7,4	7,7	8,1
Полтавська	37,3	38,5	40,0	42,2	18,6	19,2	19,9	21,0
Рівненська	92,3	95,5	99,3	104,8	45,9	47,5	49,4	52,1
Сумська	77,8	79,8	82,9	87,5	38,7	39,7	41,3	43,5
Тернопільська	30,0	30,9	32,1	33,9	14,9	15,4	16,0	16,9
Харківська	56,7	58,1	60,3	63,7	28,2	28,9	30,0	31,7
Херсонська	8,2	8,4	8,7	9,2	4,1	4,2	4,3	4,6
Хмельницька	42,9	44,1	45,8	48,4	21,3	21,9	22,8	24,0
Черкаська	53,9	55,5	57,6	60,8	26,8	27,6	28,7	30,2
Чернівецька	47,6	49,0	50,9	53,7	23,7	24,4	25,3	26,8
Чернігівська	116,2	119,8	124,5	131,4	57,9	59,7	62,0	65,5
Усього	**1523,5**	**1591,3**	**1652,0**	**1743,8**	**758,0**	**791,7**	**822,1**	**867,8**

За наведеними вище даними, збільшення фітомаси в лісах країни за цим сценарієм очікується на рівні орієнтовно 8%, не зважаючи на значне збільшення обсягів деревини, що вибирається з лісів.

4.6. Динаміка нетто-біомної продукції у 2011–2030 роки

Для порівняння впливу двох сценаріїв на вуглецевий бюджет лісів країни ми оцінювали зміни нетто-біомної продукції в період 2011–2030 рр. З цією метою використано метод зміни запасів вуглецю в основних резервуарах (формула (4.1)) з деякими елементами методу визначення потоків. Динаміка фітомаси була вибрана з таблиць 4.17 та 4.20. Динаміка відмерлої деревини оцінювалася за простою механічною моделлю залежності відпаду від наявного запасу і середнього віку деревостанів, а також прогнозних величин порушень.

Динаміка вуглецю в ґрунті суттєво різна на ділянках, які вкриті лісом значний час і не зазнавали помітних порушень, та землях, на яких проведено лісорозведення. В обох випадках, якщо розглядати досить значний час, кількість вуглецю збільшується, хоча динаміка його накопичення різна. Зміна запасу вуглецю в ґрунті після посадки насаджень розрахована з використанням даних, наведених у таблиці 4.21.

Таблиця 4.21

Середня щорічна зміна запасу вуглецю у ґрунті на землях після садіння насаджень. Модифіковано з МОЗСРБ (2007)

Лісорослинна зона	Запас вуглецю у ґрунтовому опаді у стиглих насадженнях, т С·га$^{-1}$		Період стабілізації вмісту С в опаді, роки		Чисте щорічне накопичення вуглецю протягом 15 років після садіння, т С·га$^{-1}$·рік$^{-1}$		Щорічне накопичення вуглецю на вкритих ЛР ділянках (>30 років), т С·га$^{-1}$·рік$^{-1}$	
	листяні	хвойні	листяні	хвойні	листяні	хвойні	листяні	хвойні
Полісся	5	10	50	60	0,3–0,4	0,4–0,5	0,2–0,4	0,3–0,4
Лісостеп	7	8	50	60	0,4–0,5	0,4–0,6	0,3–0,5	0,4–0,5
Степ	8	9	40	40	0,4–0,6	0,4–0,5	0,3–0,5	0,4–0,6
Карпати	10	12	50	60	0,4–0,5	0,4–0,6	0,5–0,6	0,5–0,6

Результати оцінки представлені в таблицях 4.22 та 4.23. З метою отримання порівняльних даних, кінцеві результати наведені в середньому на один гектар площі ділянок, вкритих лісовою рослинністю.

Таблиця 4.22

Динаміка нетто-біомної продукції на вкритих лісовою рослинністю ділянках 2011–2031 роках

Рік	Площа, тис. га	Вуглець, Тг·С		Зміна запасу вуглецю, Тг С·пер$^{-1}$ без урахування змін зовнішнього середовища				Чиста біомна продукція з урахуванням змін	
		фіто-маса	ГДЗ	фіто-маса	ГДЗ	ґрун-ти	всьо-го	всього, Тг С·пер$^{-1}$	річна, г С·м$^{-2}$ · рік$^{-1}$
Інерційний сценарій									
2011	9573,9	758,0	27,3	–	–	–	–	–	–
2016	9614,1	782,7	29,7	24,7	2,4	3,8	30,9	33,1	34
2021	9664,3	795,2	31,8	12,5	2,1	2,1	16,7	17,9	18
2031	9785,0	812,9	35,8	17,7	4,0	3,3	25,0	26,8	27
Прогресивний сценарій									
2011	9573,9	758,0	27,3	–	–	–	–	–	–
2016	9754,8	791,7	29,3	33,7	2,0	10,8	46,1	53,0	54
2021	9986,8	822,1	31,2	30,4	1,9	9,8	42,1	48,4	48
2031	10470,0	867,8	34,7	45,7	3,5	6,4	65,6	75,4	72

Скорочення в табл. 4.22: ГДЗ – грубі деревні залишки, ЧБП – чиста біомна продукція.

Як стає зрозуміло з таблиці 4.22, в обох сценаріях в короткостроковій перспективі поглинання вуглецю лісами помітно знижується – в декілька разів в інерційному і на третину в прогресивному сценаріях на кінець періоду прогнозу. Однак причини цього і довгострокові наслідки принципово різняться. Збереження сучасного рівня ведення лісового господарства, охорони та захисту в інерційному сценарію, особливо недостатніх у лісах, що не підпорядковані ДАЛРУ, за умови старіння лісів і високого рівня лісозаготівель, веде до зниження продуктивності лісів та їх здатності поглинати вуглець. Зниження поглинання вуглецю в прогресивному сценарії має тимчасовий характер, оскільки суттєво залежить від масштабного створення нових лісів на малопродуктивних землях. Треба також відзначити, що обсяги полезахисного лісорозведення, розглянуті в прогресивному сценарії, становлять менше половини тих площ, які б забезпечили стабільний захист сільськогосподарських угідь на довгострокову перспективу (див. Розділ 5).

Відзначимо, що модельні передбачення для лісів 27 країн Європейського Союзу прогнозують зниження стоку на 25–40% у 2030 році порівняно з 2010 роком (лісорозведення і лісовідновлення після 1990 року не включено), якщо політика зниження емісії парникових газів на 20% і доведення до 20% використання відновлювальної енергії буде реалізована, і навіть більше (додаткових 4–11% до 2020 року), якщо використання лісової біомаси для виробництва енергії буде доведено до допустимого максимуму (Böttcher et al., 2011). Очевидно, що існує конфлікт у лісовій політиці, яка передбачає збільшення кількості вуглецю в лісових екосистемах, і збільшенням використання лісової біомаси для виробництва енергії (Obersteiner et al., 2010).

Наведені числа обмежені лісовим сектором і не включають впливу створених за період прогнозу лісів і лінійних елементів на аграрних ландшафтах, зменшення інтенсивності негативних процесів у ґрунтах і покращення їх стану. Сьогодні сільськогосподарські землі практично в усіх країнах інтенсивного землеробства слугують за відносно невелике джерело вуглецевих емісій, які значно підвищуються (в CO_2 еквіваленті), у разі врахування всіх парникових газів (Schulze et al. 2010). Як стверджує Друге національне повідомлення України з кліматичних змін до секретаріату Кліматичної конвенції ООН, викиди CO_2 в сільському господарству відсутні, тоді як викиди метану становлять більше третини емісій цього газу в країні. Оцінки вуглецевих емісій сільськогосподарським сектором України за результатами наукових досліджень значні, наприклад, близько 20 Тг С·рік$^{-1}$ (Jenssesns et al., 2005).

Summary

The Chapter considers the current and future impacts of Ukrainian forests on the global carbon budget. The carbon budget for 1996–2011 was estimated based on relevant combination of pool-based and flux-based approaches using a simplified version of the methodology of terrestrial ecosystems full carbon account (FCA) developed by the International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA). The application of the pool-based methods showed that during the period of 1996–2011, Ukrainian forest served as a net carbon sink at 12.0±2.1 Tg C·yr^{-1}. Of this

total sink, 74% are stored in live biomass, 3% in coarse woody debris and 23% – in soil. Within the flux-based method the major components of the FCA were: Net Primary Production 49.0±5.9 Tg $C \cdot yr^{-1}$, Heterotrophic Respiration 31.6±5.5 Tg $C \cdot yr^{-1}$, the flux to hydrosphere and lithosphere 0.7±0.4 Tg $C \cdot yr^{-1}$, and the flux due to natural and human – induced disturbances 6.4±1.6 Tg $C \cdot yr^{-1}$, i.e. average annual value of Net Biome Production for 1996–2010 is estimated at 10.3±2.7 Tg $C \cdot yr^{-1}$. Both these estimates are at about one-third lower than previously reported data including official reports to the UN FCCC.

Analysis of climate forecasts for Ukraine using climatic model HadCM3 and IPCC scenarios A2A showed that the climate by end of this century (2080–2100) comparatively to averages of the «previous» climate for 1950–2000 will likely be much warmer (+7ºC in annual temperature and above +1000 ºC degree-days for days with temperasture > 10 ºC during the growth period) but drier (monthly amount of precipitation might decrese at 18%). The impacts of climate change on forests is different in a short- (1915–1930) and long-period (end of this century) forecasts. Acceleration of the current climate may provide both positive and negative impacts on Ukrainian forests during the next decades, although the increase of such disturbances like fire and insect outbrakes is very likely. Some publications and models predict increase of productivity of forests due to increasing concentration of CO_2 in the atmosphere and nitrogen deposition but quantitave estimates are very uncertaine. A conservative estimate has been used in the predictions considered in this Chapter.

While the moderate impacts of climate change on Ukrainian forests are expected during the next two decades, much more dangerous risks due to climatic and environmental change are very likely by end of the century. Forests of the southern part of the country (a xeric belt, the zone of climatic ecotone between forest and steppe) are most vulnerable where productivity and vitality of forests will be impacted by more frequent and intensive heat ways, longer dry periods and increasing frequency and severity of natural disturbances.

The Chapter contains a forecast of dynamics of Ukrainian forests for the period of years 2015–2030 in two scenarios – inertial («business-as-usual») and advanced scenarios. The first one prolongs the policies and tendencies of the last two decades. The second includes implementation of most urgent actions aiming at improvement of structure of agro-forestry

landscapes. The «business-as-usual» scenario foresees the increase of the area and growing stock of Ukrainian forests at 2,2% and 7,2% respectively; no any substantial improvements of state and quality of agro-forestry landscapes and agricultural land are predicted. The advanced scenario is based on current economic realities and includes most pressing actions required for partial reduction of negative processes in agro-forestry landscapes and in forests themselves. This scenario foresees the increase of area of forests (including shelterbelts) and growing stock by end of the period at 9.4% and 14.5%, respectively. These actions would provide about half of the actual need of the country's aforestation (Chapter 6).

5. АДАПТАЦІЯ ЛІСІВ ТА РОЛЬ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ У ПОМ'ЯКШЕННІ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

5.1. Проблеми адаптації лісів до змін клімату

З метою узагальнення попереднього матеріалу зазначимо, що вплив змін клімату на українські ліси різниться залежно від величини прогнозного періоду, біокліматичної зони, типу лісу, віку та складу деревостанів, особливостей умов місцезростання та може включати:

– географічні та ландшафтні зміни в розташуванні районів, придатних для зростання тих чи інших деревних порід, важливих для лісового господарства (зміна границь ареалу або зникнення деяких продуктивних порід);

– збільшення або зменшення стабільності та життєздатності лісових екосистем;

– збільшення або зменшення виробництва деревини і недеревних лісових продуктів у розрахунку на одиницю площі;

– зміна типу, розповсюдження та інтенсивності режимів природних порушень (спалахи масового розмноження шкідників та хвороб, лісові пожежі тощо);

– зміни екологічних функцій екосистем (наприклад, вплив на біогеохімічні цикли; вплив на біорізноманіття);

– збільшення або зменшення наявності та утримання в екосистемному кругообігу поживних речовин;

– зміни в характері та циклах лісовідновлення і сукцесійної динаміки деревних порід;

– зміни в закономірностях динаміки спадковості;

– зміни в екологічних та соціальних послугах, що надаються лісами (наприклад, зміна привабливості для залучення туристів).

Кліматичні зміни зумовлюють необхідність суттєво нових підходів до теорії і практики лісового господарства, і це ще не зовсім усвідомлено лісовою професійною спільнотою. Протягом сторіч лісоводи приймали рішення, базуючись на парадигмі екологічної стійкості, враховуючи історичну мінливість клімату, накопичені професійні знання і досвід минулого. Зрозуміло, що такий підхід має вирішальне значення для покращання нашого розуміння реакції

лісових екосистем на зміни зовнішнього середовища і постановку управлінських цілей в лісовому господарстві. Разом із тим очевидно, що очікувані зміни клімату і зовнішнього середовища, складні взаємозв'язки між лісовими екосистемами, новим кліматом та системою доцільних лісогосподарських заходів можуть створювати ситуації, при яких людський мозок і професійна підготовка не здатні справитися з кількістю інформації, яку треба врахувати, та пошуком оптимальних рішень дуже складних задач в умовах невизначеності. В такому випадку велику допомогу може надати перехід до систем прийняття рішень на основі різних типів моделювання з застосуванням основних принципів системного аналізу.

На сьогодні існує значна кількість моделей, придатних для цього. Це моделі різного призначення і складності. Традиційно, найбільш вживаними в лісогосподарській практиці є емпіричні або ж напівемпіричні моделі статистичного типу. Таблиці ходу росту є типовим прикладом статистичних моделей. Вони створювалися на основі ретроспективного аналізу росту насаджень, що давало задовільні результати при мінливості клімату в межах природно зумовлених флуктуацій. Зрозуміло, що це «не спрацьовує» при наявності значних трендових змін із підвищеною мінливістю. Тому в останні два-три десятиріччя статистичні моделі росту вдоско-налювалися від традиційних ТХР до створення ростових імітаторів (Forest Growth Simulators), що базуються на моделюванні окремих дерев (individual-tree simulators), які вразовують специфіку зовнішнього середовища. В першу чергу це пов'язано з необхідністю передбачати ріст і продуктивність насаджень в умовах настільки швидких змін клімату, які даються взнаки протягом життя одного покоління деревних порід. Теоретично, найбільш придатні для цього «процесні» моделі, що прогнозують ріст дерев і деревостанів, базуючись на знанні фундаментальних фізіологічних процесів (таких як ефективність використання світла фотосинтетичним апаратом рослин, інтенсивність фотосинтезу, продихова провідність, дихання екосистем, роль води і елементів харчування в процесі функці-онування екосистеми тощо). Хоча процесні моделі мають значні обмеження в практичному застосуванні, що зумовлено особливостями їх ініціаллізації, обмеженістю масштабу і високою чутливістю до значень змінних і параметрів, що використовуються, вони дуже важливі для

прогнозу відгуку лісових екосистем на кліматичні та інші зміни довкілля.

Спроби використати переваги та недоліки статистичних і процесних моделей та мінімізувати до можливої межі їх недоліки привели до розробки моделей нового типу, т.з. гібридних моделей, очевидною перевагою яких є можливість внести поправки в статистичні моделі, зумовлені кліматичними змінами, спростити набір даних, необхідних для впровадження процесних елементів у статистичні моделі та включити в розгляд вплив господарських заходів на ріст лісових насаджень. Розробка гібридних моделей в Україні тільки починається.

Найбільше відповідає проблемам обґрунтування адаптивного лісового господарства клас ландшафтних моделей – так званих моделей сукцесій і порушень (*Landscape Models of Disturbances and Successions*), які дозволяють досліджувати очікуваний вплив кліматичних змін у варіантному режимі спільно з моделюванням спеціально відібраних лісогосподарських заходів або ж повного їх комплексу (наприклад, Gustafson et al., 2010, 2011).

Проблема розробки перспективної стратегії адаптації лісів до кліматичних змін відноситься до невідкладних проблем лісового господарства України. Ліси особливо чутливі до змін клімату, оскільки тривалий період росту та розвитку дерев унеможливлює їх швидку адаптацію до змін зовнішнього середовища. Ліс повинен адаптуватися не тільки до змін середніх кліматичних показників, а також до наростаючої мінливості погоди зі збільшенням ризику екстремальних погодних явищ, таких як тривалі засухи, ураганні вітри та повені. Адаптивний потенціал лісів включає природні адаптаційні властивості дерев та екосистем, що склалися в процесі еволюції, а також соціально-економічні чинники, що визначають можливості реалізації відповідних заходів з планової адаптації. Природна адаптивна здатність включає еволюційні механізми та процеси, які дозволяють деревам пристосуватися до нових умов зовнішнього середовища. Існують різноманітні еволюційні механізми генетичної адаптації, які «спрацьовують» на різних рівнях ієрархічної організації екосистем (напр. Lindner та ін., 2010).

Знання адаптивного потенціалу і регіональної чутливості лісів до кліматичних змін вивчені в Україні недостатньо. Зрозуміло, що

кліматичні зміни будуть впливати як на ресурсну, так і на інші функції лісових ecосистем. Однак якщо відносно проблем, пов'язаних з виробництвом деревини, потенційні впливи і ризики до певного рівня зрозумілі, то щодо інших функцій і корисностей лісів знань набагато менше.

Очевидно, що будь-які заходи з адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату у лісовому секторі повинні бути частиною значно ширшої стратегії, яка залучала би всі необхідні сектори національної економіки, зокрема енергетику, промисловість, сільське господарство, туризм тощо, об'єднані в загальні політичні та організаційні системи дій.

Відправною точкою для адаптації повинні бути не можливі наслідки зміни клімату, а суспільство, яке потерпає від них. Визначення видів діяльності та стратегії, які в змозі забезпечити зведення до мінімуму негативних наслідків зміни клімату, є однією з головних задач адаптації.

Приведемо деякі передумови, що є загально-теоретичним базисом переходу до адаптивного лісового господарства. Лісові екосистеми являють собою типовий приклад складних адаптивних систем (Levin, 1998), для яких основним є поняття емерджентності, адаптації і ризику. *Емерджентність* (emergence) стосується явища, коли система утворює нові структури і типи поведінки на різних масштабах, які не могли спостерігатися раніше (Holland, 2008). Адаптація (adaptation) відноситься до ситуації, коли деяка сукупність компонентів (агентів) отримує інформацію один від одного, що веде до покращання функціонування системи і «обновлення правил» (rule discovery). Обновлення правил означає здібність заміни неефективних правил новими, які здаються доцільними з точки зору їх розуміння агентами (Holland, 2006]. Адаптація та емерджентність характеризують границі, в межах яких система може змінити свою поведінку без втрати своїх суттєвих властивостей. Еластичність (resilience) є властивість системи відновити і стабілізувати специфічне для системи протікання процесів, не зважаючи на зовнішні порушення або зміни в рушійних силах (Carpenter, Folke, 2006). Поняття емерджентності базується на гіпотезі, що екосистема може мати різні рівні рівноваги, тоді як стійкість (stability) допускає наявність мінливості навколо єдиного стану рівноваги (Holling, 1973).

У цілому, базуючись на теорії складних адаптивних систем (напр., Heinimann, 2010), можна зробити такі висновки:

1. Поняття емерджентності, адаптації та еластичності дозволяють побудувати концепцію, яка є продуктивною для опису динамічної поведінки лісових екосистем у світі, що швидко змінюється. Вони характеризують можливості системи до цілеспрямованих трансформацій. Взаємодії різномасштабних процесів є тією рушійною силою, яка формує трансформаційні зміни.
2. На відміну від традиційного лісівництва, адаптивне лісове господарство повинно розглядати розширену множину об'єктів – від клітини – до листка – до дерева – до окремої екосистеми – до індивідуального ландшафту – до країни в цілому.
3. Управління лісовими екосистемами, що враховує можливі ризики, повинно починатися з ідентифікації критичних впливів та чисельного визначення відношення «доза-відгук». Це відношення є базовим для розуміння емерджентності.
4. Теорія управління системами є тим базисом, який може дозволити утримати регульовану динаміку системи за наявності зовнішніх деструктивних впливів, навіть коли моделі, що використовуються, базуються на недосить чіткому знанні і реальні процеси моделюються лише частково.
5. Управління лісовими екосистемами повинно бути орієнтоване на процеси, що охоплюють різні просторово-часові масштаби, замість розгляду статичних структур, таких як окремі дерева та деревостани.

Зрозуміло, що втілення цих досить абстрактних системних положень у лісову науку і практику управління лісовими еко-системами потребує значних змін у філософії лісівництва та множині критеріїв, які використовуються для обґрунтування системи доціль-них лісогосподарських заходів. У цілому, управління лісовими еко-системами, як складними об'єктами сучасного світу, є предметом інтегрального моделювання. Теорія інтегрального моделювання, що спільно розглядає економічні, екологічні і соціальні складові адаптив-них динамічних систем у всій складності їх взаємодії, знаходиться на початкових стадіях ефективного її застосування. Разом із тим, першочергові проблеми, розв'язання яких необхідне для успішного розуміння стратегії прийняття рішень, методологічно зрозумілі:

(1) потрібно визначення множини основних «повільних» змінних, що визначають головні динамічні властивості системи; (2) знання процесів та рушійних сил, які визначають динаміку цієї множини змінних і (3) мати на увазі, що існують неформальні ознаки, які треба враховувати, наприклад, роль біорізноманіття в цьому контексті (Folke et al., 2002).

Перехід до адаптивного лісового господарства можливий тільки занаявності трьох типів знань – (1) системне знання (systems knowledge) відносно структур, функцій, механізмів лісових і соціальних систем та їх взаємодій, (2) цільове знання (target knowledge) про майбутній бажаний стан мегасистеми лісове господарство в комплексі взаємодій з прогнозованими соціальними системами і (3) знання процесу трансформації (transformation knowledge) – знання про те, як забезпечити перехід від сучасного до майбутнього стану. Зрозуміло, що головні невизначеності пов'язані з цільовим знанням.

Будь-який успішний процес адаптації вимагає створення усвідомлених і системно обґрунтованих стратегій, сильної і послідовної інституційної бази, нарощування потенціалу, виявлення та створення фінансових ресурсів, а також впровадження проектів з адаптації. Національні стратегічні рамки для адаптації включають у себе (UNEP, 1998): (1) короткострокові заходи з адаптації до екстремальних подій з метою зменшення вразливості до довгострокового ефекту зміни клімату, і (2) стратегію та заходи адаптації, які повинні бути визначені в рамках загальної політики національного розвитку, та можуть і повинні бути реалізовані на різних рівнях (національному, регіональному, місцевому).

Теоретичні передумови і технічні особливості робіт по адаптації лісових екосистем опрацьовані досить детально. Наприклад, зменшення дострокових ризиків для лісів з інтенсивним рівнем господарювання пов'язується з такими пропозиціями лісо-господарської стратегії: (1) цілеспрямований відбір деревних порід та місцевостей їх походження, максимально адаптованих до майбутніх особливостей клімату; (2) допустиме зменшення обороту господарства для прискореного розвитку більшої пристосованості деревних порід; (3) використання суміші гермоплазми з високим рівнем генетичної мінливості і (4) проведення довгострокових дослідів з відповідними деревними

породами для вивчення властивостей генотипів у різноманітних кліматичних умовах (Seppälä et al., 2009).

Створення відповідних і ефективних інституційних структур є обов'язковою умовою будь-якого успішного впровадження стратегій адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату. Інституційні потреби, пов'язані з уразливістю, адаптацією та пом'якшенням наслідків, включають (див. також UNEP, 1998 та ін.):

– створення каналів зв'язку і розповсюдження науково-технічної інформації відносно адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату, оцінки вразливості і розробки та оцінки адаптаційних стратегій, програм та заходів;

– удосконалення організаційних структур та систем управління лісами;

– сприяння та підвищення обізнаності щодо проблеми зміни клімату серед усіх верств суспільства;

– розробку відповідних наукових програм та створення систем раннього визначення впливу кліматичних змін на лісові екосистеми;

– створення політичних та економічних передумов для включення компонентів адаптації/пом'якшення в національні інвестиційні плани і перспективні галузеві програми національного розвитку;

– включення питань зміни клімату в освітні системи та системи підвищення кваліфікації фахівців;

– нарощування адаптаційного потенціалу в усіх аспектах на різних рівнях;

– забезпечення технічної та фінансової підтримки;

– забезпечення неперервного моніторингу за результатами з метою постійного удосконалення системи дій з адаптації і пом'якшення зміни клімату та його наслідків;

– створення сполучної ланки між галузями і регіонами, систем національних пріоритетів, обміну інформацією і співробітництва;

– боротьба з корупцією та криміналізацією лісового сектору;

– поширення відповідних засобів науково-технічної інформації.

Адаптація та стратегії щодо пом'якшення наслідків змін клімату повинні бути безперервним процесом та включати конкретні дії, спрямовані на зниження вразливості системи або підвищення її здатності до адаптації до всіх наслідків, а також мінімізації

очікуваних негативних наслідків. У рамках такої стратегії, адаптивне управління лісами повинно відігравати головну роль. Адаптивне управління лісами також розуміється як підхід до управління, яке визнає відсутність однозначного і визначеного знання про те, яким чином працює лісова екосистема з урахуванням невизначеності при взаємодії з нею (Borrini-Feyerabend et al., 2000). Основні складові адаптивного управління (наприклад, Sit and Taylor, 1998) є такими:

– усвідомлення невизначеностей в питанні, яка політика або практика є оптимальною для конкретної проблеми управління;

– вдумливий вибір політики або практики, які повинні застосовуватися;

– ретельне виконання плану дій, спрямованого на виявлення потрібних знань;

– моніторинг ключових показників відгуку екосистем на вплив;

– аналіз отриманих результатів з точки зору поставлених цілей;

– врахування отриманих практичних та наукових результатів у майбутніх рішеннях.

Термін «пом'якшення наслідків» (mitigation) стосується всіх заходів, спрямованих на скорочення викидів парникових газів та/або поглинання CO_2 з атмосфери, з метою стабілізації концентрації CO_2 та інших парникових газів в атмосфері, Дії, які розглядаються як ефективні в лісовій галузі можуть включати:

– впровадження парадигми управління вуглецем як важливого компонента сталого управління лісами та лісовим господарством;

– приділення особливої уваги раціональному веденню лісового господарства у лісах з високим потенціалом поглинання вуглецю;

– розширення площ високопродуктивних лісів шляхом лісовідновлення, лісорозведення та впровадження ефективного лісового господарства;

– скорочення часу лісовідновлення після рубок та інших пошкоджень лісу;

– забезпечення сприятливих умов для інвестицій і доступу до ринків лісових продуктів, що є результатом сталого управління лісами та лісовим господарством;

– збільшення використання лісової біомаси для вироблення біоенергії та виробів з деревини, з метою заміни менш екологічно ефективних матеріалів;

– проведення відповідних досліджень;
– співробітництво та передача технологій.

Глобальні та регіональні еколого-економічні дослідження свідчать, що лісогосподарська діяльність часто має перевагу в термінах вартості порівняно з іншими стратегіями пом'якшення наслідків зміни клімату, в тому числі таких, як сучасна біоенергетика, що також може сприяти пом'якшенню наслідків через надання альтернативних джерел відновлюваної енергії; лісовідновлення, лісорозведення та створення біоенергетичних плантацій, які можуть привести до відновлення деградованих земель у результаті екстенсивного ведення сільського господарства; управління водним стоком; збереження вуглецю в ґрунті; та реалізація комплексу цілеспрямованих дій в інтересах економіки сільських регіонів через створення робочих місць та сприяння доходам місцевого населення; впровадження нових технологій проведення лісогосподарських операцій тощо.

Заходи з адаптації і пом'якшення наслідків змін клімату, які необхідно здійснити в Україні, мають ряд специфічних особливостей, що стосуються незадовільного стану навколишнього середовища та значної частини сільськогосподарських угідь. Таким чином, значна частина цих процесів може мати серйозні наслідки за межами лісового сектору. Вони також визначають особливості переходу до сталого управління лісами в Україні.

Стале управління лісами (Sustainable Forest Management, SFM) як складова частина, але надзвичайно важливий прояв найбільш поширеної концепції сталого розвитку, є широко прийнятою парадигмою глобального лісового господарства в сучасному динамічному світі. За базовим визначенням, сталий розвиток – це «розвиток, який задовольняє потреби нинішнього покоління без шкоди для можливості майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби» (доповідь Комісії Брундтланд). Міністерська конференція з Захисту лісів в Європі визначила SFM як «використання лісів і лісових земель таким чином і на такому рівні, щоб підтримати їх біорізноманіття, продуктивність, відновлювальну здібність, життєздатність, а також їх потенціал виконувати, зараз і в майбутньому, відповідні екологічні, економічні і соціальні функції на місцевому, національному і глобальному рівнях, не створюючи при цьому ніякої шкоди іншим

екосистемам» (цит. за EU, 2013, стор. 3). SFM є найважливішим компонентом будь-якої політики і програми дій, які націлені на вирішення зростаючих проблем у глобальному масштабі щодо впливу зміни клімату на планету і її ліси. Перехід до SFM вимагає значних національних зусиль і ресурсів, але ключовим фактом повинно бути розуміння, що люди і громади залежать від лісу, щоб забезпечити здоровий спосіб життя, сприятливе довкілля і благополучне існування. Очевидно, що ліси забезпечують широкий спектр різних корисностей в додаток до тих, що пов'язані зі зміною клімату. Поряд із цим ліси також є важливим компонентом стратегії адаптації, що повинно обов'язково враховуватися за умови постійних, часто драматичних змін політико-економічної ситуації в Україні та змін у природній ресурсній базі, що підтримує засоби існування населення. Звичайно, потенційний внесок лісів у пом'якшення наслідків зміни клімату є тільки одна із багатьох – але дуже важлива – функція лісу.

Нещодавно (2007) Форум Організації Об'єднаних Націй з лісів прийняв важливий документ (*Non-Legally Binding Instrument on All Types of Forests*), що не має обов'язкової юридичної сили, але який створює важливі системні передумови для запровадження сталого лісоуправління. Цей документ ще раз підтверджує, що ліси мають величезний потенціал як інструмент у боротьбі зі зміною клімату, захисті людей і засобів до існування, а також створенні основи для більш стабільного економічного і соціального розвитку. Ведення лісового господарства та здійснення лісових операцій має довго-строковий вплив на емісії парникових газів та забруднювачів, що утворюються внаслідок діяльності людини, хоча ще не всі фактори, які впливають на баланс між емісіями і утриманням вуглецю в біосфері вивчені достатнім чином.

Адаптація стосується заходів, спрямованих на зменшення небажаних наслідків зміни клімату у соціальній, економічній і екологічній системах регіону або країни. У зонах з недостатнім забезпеченням водою зміна клімату може мати згубний вплив на ліси. Зростання температури зазвичай призводить до значного зростання кількості лісових пожеж та розповсюдження шкідників і хвороб. Це зумовлює значні втрати деревини та вимагає змін у господарюванні та системах захисту. У зв'язку зі збільшенням посух і пожеж, виробництво деревини, як очікується, знизиться в усіх країнах

Східної Європи (IPCC, 2007). Існує очевидна необхідність для України створити вичерпну систему заходів з адаптації, враховуючи особливості національної економіки та роль власного капіталу в її динаміці, можливі шляхи прискореного розвитку технологій та, технічного потенціалу і людських ресурсів, інфраструктури, інституційного розвитку (Robredo, Forner, 2005). У цілому, очікувані зміни в продуктивності лісів матимуть наслідки для повноти використання їх потенціалу з метою пом'якшення очікуваних змін клімату в довгостроковій перспективі.

Немає сумніву, що розробка стратегій адаптації у відношенні лісів, украй необхідна в Україні. Такі стратегії повинні включати всі три підходи, рекомендовані IPCC: адаптація до впливів, адаптація взаємодій та інтегральна адаптація (Carter et al., 1994; UNEP, 1998). З іншого боку, ліси можуть зробити свій внесок у загальнонаціональні стратегії адаптації. Садіння лісів та стале ведення лісового господарства сприяють захисту ґрунтів від ерозії ґрунту, пом'якшують негативні наслідки повеней, зменшують нерегульований поверхневий стік. Вони допомагають відновленню деградованих земель і покращенню якості води шляхом уловлювання седиментів, переміщення поживних та іммобілізації токсичних речовин. Стратегії адаптації, що сприяють сталому лісоуправлінню та общинному управлінню лісами (цьому світове лісівництво приділяє значну увагу, але воно практично не розвинене в Україні) також надають можливості для більш інтенсивного і стабільного розвитку сільських територій за рахунок збільшення доходів і зайнятості.

Треба підкреслити, що адаптація за своєю внутрішньою суттю є регіональною, або ж навіть локальною системою дій. Більшість же документів на цю тему обмежувалося досить загальною стратегією, яка основним чином зводилася до регламентування того, як існуюча лісогосподарська практика повинна бути модифікована, щоб витримати очікуване зростання найбільш небезпечних природних порушень, таких як лісові пожежі та спалахи масового розмноження лісових шкідників і хвороб.

Двома основними інструментами політики, що мають у своєму розпорядженні уряди у сприянні використанню SFM для пом'якшення наслідків змін клімату та адаптації до них, є національні і міжнародні фінансові стимули і регуляції. Будь-який ефективний

спосіб SFM в Україні вимагає розробки відповідної законодавчої бази, створення доступу на ринки для недеревних лісових продуктів, створення системи платежів за екологічні послуги; впровадження доречних елементів децентралізації управління у відповідних національних формах тощо.

Стратегії пом'якшення наслідків змін клімату засобами лісового господарства, направлені на поглинання парникових газів з атмосфери в Україні, включають:

– збільшення площі лісів до оптимального рівня в усіх природних зонах на ландшафтній основі;

– впровадження спеціалізованих режимів управління вуглецем у лісах з швидким і довгостроковим накопиченням вуглецю;

– впровадження системи обліку та контролю, відновлення і завершення системи захисних лісів і дерев поза лісом на сільськогосподарських землях;

– поступове поліпшення якісного складу лісів з урахуванням адаптаційного потенціалу деревних порід;

– регулювання складу та вікової структури лісів на зонально-типологічній основі;

– впровадження адаптивних систем багатоцільового лісокористування;

– підвищення стійкості лісів до несприятливих факторів навколишнього середовища;

– впровадження передових технологій вирощування лісів;

– підвищення системного значення дерев поза лісом;

– підвищення ефективності використання деревини в лісовому секторі;

– реабілітація територій, забруднених радіонуклідами в результаті аварії на Чорнобильській АЕС.

Країна має достатній інтелектуальний і науковий потенціал для впровадження відповідних стратегій адаптації та пом'якшення наслідків зміни клімату. Тим не менше, проблеми, які супроводжують період переходу до нової політичної, економічної та соціальної ситуації, можуть суттєво перешкоджати ефективності цього процесу.

5.2. Заходи з адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату

5.2.1. Збільшення площі лісів

Існує загальне розуміння, що існуюча площа лісів не є достатньою для ефективного захисту навколишнього середовища, але рекомендації дослідників різні. А. Михович (1972) вважав, що водоохоронних лісів повинно бути в 1,5 раза більше, ніж існувало, наприкінці минулого століття на Поліссі та в Прикарпатті, в 2 рази більше у лісостеповій зоні і в 3 рази більше у степовій зоні. Ю. Бяллович (1972) дійшов висновку, що оптимальна лісистість на Полісся повинна бути 37,1%, у Лісостепу 16,8%, у Степу від 5,2% до 10,6% залежно від типу ґрунту, а оптимальна лісистість рівнинної частини країни – 17,2%. П. Пастернак та ін. (1987) стверджували, що оптимальна лісистість, як ефективний спосіб боротьби з ерозією ґрунтів, залежно від рельєфу має становити 5–10% на рівнинних територіях і від 12 до 20% – на горбистих (за середньої крутизни схилів до 6°). Були також запропоновані довгострокові програми лісорозведення в Західному регіоні України з урахуванням нинішнього економічного стану (Копій, Фізик, 1999). Відповідно до цієї програми на першому етапі 50% існуючих площ меліоративного фонду (195,8 тис. га) повинні були заліснені; в період 2006–2015 рр.– 194,5 тис. га, а в 2016–2025 – 359,6 тис. га. Реалізація цієї програми дозволила б поступово довести лісистість регіону до 30,8, 32,3 і 35,0% відповідно. Для всієї країни можливості лісорозведення були оцінені в обсязі 2,0 млн га (з досягненням лісистості в 17%) протягом першого 5-річного періоду, 2,8 млн га і 21% протягом наступних 10 років, і 2,84 млн га протягом чергових 10 років. Якби ця програма розпочалася у 2001 р., вона могла б бути реалізована до 2025 року. Це дозволило б досягти загальної лісистості у 25%. Пилипенко, Юхновський (1998, 2000) уточнили ці оцінки на регіональному рівні, і в цілому дійшли аналогічного висновку. Їхні оцінки дещо вищі, ніж попередні, орієнтовно на 10% для різних регіонів і ґрунтів. Для піщаних ґрунтів вони коливаються від 2,4 до 11,8%, а для глинистих – від 1,5 до 6,2% лісистості.

Державна програма «Ліси України на 2002–2015» встановила, що нові ліси повинні бути створені на території 2–2,5 млн га. Проект Державної програми «Використання та охорона землі» (2005)

вказував, що протягом 2005–2015 років близько 2,5 млн га сільськогосподарських земель повинні бути вилучені з сільськогосподарських земель з метою створення природної рослинності (ліси, луки).

Хоча наведені вище оцінки є науково обґрунтованими, але невідомо, коли і як економічна й політична ситуація дозволить виконання цих або подібних програм. На сучасному етапі темпи відновлення лісів в Україні далекі від необхідного рівня (табл. 5.1). Постановою Кабінету Міністрів України №189 від 28.02.2001 «Про першочергові заходи щодо створення захисних лісових насаджень на невгіддях та в басейнах річок» передбачалося створення 79,0 тис. га захисних лісів протягом 2001–2015 років, у тому числі 8,4 тис. га полезахисних та стокорегулюючих насаджень та лісосмуг.

Таблиця 5.1

Динаміка лісовідновлення та лісорозведення в Україні в 1990–2010 рр.

Рік	Заходи з лісовідновлення та лісорозведення, тис. га		
	лісовідновлення на землях лісового фонду	лісорозведення на пісках, ярах та інш. не продукт. землях	полезахисні лісові смуги
1990	35,0	18,0	4,5
2000	29,8	5,2	0,4
2001	42,6	4,3	0,4
2002	45,8	5,0	0,3
2003	48,3	3,8	0,1
2004	53,9	3,6	0,1
2005	58,6	в.д.	в.д.
2006	66,7	в.д.	в.д.
2007	73,6	в.д.	в.д.
2008	80,2	в.д.	в.д.
2009	80,9	в.д.	в.д.
2010	70,1	в.д.	в.д.
Усього за 2001–2010 рр.	620,7	-	-

Підтвердженням того, що згадані програми практично не виконувалися, стала Державна програма «Ліси України» на 2010–2015 роки (Кабінет Міністрів України 2009, 2009) (до речі, ця програма відмінила обидві постанови Кабінету Міністрів України – постанову «Про першочергові заходи щодо створення захисних лісових насаджень на невгіддях та в басейнах річок» (2001 рік) та Державну програму «Ліси України на 2002–2015 роки» (2002 рік). Нова програма передбачає лісорозведення на площі 415 тис. га та лісовідновлення на площі 192,96 тис га протягом 2010–2015 років.

5.2.2. Система захисних лісів на сільськогосподарських землях

Україна має унікальний досвід проведення агролісо-меліоративних заходів для захисту сільськогосподарських земель від ерозії та лісорозведення в степу. Ще на початку XIX сторіччя на сипких пісках Харківщини було створено близько 1000 десятин соснових лісів. У середині цього ж сторіччя В. Є. Графф висадив у Великому Анадолі в умовах сухого степу 144 десятини лісу (Генсірук, Нижник, 1995). У період 1960–1990х років були посаджено близько 750 тис. га протиерозійних насаджень на землях, які не можуть бути використані в сільському господарстві (піски, круті яри тощо), 440 тис. га лісових захисних смуг, що захищали до 13 млн га орних земель. Однак після 1990-х років антропогенне навантаження, погіршення рівня управління в сільському господарстві та негативна соціально-екологічна ситуація в країні призвели до зниження рівня полезахисної лісистості від 1,5% до 1,3% за оптимального значення 3–3,5% (Юхновський, 2003). Існує набір негативних чинників, які суттєво впливають на сучасний стан агрокомплексу в Україні, включаючи відсутність єдиної державної аграрної політики, недотримання вимог науково обґрунтованої системи ведення сільського господарства, зниження родючості та деградація ґрунтів, поширення бур'янів, хвороб, шкідників та інше (Наукові основи..., 2004; Фурдичко та ін., 2006).

Детальний аналіз можливостей створення захисних насаджень з метою захисту нестабільних і деградованих елементів культурних ландшафтів (наприклад, пісків, берегів річок та інших водойм) було зроблено в проекті Національної програми з охорони земель на 1997–2010 роки і в наведеній вище постанові Кабінету Міністрів України № 189 від 28.02.2001 р.

Хоч ця програма і не була виконана, вона містить значну інформацію для оцінки площ, які потребують невідкладного проведення агролісомеліоративних заходів (табл. 5.2 – 5.3).

Таблиця 5.2

Першочергові заходи для створення полезахисних смуг та лісосмуг для регуляції стоку, тис. га

Адміністративно-територіальна одиниця	Площі лісосмуг			Площі непродуктивних земель				
	усього	у тому числі		усього	у тому числі			
		полезахисні та стоко-регулюючі	по берегах річок		піски	яри	кам'янисті землі	інші
АР Крим	17,0	16,0	1,0	126,8	8,2	13,6	52,7	52,3
Вінницька	9,0	7,0	2,0	26,5	0,5	5,2	9,2	11,6
Волинська	3,9	2,0	1,9	15,1	7,4	0,3	0,0	7,4
Дніпропетровська	26,5	7,7	18,8	44,0	2,6	6,8	0,7	33,9
Донецька	2,5	0,2	2,3	102,8	4,3	16,5	63,8	18,2
Житомирська	2,2	0,7	1,5	38,0	7,5	1,2	5,4	23,9
Закарпатська	0,8	0,8	0,0	14,5	0,0	2,5	5,2	6,8
Запорізька	31,4	19,4	12,0	22,1	6,0	2,4	0,3	13,4
Ів.-Франківська	4,6	2,2	2,4	22,4	0,1	2,3	11,0	9,0
Київська	8,2	4,1	4,1	17,4	4,8	5,3	0,5	6,8
Кіровоградська	1,0	0,0	1,0	12,9	0,4	3,5	4,6	4,4
Луганська	17,7	9,7	8,0	190,6	25,9	19,0	121,4	24,3
Львівська	0,2	0,1	0,1	39,2	0,6	2,3	5,1	31,2
Миколаївська	72,2	45,2	27,0	31,2	2,1	7,1	5,4	16,6
Одеська	25,5	12,3	13,2	33,8	3,2	13,9	1,9	14,8
Полтавська	5,5	4,6	0,9	12,9	2,9	2,0	0,2	7,8
Рівненська	3,2	3,0	0,2	33,7	12,4	0,6	0,9	19,8
Сумська	1,8	0,8	1,0	5,8	0,5	2,6	0,1	2,6
Тернопільська	0,4	0,0	0,4	17,8	0,4	3,9	8,4	5,1
Харківська	12,1	5,8	6,3	33,7	3,5	12,8	1,7	15,7
Херсонська	8,0	4,4	3,6	111,3	53,4	2,8	3,5	51,6
Хмельницька	32,0	0,0	32,0	25,0	0,2	2,8	12,0	10,0
Черкаська	11,7	9,7	2,0	14,8	4,7	5,6	0,4	4,1
Чернівецька	0,1	0,0	0,1	10,0	0,6	2,3	3,5	3,6
Чернігівська	0,3	0,1	0,2	27,7	14,0	3,8	0,4	9,5
Усього	**297,8**	**155,8**	**142,0**	**1030,0**	**166,2**	**141,1**	**318,3**	**404,4**

Джерело: Постанова Кабінету Міністрів України № 189 від 28.02.2001 р.

Таблиця 5.3

Захисні насадження, що планувалося створити на нестійких елементах ландшафту (круті схили, піщані землі тощо)

Адміністративно-територіальна одиниця	Площі					
	Прогноз Проекту програми охорони земель на 1997–2010 рр., га	Прогноз Постанови КМУ (2002–2015 рр.), га	Оцінка потреб згідно Постанови КМУ (2002), тис. га	Оцінки потреб, при розробці прогресивного сценарію, тис. га		
				2015	2020	2030
АР Крим	8466	4640	126,8	42	84	140
Вінницька	14196	3020	26,5	8	17	29
Волинська	13650	6830	15,1	5	10	17
Дніпропетровська	23216	15520	44,0	14	30	49
Донецька	22030	9370	102,8	34	68	113
Житомирська	14546	4130	38,0	12	25	42
Закарпатська	974	150	14,5	5	10	16
Запорізька	26184	17030	22,1	7	15	25
Ів.-Франківська	3992	2370	22,4	7	15	25
Київська	7772	5250	17,4	6	13	19
Кіровоградська	15478	10430	12,9	4	9	14
Луганська	22792	15830	190,6	63	126	209
Львівська	7152	600	39,2	13	27	43
Миколаївська	57283	15836	31,2	10	21	34
Одеська	47320	18490	33,8	11	12	37
Полтавська	6452	6420	12,9	4	9	14
Рівненська	16804	6070	33,7	11	23	37
Сумська	3250	2520	5,8	2	5	7
Тернопільська	11114	4800	17,8	6	13	19
Харківська	9932	7140	33,7	11	23	37
Херсонська	10143	7390	111,3	38	81	122
Хмельницька	7054	4400	25,0	8	17	27
Черкаська	11984	3920	14,8	4	9	16
Чернівецька	2346	970	10,0	3	6	11
Чернігівська	11034	7700	27,7	9	19	30
Усього	**375650**	**180826**	**1030**	**337**	**640**	**1132**

Дані стосовно доцільності створення лісових культур на еродованих землях можуть бути запозичені з таблиці 5.4.

Таблиця 5.4

Створення лісових культур на еродованих землях відповідно до Проекту програми охорони земель на 1997–2010 рр.

Адміністративно-територіальна одиниця	Площа, тис. га			
	1997–2000	2001–2005	2006–2010	всього
АР Крим	0,1	0,8	0,9	1,8
Вінницька	0,3	1,8	1,9	4,0
Волинська	0,1	2,0	19,2	21,3
Дніпропетровська	1,0	10,4	75,0	86,4
Донецька	3,0	3,0	8,8	14,8
Житомирська	-	2,8	53,0	55,8
Закарпатська	0,03	0,17	-	0,20
Запорізька	2,0	1,8	3,8	7,6
Івано-Франківська	0,1	1,8	2,0	3,9
Київська	-	2,1	22,0	23,1
Кіровоградська	9,1	5,2	10,1	24,4
Луганська	0,8	1,6	2,3	4,7
Львівська	-	-	-	-
Миколаївська	0,8	7,0	7,2	15,0
Одеська	2,8	6,5	10,0	19,3
Полтавська	1,0	6,0	92,1	99,1
Рівненська	2,4	7,4	41,7	51,5
Сумська	1,2	1,0	1,1	3,3
Тернопільська	-	-	-	-
Харківська	2,0	5,0	23,3	30,3
Херсонська	0,08	3,48	3,88	7,44
Хмельницька	0,58	1,0	1,42	3,0
Черкаська	0,54	6,0	26,0	32,54
Чернівецька	0,06	0,15	0,1	0,31
Чернігівська	0,5	11,8	16,2	28,5
Усього	**28,49**	**87,80**	**422,0**	**538,29**

Аналіз існуючих регіональних даних зумовлює висновок, що мінімальні площі створення лісових культур на еродованих землях мали б становити 0,5 млн га до 2015 року, 1,0 млн га в 2016–2020 рр. і 1,5 млн га в 2021–2030 рр., тобто загалом 3 млн га. Ми не планували

такої площі створення майбутніх лісів на еродованих землях за прогресивним сценарієм до 2030 року, оскільки нинішні економічні умови, стан земельного і лісового законодавства, земельна політика в країні і темпи соціально-економічного розвитку не дозволяють проводити такі широкомасштабні роботи. Було взято також до уваги, що цей захід повинен бути проведений після виконання більш нагальних заходів, таких як створення лісових насаджень на нестійких елементах ландшафту чи створення системи полезахисних насаджень. Площі, зазначені у прогресивному сценарії, відповідають найбільш невідкладним потребам, які здатні лише дещо послабити негативні процеси на сільськогосподарських землях. Задача, визначена попередніми програмами, що передбачала виключити з сільськогосподарського використання близько 2,4 млн га земель (в т. ч. створення пасовищ на площі 1,8 млн га та лісорозведення на дуже еродованих та/або забруднених землях на площі ~ 0,6 млн га) ще чекає свого вирішення.

Враховуючи наявність значних площ раніше створених полезахисних насаджень, існує гостра проблема догляду за ними та їх реконструкції, створення нових, так і поєднання всіх нинішніх і майбутніх захисних лісів у систему. Наукове підґрунтя створення такої стратегії розроблене і широко відоме (Милосердов, 1975; Пилипенко, 1992; Юхновський, 2003; Юхновський та ін., 2012 та багато інших). На міжсмугових полях сповільнюється швидкість вітру, температура влітку знижується, а взимку підвищується, збільшується висота снігового покриву, зменшується глибина промерзання ґрунту та інтенсивність сніготанення. Один гектар лісових смуг захищає 25–40 га орних земель, а продуктивність таких земель підвищується (в середньому в Україні 14% для зернових, 24–26% – для технічних і кормових культур) порівняно з полями, не захищеними лісосмугами. Крім того, землі захищаються від пилових бур, водної та вітрової ерозії.

У таблиці 5.5 міститься інформація, щодо необхідної кількості площ для генерування базового прототипу системи лісових полезахисних смуг. Тим не менше, зміна порядку власності на землю, ліквідація великих колективних господарств, зміна технології обробки ґрунту і т.д., створюють значні перешкоди на шляху швидкої реалізації такої стратегії.

Таблиця 5.5

Створення лісосмуг, тис. га

Адміністративно-територіальна одиниця	Площі						
	за проектом програми охорони земель (1997–2010 рр.)	за прогнозом Постанови КМУ (2002–2015) – загальна потреба			за оцінками потреб, при побудові прогресивного сценарію		
		ПЗСР*	ПБР**	всього	2015	2020	2030
АР Крим	5,7	16	1	17	5	10	19
Вінницька	9,7	7	2	9	4	8	10
Волинська	1,53	2	1,9	3,9	2	4	5
Дніпропетровська	17,88	7,7	18,8	26,5	10	19	29
Донецька	10,45	0,2	2,3	2,5	1	2	3
Житомирська	0,7	0,7	1,5	2,2	1	2	3
Закарпатська	0,23	0,8	0	0,8	0	1	2
Запорізька	16,6	19,4	12	31,4	10	22	35
Ів.-Франківська	0,68	2,2	2,4	4,6	2	4	5
Київська	2,76	4,1	4,1	8,2	3	6	9
Кіровоградська	4,8	0	1	1	0	1	2
Луганська	5,4	9,7	8	17,7	6	12	20
Львівська	0,28	0,1	0,1	0,2	0	0	1
Миколаївська	20,8	45,2	27	72,2	22	45	79
Одеська	22,765	12,3	13,2	25,5	12	20	28
Полтавська	9,02	4,6	0,9	5,5	2	4	6
Рівненська	1,7	3	0,2	3,2	1	2	4
Сумська	2,26	0,8	1	1,9	0	1	3
Тернопільська	0,5	0	0,4	0,4	0	0	1
Харківська	12,86	5,8	6,3	12,1	5	9	13
Херсонська	20,415	4,4	3,6	8	2	5	9
Хмельницька	0,86	0	32	32	10	20	35
Черкаська	5,968	9,7	2	11,7	4	9	13
Чернівецька	0,02	0	0,1	0,1	0	0	0
Чернігівська	0,422	0,1	0,2	0,3	0	0	1
Усього	**174,3**	**155,8**	**142**	**297,8**	**102**	**206**	**335**

*Полезахисні та стокорегулюючі лісосмуги; ** По берегах річок.

Кількісна оцінка впливу заходів, спрямованих на оптимізацію структури сільськогосподарських ландшафтів засобами лісового господарства та агролісомеліорації за прогресивним сценарієм, вимагає особливих зусиль. Тим не менше, не викликає сумніву, що така стратегія є обов'язковою умовою переходу українського сільськогосподарського сектору до сталого землекористування і реалізації вкрай важливих заходів для підтримки і поліпшення стану навколишнього середовища в країні, особливо з урахуванням специфіки очікуваних змін клімату.

5.2.3. Заходи з адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату в лісовому господарстві та лісоуправлінні

Зупинимося стисло на найбільш важливих заходах з адаптації лісових екосистем України та пом'якшенні змін клімату засобами лісового господарства. Як вказувалося вище, загальною метою відповідних стратегій адаптації та пом'якшення наслідків зміни клімату є збереження і поліпшення екологічних функцій лісу (вплив на основні біогеохімічні цикли, біорізноманіття, охорона вод, захист ґрунтів, тощо); ресурсних послуг (виробництво деревних і не деревних лісових продуктів, полювання), а також інших соціально-економічних функцій (відпочинок, соціально-технологічна взаємодія з сільським господарством та лісовою промисловістю тощо). Очевидно, що реалізація всіх заходів такого плану повинна провадитися на зонально-типологічній основі в рамках екосистемно-ландшафтної стратегії землекористування.

Підвищення продуктивності лісів. Незважаючи на досить високий рівень продуктивності українських лісів, наявні можливості для його підтримки та збільшення в деяких районах при очікуваних змінах клімату. Практично всі заходи, спрямовані на підвищення продуктивності лісів, безпосередньо відповідають принциповим положенням управління вуглецем лісових екосистем і підтримки екологічних функцій лісу. Вони включають в себе: (1) використання генетично покращеного насіння і садивного матеріалу; (2) використання деревних порід високої продуктивності і життєздатності в умовах зміни навколишнього середовища; (3) оптимізацію породного складу лісонасаджень; (4) створення спеціальних плантацій з

коротким ротаційним періодом (як з метою поглинання вуглецю, так і покращанням умов адаптації деревних порід); (5) поліпшення режимів управління лісами, спрямованих на оптимізацію вікової структури насаджень; (6) використання мінеральних добрив; (7) оптимізацію основних технічних індикаторів, що регулюють лісозаготівлю (наприклад, вік рубок головного користування); (8) запровадження екологічно безпечної технології рубок головного користування (зокрема, використання відповідної комбінації суцільних, поступових і вибіркових рубок на базі відповідних машин і механізмів) у лісах різних регіонів, породного складу і функціонального призначення.

Поліпшення охорони лісів. Як зазначалось вище, значні площі лісів страждають від шкідників і хвороб (наприклад, 753 тис. га в 2004 році). Зміна клімату знижує стійкість і життєздатність лісів у багатьох регіонах. Так, прискорюється процес всихання смерекових деревостанів у Карпатах, особливо в похідних насадженнях, створених за межами корінних типів лісу. Штучні насадження, створені в певних умовах (наприклад, на пісках) потребують спеціальних запобіжних заходів захисту. Лісові пожежі стають все більш небезпечними в умовах зростання посушливості клімату. Абсолютна більшість пожеж спричинюється місцевим населенням, що свідчить про недостатній рівень його екологічного і громадського виховання. Особлива увага повинна приділятися моніторингу захисту лісів від біотичних порушень. Потрібен ранній моніторинг реакції лісів на зміни клімату. Моніторинг лісів у цілому, в тому числі його основні складові (лісопожежний моніторинг, захисту лісів від шкідників і хвороб тощо) потребує значних поліпшень. Загальне вирішення проблеми бачиться в створенні інтегральних систем спостережень як основи загальнодержавної системи екологічного моніторингу.

Дуже ймовірно, що очікувані кліматичні зміни призведуть до значного збільшення загрози масштабних спалахів небезпечних шкідників, що потребує сьогоднішнього розуміння, як і яким чином повинна реагувати на це лісогосподарська практика. В адаптаційні заходи, пов'язані з захистом лісу від шкідників і хвороб, рекомендовано включати: 1) аналіз історичних даних, 2) порівняння особливостей розвитку видів шкідників, надто тих, які здатні до широкомасштабних спалахів розмноження, 3) організація експериментів уздовж кліматичних градієнтів для чисельної оцінки

специфіки й інтенсивності трофічних взаємодій, і 4) відповідне моделювання (Björkman et al., 2011). Суттєве значення в цьому відношенні може мати розповсюдження нових шкідників і хвороб, що зумовлено розвитком міжнародної торгівлі лісовими продуктами. Останнє потребує розуміння внутрішньовидової мінливості загрозливих патогенів та реалізації програмно орієнтованої системи дій, яка б включала спеціальне законодавство, інші засоби урядового впливу та участь громадськості (Stenlid et al., 2011).

Покращення наукового та інформаційного забезпечення управління лісовим господарством. Перехід до адаптивного лісового господарства, необхідність підвищення продуктивності і життєздатності лісів вимагають відповідного вдосконалення режимів управління лісовим господарством та його нормативної бази. Це потребує відповідного наукового супроводження та організації цілеспрямованих довгострокових досліджень. Частина цих досліджень виходить за межі суто лісового сектору (наприклад, регулювання оптимальної лісистості; наявності та розміщення особливо охороннних територій чи рекреаційних лісів). Особливої уваги потребує обґрунтування структури майбутніх лісів та інших захисних елементів ландшафтів у лісостеповій і степовій зонах. Потрібно створення нової системи інформаційно-законодавчого регулювання лісогосподарської діяльності (створення комплексної системи обліку лісів та лісовпорядкування нового типу; регулювання віку рубки; вікової структури лісів; правил охорони лісів та багато іншого). Інформаційна та наукова підтримка повинні бути орієнтовані на перспективні галузі лісової науки, таких як генетика і селекція, лісовідновлення та лісорозведення, нові методи і препарати захисту лісів від шкідників і хвороб тощо. Виникає проблема в підготовці лісогосподарських кадрів нового типу.

Ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення. У результаті аварії на Чорнобильській атомній станції майже 300 тис. гектарів лісу були вилучені з господарського використання, а значна частина Полісся має обмежений режим лісокористування. Забруднені цезієм–137 площі сільськогосподарських угідь в 11 областях становлять 8,4 млн га, з яких 35,6 тис. га за межами зони відчуження і 54,9 тис. га в межах зони відчуження з рівнем забруднення більше 15 Кі·км$^{-2}$. Це виключає будь-яку можливість для проживання населення та будь-якого

використання цих земель за існуючими технологіями. Санітарний стан територій в зоні відчуження (так звана 30-кілометрова зона) є незадовільним. Накопичення сухої деревини являє собою постійну загрозу виникнення пожеж. Бур'яни на землях сільськогосподарського призначення також слугують джерелом вторинного забруднення. Рівень природного відновлення також незадовільний. За таких умов лісорозведення є одним із небагатьох способів поліпшення стану лісових земель та навколишнього середовища. Виконання плану садіння лісу на землях, забруднених радіонуклідами в зоні відчуження (35,6 тис. га) потребує розробки спеціальних технологій. Основні напрямки адаптації та заходів з пом'якшення наслідків змін клімату в цих районах включає (1) дії, направлені на посилення фіксації радіоактивних речовин у лісових екосистемах; (2) регулювання стоку, зниження вимивання радіонуклідів, (3) зменшення вітрової та водної ерозії, а також (4) переведення забруднених сільськогосподарських земель в ліси і пасовища. Підтримка лісового покриву і запобіганню виникнення лісових пожеж є основними завданнями ведення лісового господарства на забруднених територіях.

Розвиток законодавчої бази з адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату. Належна законодавча база та інституційна структура лісового господарства мають вирішальне значення з урахуванням проведення заходів на різних рівнях, включаючи фінанси, оподаткування, законодавство і належне управління.

Використання лісової біомаси для вироблення біоенергії. Україна імпортує 75% природного газу та 85% нафти та нафтових продуктів. З точки зору споживання енергії, країна має одну з найбільш неефективних галузей: індикатор TPES (відношення загального виробництва первинної енергії до валового національного продукту) для України знаходиться на рівні 3,82 (Росія – 1,74, Канада – 0,35, Нідерланди – 0,21). За таких умов, покращення енергетичної ефективності, як і використання інших внутрішніх джерел енергії, є проблемою національного масштабу. Отже використання лісової біомаси стає важливим напрямом розвитку лісового сектору, і нещодавні рішення української влади поставили це питання на порядок денний.

Відповідно до нашої оцінки, базуючись на даних Державного лісового кадастру, фітомаса українських лісів містить ~27 EJ енергії (еквівалентно 920,7 мільйонів т умовного палива). При цьому, понад 22 EJ (757,0 млн т у.п.) зосереджено в надземній деревній фітомасі

(табл. 5.6). Ці дані можна порівняти із загальним споживання викопного палива в Україні в 2011 році: за даними Державної служби статистики України (Статистичний щорічник, 2012) воно становило 182,6 млн т у.п. (Лакида та ін., 2007).

Таблиця 5.6

Вміст енергії в фітомасі українських лісів

Показник	Рік			
	1988	1996	2002	2011
Площа вкритих лісовою рослинністю лісових ділянок, тис. га	8620,9	9400,2	9490,9	9573,9
Стовбуровий запас, млн $м^3$	1319,9	1736,0	1765,3	2101,0
Фітомаса, млн т	938,0	1237,2	1293,6	1523,5
Депонований вуглець, млн т	464,5	615,7	640,8	757,9
У т.ч. у надземній деревній фітомасі, млн т	365,2	487,2	495,2	620,1
Вміст енергії у фітомасі лісів, ЕДж*	16,6	22,0	22,9	27,1
У т.ч. у надземній деревній фітомасі, ЕДж	13,1	17,4	17,7	22,2

*1 ЕДж (ексаджоуль) = 10^{18}Дж.

За оцінкою науковців Національного університету біоресурсів і природокористування України (Лакида та ін., 2011), щорічний потенціал деревної біомаси, який може бути залучений до структури паливно-енергетичного балансу України, становить 89,1 ПДж, або 3,0 млн т у.п., що складає понад 1,6% від загального споживання всіх видів енергоносіїв у країні (табл. 5.7–5.8).

Таблиця 5.7

Потенціали відходів лісозаготівель та рубок догляду

Тип первинних лісових відходів	Теоретичний потенціал		Технічний потенціал	
	ПДж**	Мт***	ПДж	Мт
Відходи: лісозаготівель	19,73	1,23	17,65	1,10
від рубок догляду	8,97	0,56	4,98	0,31
Разом	28,70	1,79	22,63	1,41

**1 ПДж (петаджоуль) = 10^{15}Дж; ***Мт = 10^6 т (абсолютно сухий стан).

Таблиця 5.8

Потенціал деревної біомаси в Україні

Тип деревної біомаси	Теоретичний потенціал		Технічний потенціал	
	ПДж	Мт	ПДж	Мт
Стовбурова дров'яна деревина	263,72	14,7	49,95	2,79
Відходи: лісозаготівель та рубок догляду	28,70	1,79	22,63	1,41
первинної переробки деревини	19,82	1,11	16,50	0,92
Разом	312,24	17,6	89,08	5,12

Аналіз отриманих результатів засвідчив, що розподіл запасів деревної енергетичної біомаси в Україні має регіональні особливості (рис. 5.1). Так, майже 60% її запасів зосереджено на Поліссі та у Карпатах, ще близько 30% – у Лісостепу і менше 10% – у Степу. При цьому, ліси Карпатського регіону характеризуються найвищою щільністю енергетичної деревної біомаси – 457,2 КДж·$(м^2)^{-1}$, тоді як в інших лісо рослинних зонах ці показники значно нижчі: Полісся – 255,8 КДж·$(м^2)^{-1}$, Лісостеп – 144,2 КДж·$(м^2)^{-1}$, Степ – 36,5 КДж·$(м^2)^{-1}$ (Лакида та ін., 2011, 2012). У той же час, у Карпатах значна частина лісових ресурсів технічно недоступна через недостатню кількість лісових доріг.

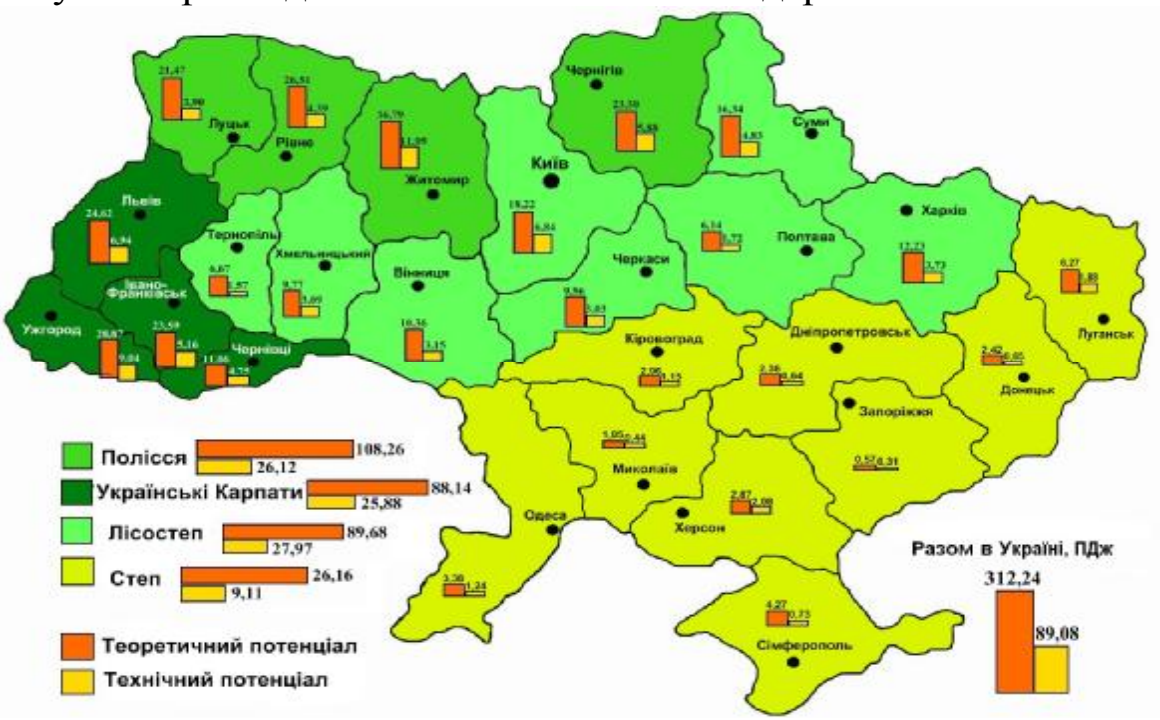


Рис. 5.1. Енергетичний потенціал лісів України за областями

В інших регіонах ситуація з транспортною мережею дещо краща. Однак тут виникають проблеми технічного характеру, пов'язані з відсутністю промислових потужностей для ефективного використання енергетичного потенціалу лісів. Беручи до уваги віковий розподіл лісів України, слід зауважити, що в найближчі 10–20 років різко зростатиме частка стиглих насаджень, що призведе до збільшення наявних обсягів лісової біомаси для отримання енергії. Таким чином, Україна повинна бути готова до таких змін. У цьому випадку слід удосконалити й привести до належного стану існуючу законодавчу базу, а також подбати про наявність технологічних потужностей, які б дозволили ефективно використати ці потенціали деревної біомаси.

На сьогодні близько 30% технічного потенціалу деревної біомаси вже використовується для енергетичних потреб, насамперед для опалення паливними дровами індивідуальних житлових будинків та об'єктів соціальної інфраструктури в сільській місцевості; використання відходів деревини з метою отримання теплової енергії для технологічних потреб та опалення на деревопереробних підприємствах: виробництва деревних брикетів, пелет (паливних гранул), деревного вугілля, тощо. Понад 60% зазначених обсягів енергетичної деревної біомаси щорічно експортується (деревні брикети, пелети, паливна тріска, деревне вугілля, паливні дрова).

Слід також зазначити, що майже п'ята частина технічного потенціалу лісової біомаси у вигляді лісосічних залишків, відходів деревини на дрібних деревообробних підприємствах, деревних залишків у побуті, комунальній сфері згниває, викидається, вивозиться на смітники, спалюється або утилізується в інший спосіб без корисного ефекту.

Наразі для забезпечення раціонального використання енергетичного потенціалу лісової біомаси вкрай необхідні регіональні цільові програми заміщення викопних енергетичних ресурсів деревним біопаливом. Під час їх реалізації потрібно звернути увагу на вирішенні наступних питань:

– забезпечення заготівлі, збору, переробки та транспортування до котелень наявної деревної біомаси, яка утворюється на лісосіках головного користування і ділянках, пройдених рубками формування та оздоровлення лісів;

– створення плантацій з вирощування енергетичної деревини;

– забезпечення поступового поетапного збільшення обсягів планових лісозаготівель з урахуванням зміни вікової структури деревостанів головних лісотвірних порід;

– будівництво лісових доріг для забезпечення транспортного доступу до ресурсів деревної біомаси, особливо в гірських регіонах;

– забезпечення глибокої переробки деревини, що дозволить ефективніше використовувати лісосировинні ресурси та їх відходи.

5.2.4. Економічні передумови заходів з адаптації та пом'якшення кліматичних змін

Парадигма багатоцільового лісового господарства є загальноприйнятою в теорії сучасного лісоуправління, хоча деякі її базові положення мають різну інтерпретацію. Є наукові дискусії в тому, як розуміти багатофункціональність – у «вертикальному» вспекті (тобто коли кожна окрема лісова ділянка виконує більше, ніж одну функцію), чи в «горизонтальному», коли кожній ділянці приписується лише одна, домінантна функція. Така постановка здається досить схоластичною – зрозуміло, що будь-яка ділянка лісу одночасно виконує декілька функцій і ці функції можуть знаходитись у різних відношеннях одна до одної – бути синергетичними, або толерантними, або суперечливими, або ж взаємно виключними. Все ж, з точки зору ведення багатофункціонального лісового господарства при будьякій філософії виникає питання спеціалізації (наприклад, Sedjo, 2004).

Лісоуправління на терені колишнього Радянського Союзу, в тому числі і в Україні, базувалось на ідеї «вертикальної» багатофункціональності за досить жорсткого слідування спеціалізації лісових територій за головним функціональним призначенням лісових ділянок. Це знаходило свій прояв у поділі лісів на групи лісів й категорії захисності і впровадження відповідних режимів ведення лісового господарства, які, в узагальненому розумінні, знаходилися між інтенсивним господарством, що базувалося на суцільно-лісосічній системі лісозаготівель та системі вибіркових рубок (і такої її різновидності як господарювання «близько-до-природи») і до

режиму «не втручання» на деяких категоріях особливо захисних лісових категорій.

Економіка багатоцільового лісокористування розроблена набагато слабше. Колишній радянський досвід не може бути використаний в умовах переходу до ринкової економіки. Пряме перенесення в Україну теорії (і практики в майбутньому) країн з розвиненою ринковою економікою також не ефективне, оскільки ні система власності на ліси, як і існуючі законодавство та інституційні системи розвинутих країн Заходу не є адекватними для українських реалій. Державна власність на більшість лісів України створює унікальні можливості для усвідомленого і прискореного лісоуправління на нових засадах. Разом із тим, недостатній розвиток законодавчої бази і незадовільний рівень як громадської свідомості населення, так і інституційної організації лісоуправління створюють суттєві перешкоди для впровадження теорії і практики сталого управління лісами. Додаткові проблеми зумовлені необхідністю переходу до адаптивного лісового господарства, яке, значною мірою, робить перші кроки практично в усіх країнах.

Вичерпну теоретичну основу економіки багатоцільового лісокористування можна було б знайти в монетарній оцінці *«глобальної» корисності лісів* (кожної лісової ділянки), використовуючи цей термін як деяку оціночну величину всіх функцій лісу при заданому або ж прогнозному режимі лісокористування. Звичайно, деякі логічні складності тут існують. Було показано (Шейнгауз, Сапожников, 1983; Шейнгауз, 1984), що в рамках парадигми багатофункціонального лісу лісові функції є рівнозначні (тому, що реально чи потенційно всі вони потрібні людству, хоча потреба в деяких із них виникає тільки на певних етапах розвитку людського суспільства), але не рівноцінні (тому що в певний відрізок часу використовуються лише функції, в яких є потреба). З прийняття принципу рівнозначності слідує рівнозначність (але не рівноцінність) режимів лісокористування, тобто заборонний, охоронній та інші режими – це не просто обмеження на заготовку деревини, а такі ж режими лісокористування, як і лісоексплуатаційний режим.

За такого підходу, загальна схема оцінки «глобальної» корисності лісів могла б полягати в розподілі всіх лісів за режимами лісокористування (пов’язаних з розподілом лісів на категорії

захисності), а в межах останніх – у структуризації сьогоднішнього (тобто розрахованого на деякий прогнозний період) функціонального призначення лісів за окремими функціям і визначення їх вартості. Повинна визначатися загальна вартість лісів для суспільства поза тим, чи є деякі функції предметом ринкового регулювання, чи ні. В такому підході Україна має сильну стартову позицію, оскільки більшість лісів належить державі.

Очевидно, що такий підхід потребує значного прогресу в законодавчій базі і готовності держави (суспільства) взяти на себе – в тому, чи іншому виді – фінансові компенсації за підтримку функцій, вартість яких сьогодні не є предметом ринкового регулювання.

Існує досить широкий вибір модельних інструментів для розгляду комплексних проблем організації багатоцільового адаптивного лісового господарства, включаючи його взаємодію з іншими секторами економіки в умовах глобальних змін – системи підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems) (наприклад, Reynolds et al., 2008; Muys et al., 2010), сценарні моделі (Eid, Hobbelstad, 2000), інтегральні моделі оцінки (Integrated Assessment Models, IAM), які об'єднують екологічні, соціальні та економічні складові тощо (Harremoës, Turner, 2001; Patt et al., 2010; Böttcher et al., 2012).

Інтегральні моделі оцінювання слугують досить загальним знаряддям для оцінки стратегій, пов'язаних з кліматичними змінами, включаючи вартість і прибуток таких стратегії на деякому (як правило, досить тривалому, близько 100 років) часовому проміжку. Ці моделі комбінують знання з різних дисциплін, в тому числі кліматично зумовлені послідовності «причина-наслідок», економічну діяльність, що спричиняє небажані емісії, вплив останніх на концентрації парникових газів, зміну температури та інших параметрів, спричинених збільшенням концентрацій парникових газів і впливи цих змін на екосистеми та економіку (Patt et al., 2010). Як правило, ці моделі досить узагальнені і направлені на оцінку прогнозних робіт з пом'якшення кліматичних змін. Значна кількість таких моделей розглядає проблему на глобальному рівні. В моделях цього типу, за умови включення в них адаптації, загальна вартість впливу змін клімату (яка дорівнює сумі вартості адаптації і залишкової шкоди) мінімізується, а корисність максимізується за умови, що гранична вартість пом'якшення дорівнює сумі граничних

вартостей залишкових пошкоджень плюс гранична вартість адаптації, а гранична вартість залишкових пошкоджень дорівнює граничній вартості адаптації (Hope, 2006; De Bruin et al., 2009, модель AD-DICE). Ці моделі розглядаються як придатне знаряддя для розгляду того, як адаптація повинна взаємодіяти і впливати на стратегії пом'якшення. Наведені та інші моделі потребують значного вдосконалення через те, що вони, як правило, завищують можливості адаптації та недооцінюють її вартість, а також мають глобальний характер, тоді як уразливість та адаптивний відгук є явищами сугубо локальними, в крайньому випадку регіональними. Моделі повинні також орієнтуватися на розгляд важливості екстремальних явищ для адаптації; на залежність адаптації від масштабу розгляду; оцінювати роль «не ринкових» корисностей; мати на увазі феномен не оптимального використання інформації агентами; а також визначальну роль невизначеностей у формуванні адаптаційної діяльності, особливо приватним сектором (Patt et al., 2010).

Загальноприйнятих підходів до виміру економічної ефективності заходів із пом'якшення кліматичних змін засобами землекористування та лісівництва поки що немає, як і немає єдиної думки відносно пріоритетів, які повинні використовуватися для визначення переваг того чи іншого виду землекористування.

Досліджень економіки багатоцільового ведення лісового господарства в Україні небагато, а відповідна законодавча база відсутня. Роботи, які базуються на економічних положеннях пост-Кіото переговорного процесу, страждають від очевидної неповноти, оскільки, в своїй більшості, обмежені лише однією функцією поглинання вуглецю.

М. Ніжник розглянула економічні проблеми лісорозведення в Україні, включивши три групи функцій – вирощування деревини, захист ґрунтів від ерозії і депонування вуглецю (Nijnik et al., 2012). Потенціал лісорозведення був оцінений в 2,29 Мга, у тому числі в 248,0 тис. га на Поліссі, 710,5 тис. га в лісостепу, 935,5 тис. га в степу, 171,0 тис. га в Карпатах і 224,3 тис. га в Криму. Для цих територій було оцінена нетто-сьогоднішня вартість (net present value) лісорозведення, після чого доступні площі планувалися до заліснення залежно від величини втраченої вигоди (opportunity cost). Вартість садіння становила 100–200 євро (залежно від зони) і витрати на

догляд 12,5–30 €·га$^{-1}$·рік$^{-1}$. За 4%-ї облікової ставки (discount rate) сучасна вартість лісорозведення оцінена в середньому для країни в 484 євро за один гектар (від 288 €·га$^{-1}$ у Карпатах до 609,5 €·га$^{-1}$ в степу). Було показано, що віддача від витрат є недостатня, якщо враховувати лише дохід від заготівлі деревини. Якщо включити вартість деревини і захист сільськогосподарських земель від ерозії, то за облікової ставки від 2 до 4% економічно вигідне лісорозведення на площі 1,82 Мга, а за 4% – на площі 0,42 Мга; за облікової ставки нижче 2% лісорозведення вигідне в більшості регіонів країни. Якщо ж у вартість включити секвестр вуглецю (за ціни 15 € за 1 тонну вуглецю), то це робить лісорозведення вигідним майже скрізь (крім Полісся і степового Криму) і за облікової ставки 4%. Відносно заходів у галузі покращання зовнішнього середовища, облікова ставка 0–3% найбільш загальна.

В цілому, облікова ставка більшою мірою політична, ніж економічна категорія. Звичайно, припущення про відмову від облікової ставки досить незвичне з точки зору економічного обґрунтування в умовах ринкового середовища, оскільки воно виключає фактор часу із розгляду. Проте деякі фахівці розглядають використання облікових ставок несумісним з важливістю пом'якшення глобальних кліматичних змін. Інституційна і політична нестабільність зсуває вибір осіб, що приймають рішення, в зону економічних, а не екологічних міркувань.

Економічні оцінки при переході до багатофункціональної парадигми лісового господарства суттєво змінюються. Звичайно, тут залишається нерозв'язаним питання «хто платить і хто отримує прибуток». Очевидно, що «чисто ринковий» підхід до інвестицій потребує дисконту на рівні 5–10%. Це, як правило, робить невигідним використання земель для лісорозведення. Але враховуючи наявність в Україні досить значних площ земель, використання яких неефективне в сільськогосподарському виробництві, за умови впровадження спеціальної державної політики економічної і соціальної підтримки, країна має значні можливості для реалізації повномасштабної програми приведення земельного покриву у відповідність з корінними потребами нації для забезпечення добробуту і здорового середовища сьогодні і на майбутнє.

Summary

The Chapter includes a short review of general scientific prerequisites of adaptation and mitigation in forests and considers possibilities to implement those in the forestry practice of the country. Development of an anticipatory strategy of adaption of the forest sector to climate change in an urgent problem of current forest management in Ukraine. In both, short- and long-term considerations, forest should be adapted not only to climatic trends but mostly to increasing variability of weather and acceleration of extreme weather events such as long period droughts, heat waves, storms etc. Adaptive potential of forests includes evolutionary formed adaptive capacity of trees and ecosystems, as well as social and economic preconditions, which define potential for planned adaptation. Evidently, any adaptation strategy in the forest sector could be effective if it is part of a much more wider approach comprising all branches of the national economy, energy, industry, agriculture etc. combined in national political and administrative systems of actions.

Knowledge of adaptive potential and regional vulnerability of the country's forests is not satisfactory in Ukraine. The theory of complex adaptive systems is a scientific background for development of a solid adaptation strategy. It requires three types of knowledge – systems knowledge, target knowledge and transformation knowledge. Understanding of these is an important task for Ukrainian forest science.

Transition to adaptive forest management requires new philosophy and new tools. Historically, forest science was based on experiences of the past and a supposed relative stability of environment. Currently, under expected climatic change, forest professionals are often not able to grasp all specifics and needs for unconventional decisions. Use of different models as a major tool of planning of forest management activities becomes an inherent feature of adaptive forestry. Among many classes of models which were examined for this goal, several types seem most appropriate. One productive approach includes a combination of traditional, mostly statistical moles, with process-based ones. This approach results in development of hybrid models which present possibility to use accumulated traditional knowledge in a changing world (e.g., for description of growth and productivity of stands). The second type include landscape models of forest dynamics and disturbances (for

instance, Landis-II), which allow one to examine all major drivers defining future trajectories of forests: climatic change, adaptive forest management activities, direct and indirect responses of forests to the impacts of different nature. Such models are useful for considering relative actions of adaptive forest management.

The Chapter considers basic prerequisites of transition to the sustainable forest management, which should be adaptive by its nature. Adaptation of forest ecosystems to climate change requires specific systems of measures and is zonal and landscape specific. The country has a substantial potential for mitigation of undesirable climate change. However, it requires principle improvements of legislation and institutional backgrounds, and consistent and strong policies on land use on landscape-ecosystem level.

Analysis of numerous governmental decisions and programs on rehabilitation and improvements of land-cover structure, particularly in agriculture, aforestation of unproductive and vulnerable elements of landscapes, development of complete systems of shelterbelts etc. shows that these documents considers the actions which would be sufficient enough to stop negative environmental processes and protect soil and water from further impoverishment. However, none of this programs has been realized to a more or less significant extent.

Solution of economic problems of mitigation requires development of theory and practice of evaluation of all diversity of ecosystems services. This supposes a relevance of monetary assessment of a «full utility» of forests taking into account different character of interactions between services. Overall, the country needs development of a system of actions which would consider adaptation and mitigation strategies for all sectors of national economy, would include all components of environment and land cover and would be based on comprehensive and effective governmental policies.

ЗАМІСТЬ ВИСНОВКІВ

Історія землекористування в Україні у XX столітті була зумовлена двома основними типами процесів. Перший – постійне розширення площі орних земель, що становить зараз 78 відсотків сільськогосподарських земель. У 1960-х роках частка орних земель у південному лісостепу і степовій зонах досягла критичного рівня, який вступив у конфлікт зі сталим (невиснажливим) використанням сільськогосподарських земель. Після 1920-х років, коли лісистість країни досягла свого історичного мінімуму, значні роботи були здійснені з метою збільшення площі українських лісів. Цей процес було прискорено у другій половини XX століття з піком протягом останніх трьох десятиліть існування колишнього Радянського Союзу: від 1961 до початку 1990-х років загальна площа українських лісів (вкритих лісовою рослинністю ділянок) зросла майже на третину: від 7,1 до 9,6 млн га (2011). Разом із тим, у багатьох регіонах країни і сьогодні існують великі території з недостатньою лісистістю і захисні елементи ландшафту (в основному деревні насадження) не в змозі забезпечити достатній рівень захисту навколишнього середовища, ґрунту і води. Часто ці території розташовані в регіонах з високим рівнем розвитку промисловості, яка дуже забруднює навколишнє середовище. Надмірна інтенсифікація сільського господарства та недостатнє управління землекористуванням зумовили значне погіршення стану земель сільськогосподарського призначення, розвиток водної та вітрової ерозії, широке розповсюдження ярів та деградованих земель тощо. На початку 1990-х років тільки 13 млн га земель сільськогосподарського призначення мали закінчену систему полезахисних лісових смуг та інших захисних насаджень. Нині полезахисна лісистість у степових районах становить лише 1,2%, тоді як мінімальна науково обґрунтована величина має бути 3,5%. Сучасний стан існуючих полезахисних лісових смуг незадовільний, державний контроль за ними відсутній. Все разом свідчить про термінову необхідність підвищення державного і громадського розуміння того, що ліси і дерева поза лісом є незамінним компонентом забезпечення нормальної якості зовнішнього середовища і

самого виживання нації. Потрібна подальша активізація робіт з лісовідновлення та лісорозведення в країні, приведення структури агроландшафтів до задовільного стану. Потрібне розуміння того, що цілеспрямоване поліпшення структури і якості земельного покриву – це одна з обов'язкових передумов майбутнього добробуту нації, одна з головних рушійних сил як економічного відродження, так і забезпечення безпечного зовнішнього середовища для прийдешніх поколінь. Це невідкладна загальнодержавна задача, необхідність виконання якої не залежить від того, якими шляхами буде розвиватись Україна та її агрокомплекс.

Теоретично таке розуміння на державному рівні існує. В кінці 1990-х років і на початку нинішнього сторіччя було прийнято низку відповідних урядових постанов, які, на жаль, в достатній мірі не виконувалися. Про це свідчить і прийнята нещодавно «Концепція розвитку агролісомеліорації в Україні», схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 вересня 2013 року, № 725-р (КМУ, 2013). Концепція об'єктивно оцінює стан сільськогосподарських земель та шляхи і способи досягнення мети – «... визначення інституційних змін і вдосконалення законодавства, що забезпечить оптимізацію площ захисних лісових насаджень лінійного типу за зональним принципом, ефективне господарювання в них і стане екологічною передумовою для збалансованого розвитку агроландшафтів», що «дасть змогу розв'язати проблему захисту ґрунтів від деградації та забруднення, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, збільшення обсягу виробництва екологічно безпечної продукції, забезпечення продовольчої безпеки держави, збереження ландшафтного і біологічного різноманіття, створення екологічно безпечних умов проживання населення» (Концепція розвитку …, 2013, стор. 3). Разом із тим, Концепція розглядає лише лінійні захисні насадження і не містить системного розгляду оптимізації структури агроландшафтів країни. Державна цільова програма «Ліси України» на 2010–2015 рр. передбачає проведення лісорозведення на площі 415 тис. га, що вдвічі більше, ніж розглянутий нами вище «прогресивний прогноз», що базується на сучасному стані економіки країни та можливостях державного регулювання проблеми. Залишається сподіватися, що згаданих два документи не спіткає доля їх численних попередників.

Серед інших важливих причин, які впливають на довгострокове використання земель – зміну земельного покриву в Україні, є аварія на Чорнобильській атомній електростанції, що призвела до радіоактивного забруднення великих територій. Крім того, значні політичні, соціальні та економічні зміни в Україні протягом останніх 20 років суттєво вплинули на політику землекористування як у сільському господарстві (значні площі сільськогосподарських земель, особливо малопродуктивних, практично не використовуються тощо), так і в лісовому господарстві (знизилися площі лісовідновлення та лісорозведення; внутрішній попит на деревину був меншим, ніж розрахункова лісосіка; фінансування важливих напрямів діяльності лісового господарства є недостатнім тощо).

У цілому, для більшої частини країни не очікується, що клімат майбутнього буде більш сприятливим для лісівництва і сільськогосподарського виробництва. Наукові прогнози свідчать, що протягом наступних десятиліть відбудеться істотне підвищення температури і певне зниження кількості опадів, особливо влітку. Збільшення посушливості на півдні і в деяких інших регіонах негативно позначиться на лісах, що швидше за все призведе до зниження їх продуктивності і життєздатності. З іншого боку, збільшення концентрації вуглекислоти в атмосфері і осаджень азоту, генерованих діяльністю людини, повинні позитивно впливати на ріст і продуктивність деревостанів та їх вплив на основні глобальні біогеохімічні цикли. Разом із тим, забруднення повітря, води та ґрунтів негативно позначатиметься на лісах. Уже сьогодні спостерігається посилення лісопатологічних процесів у лісах, особливо в соснових насадженнях Степу та посилений відпад у дубових лісах півдня. Вплив глобальних змін клімату на українські ліси матиме регіональну специфіку і результат цього впливу важко достеменно передбачити. Висока ймовірність того, що на кінець цього сторіччя клімат буде менш сприятливий для лісів України і зумовлюватиме значні ризики для самого існування деяких типів лісових екосистем, підтверджується сучасною наукою.

Основні фактори і рушійні сили, що зумовлюють стан лісів і функціонування лісового господарства, були використані для розробки двох ймовірних сценаріїв землекористування та динаміки лісів і зміні земельного покриву на території України до 2030 року:

«інерційний» сценарій, який ґрунтується на недавніх та теперішніх тенденціях землекористування та його змін, реальній ситуації в лісовому господарстві і лісовому секторі в цілому, та «прогресивний» сценарій, за яким планується вирішити найбільш важливі і найбільш нагальні екологічні проблеми, пов'язані з лісовим сектором і землекористуванням протягом періоду прогнозу. Маючи на меті зробити прогресивний сценарій не дуже далеко відірваним від реальності, для першої стадії прогнозу в основному були використані недавні урядові рішення і програми подальшого розвитку. Таким чином, прогресивний сценарій не є «оптимальним», а розглядається як перший крок на шляху до впровадження сталого управління земельними ресурсами та сталого ведення лісового господарства в країні. Важливою особливістю прогресивного сценарію є його міждисциплінарний характер: стратегія оптимізації сільськогосподарських ландшафтів шляхом проведення заходів лісового господарства та агролісомеліорації розглядається як важлива складова землекористування на ландшафтно-екосистемній основі. Цей напрям є одним із головних на шляху подальшого раціонального використання земель та зміні земельного покриву протягом наступних кількох десятиліть.

У результаті проведеного аналізу було показано, що виконання прийнятих на межі сторіччя урядових рішень відносно покращання стану агроландшафтів шляхом проведення низки загальнодержавних заходів із лісорозведення є обов'язковим – але в деяких суттєвих рисах недостатнім – мінімумом, що забезпечив би захист земель агрокомплексу і поліпшення стану зовнішнього середовища.

Очевидно, що довжина періоду прогнозу, який було використано в сценаріях, є недостатньою для належного вирішення питання про повноту і дієвість обговорюваних стратегій адаптації та пом'якшення небажаних наслідків змін клімату в довгостроковій перспективі. Деякі попередні оцінки впливу зміни клімату на навколишнє середовище і рослинність України, які були зроблені на основі моделей загальної циркуляції атмосфери та регіональних напівемпіричних кліматичних моделей показують високу ймовірність того, що негативні наслідки зміни клімату на довгострокову перспективу будуть значно гірші, ніж очікувані зміни до 2030 року. Подальший аналіз, проведений в цій роботі на основі більш досконалих кліматичних моделей, підтверджує таку точку зору.

Незважаючи на орієнтовний характер сьогодняшних кліматичних прогнозів, не викликає сумніву виняткова важливість термінової розробки попереджуючої стратегії адаптації лісових, як і всіх рослинних екосистем на території країни до кліматичних змін, та повноцінного використання лісового сектору як потужного засобу пом'якшення небажаних наслідків змін клімату, що створюють особливі ризики для лісового та сільського господарства.

Світове лісівництво, особливо в розвинених країнах, знаходиться в процесі значних змін. Парадигма безпосередньої максимізації сировинної функції лісів, як домінантної функції багатоцільового використання лісових екосистем, залишилася в минулому. В усякому разі це відчутно в лісовій політиці розвинених країнах північної півкулі. Нова Лісова стратегія Європейського союзу заснована на трьох керівних принципах: 1) стале управління лісами, багатоцільова роль лісів та їх збалансоване використання, що забезпечує охорону та збереження лісів; 2) ефективне використання ресурсів, оптимізація внеску лісів і лісового сектору в розвиток сільських територій, ріст життєвого рівня та створення робочих місць; та 3) глобальна відповідальність за ліси, що забезпечувала б сталу продукцію і споживання лісових продуктів (EU, 2013). Ця концепція, як і низка інших рішень Європейського союзу відносно землекористування і лісового сектору в умовах кліматичних змін, могла б слугувати вдалим зразком при визначенні шляхів подальшого розвитку лісоуправління в Україні.

Практичне впровадження багатофункціональної сутності лісів породжує нові і непрості проблеми для українського лісівництва. Перехід до інтенсивного лісового господарства (розуміючи під цим сучасний комплекс лісогосподарських дій, таких як вирощування елітних плантацій, підбір високопродуктивних місцевих порід і інтродуцентів, покращання умов місцезростання на перезволожених територіях, внесення добрив у стиглих деревостанах, максимізація використання всього спектра лісових функцій на основі впровадження екологічно дружніх технологій взаємодії людини і лісу та ін.) може збільшувати кількість продукованої деревини за 100-річний період майже вдвоє (Nilsson та ін., 2011). Тому інтенсифікація лісового господарства повинна стати обов'язковим компонентом майбутніх лісогосподарських стратегій. З іншого боку, підвищення інтенсифікації

сировинного лісокористування може вступати в конфлікт з іншими функціями лісів, таким, як захист біорізноманіття, охорона вод і ґрунтів, тощо. Вибір правильного шляху потребує не тільки чітко визначеної національної лісової політики, а й поглибленого розгляду потенціальних конфліктів і можливих компромісів.

Подібні проблеми вже стали частиною дискусій лісових професіоналів розвинутих країн. Так, спеціалісти Швеції вважають, що впровадження високоінтенсивного вирощування деревини з внесенням добрив не може не впливати негативно на біорізноманіття, якість ґрунтів та поверхневих вод. На ландшафтному рівні це породжує нові елементи загальної стратегії використання лісових земель: 1) тільки землі з найменшими захисними можливостями повинні використовуватися для цієї цілі (в Швеції це питання розв'язується за допомогою спеціальної бальної системи (nature conservation score, NCS); 2) інтенсивні плантації треба так розміщувати на території ландшафту, щоб мінімізувати фрагментацію лісового покриву; 3) якість і кількість ключових структурних елементів, що забезпечують біорізноманіття (таких, як сухостій, старі живі дерева тощо), необхідно підтримувати на ландшафтному рівні; і 4) інтенсивне лісове господарство не повинно впроваджуватися на лісових землях високого захисного значення. Зрозуміло, що ефективне впровадження таких дій потребує відповідного законодавства, адміністративних інструментів і нових моделей для планування, реалізації та моніторингу результатів (Strengbom et al., 2011).

Розгляд впливу кліматичних змін на ліси, лісове господарство і лісовий сектор в цілому має специфіку, яка пов'язана з тривалим періодом життя основних лісотвірних деревних порід. Тому лісівництво прийдешніх десятиліть не може бути нічим іншим, як адаптивним лісівництвом, причому в деяких особливо вразливих районах (наприклад, у Південному Степу) слід розглядати елементи трансформуючої адаптації. Адаптація не може розглядатись як деяка діяльність, що реалізується в межах окремих природних складових (наприклад, лісів), або секторів виробництва. Зелена книга Європейського союзу «Адаптація до кліматичних змін в Європі – шляхи дій ЄС» (EU, 2007) визначає, що адаптація – це глобальна і загальнонаціональна проблема, яка має чотири визначальних опори: 1) необхідність своєчасного, як можна раннього розгляду необхідних дій та їх впровадження; 2) розуміння того, що подібна діяльність не

може бути обмежена рамками ЄС, а повинна бути інтегрована в його міжнародну діяльність; 3) зменшення невизначеностей шляхом покращання бази знань внаслідок інтегрованих досліджень клімату; 4) включення європейської спільноти, підприємництва і громадського сектору в підготовку скоординованих і всеосяжних стратегій адаптації.

Звичайно, країні, що йде непростим шляхом до свого національного усвідомлення, до побудови демократичного суспільства, через помилки і значну частку людської «піни» серед тих, хто виступає в ролі інтелектуальної і адміністративної еліти нації, крізь всі великі й ниці процеси, що неминуче супроводжують корінні політичні та економічні трансформації на національному рівні, дуже нелегко знаходити на владному рівні розуміння і ресурси для вирішення питань, які, як здається не досить обізнаним фахівцям і політикам, стануть важливими тільки через десятиріччя.

За дослідженнями в Канаді і Швеції, можливості успішної підготовки до кліматичних змін та ефективної боротьби з природними порушеннями залежать від політичної системи країни, її підготовленості до змін, наявності громадського суспільства і готовності до практичної реалізації відповідних систем дій. В той час, коли економічні зміни як основна довгострокова тенденція капіталістичних країн, ведуть до приватизації, концентрації капіталу і збільшення ризику для індивідуальних компаній і їх економічних ресурсів, зменшення ролі держави в безпосередньому управлінні відновлюваними ресурсами, кліматичні зміни створюють особливі виклики існуючим інституційним структурам і можливостям в усьому світі й особливо – в країнах з неусталеною політичною, соціальною та економічною ситуацією.

Лісовий сектор (тобто його економічний, соціальний і культурний внесок у життя і добробут людей) є відкрита система, яка безперервно взаємодіє з іншими природними, соціальними і економічними системами та знаходиться під впливом багатьох процесів, серед яких найбільш важливими є виникнення міжнародної кліматичної політики, суттєві зміни в енергетичних системах, зміни в системах управління, просторовий зсув у системах землекористування. Глобалізація призводить до все більшого зсуву виробництва і споживання деревних продуктів до південної півкулі, але можна передбачити, що це не буде суттєво впливати на

український лісовий сектор. Основна сировинна цінність українських лісів полягає в наявності та можливостях розширення вирощування особливо цінної деревини таких порід, як дуб, ясень, бук, які залишаться дефіцитним продуктом на невизначено тривалий час.

Перед лісовим господарством України стоять непрості задачі. Звичайно, потужність рушійних сил будь-якого суспільного, науково-технічного чи технологічного прогресу визначається рівнем розвитку нації, зрілістю громадського суспільства і наявністю демократичної організації держави. Країна ще повинна пройти довгий і тернистий шлях до того рівня організації державного управління, який досягнутий в розвинутих країнах Європи і Північної Америки. Поки що і в суспільстві, і в лісовому секторі багато що залишилося з радянських часів, і в цьому є як значні переваги, так і відчутні недоліки. Перевагою є те, що основна частина лісів належить державі. Перевагою є те, що рівень розвитку вітчизняної лісової науки і знання загальносистемних показників лісів і лісового фонду (розподіл лісів за переважаючими породами, за віком і т.д.) поки що забезпечують можливості для переходу до сталого управління лісами (Бобко, 2011). Значним недоліком є слабкий рівень необхідних реформ, особливо у зв'язку з переходом до нових суспільно-економічних відношень. Багато що в цьому відношенні успадковане з радянських часів і не відповідає сучасним реаліям. Якщо зараз офіційна окупність витрат державного бюджету на ведення лісового і мисливського господарства становить 11,6% (як це записано в державному бюджеті на 2011 рік, доступно на http://zakon.rada.gov.ua/cga-bin/lows/main.cgi?nreg=2857–17), то це свідоцтво недостатньої розробки економічних аспектів лісового господарства і відсутності справжньої економічної політики в природокористуванні.

Не все гаразд і в державному розумінні багатофункціонального призначення лісів. Заклики до «повного» переходу до ринкового регулювання, або ж про передачу частини лісів у приватну власність за умови недостатнього законодавства та історично зумовленого менталітету не можуть бути продуктивними. Ринок не може регулювати такі функції, як біорізноманіття та всі складові функції, що забезпечують захист зовнішнього середовища та здоров'я людей. Сьогодні тільки ресурсна та (в досить обмеженому вигляді) вуглецево-депонувальна функції лісів мають відповідне ринкове наповнення. Виключно важливою стає монетарна оцінка «повної корисності» лісових екосистем, яка глобально оцінюється на рівні 4–

5 трільонів доларів США в рік. Суспільство і держава повинні знати дійсну ціну лісу, а яка частина цієї ціни має покриватися ринком, а яка повинна регулюватися суспільно-економічною політикою держави – це важливе, але похідне питання.

Багато проблем і конфліктів існує в сучасному світі. Мільярди людей не мають досить продуктів харчування, доступу до якісної питної води та сучасних джерел енергетики. Відносно до використання природних ресурсів та якості зовнішнього середовища, сучасне покоління вже частково живе за рахунок прийдешніх поколінь. Чисельність людства неконтрольовано росте, що створює додаткові загрозливі проблеми на недалеке майбутнє. Мегатренди динаміки світу безпрецедентні як за темпами змін, так і за їх різноманітністю. Змінюється характер відношень між північчю і півднем, країни, що розвиваються, відграють все більшу роль у всіх основних аспектах діяльності людства – екологічному, соціальному, екологічному. Кліматичні зміни ставлять перед людством небувалі за складністю питання. Вплив людини на довкілля за низкою показників починає виводити кліматичну систему Землі за межі планетарної стабільності. Очікується критичне наростання проблем з водозабезпеченням на територіях континентального масштабу. Продовжується знеліснення, хоча в останнє десятиріччя його темпи дещо знизилися.

За таких умов, зважена і випереджаюча свій час національна політика землекористування, збереження землі, як головної умови самого існування нації та її добробуту, підтримка існуючих і створення нових лісів, як основного природного охоронця земель і вод, розуміння того, що забезпечення прогресу і добробуту є виключно справа нації і держави – це далеко не всі, але принципово важливі, обов’язкові передумови, без яких доягнення достойного буття для сьогоднішніх і прийдешніх поколінь в історично короткий час навряд чи можливе.

CONCLUDING REMARKS

The land use-land cover history of Ukraine in the 20th century was driven by two major types of processes. The first one was a continual increase in the area of ploughed land (currently 78% of all arable land of the country). By 1960s, the share of the tilled land in southern Forest Steppe and Steppe zones reached a critical level that came into conflict with sustainable (non-exhaustive) use of agricultural lands. After 1920s, when the forest cover of the country reached its historical minimum, substantial efforts were made in order to increase the area of Ukrainian forests. This process has been accelerated during the second half of the 20th Century with a peak that has been reached during the last three decades of the former Soviet Union: from 1960s to early 1990s, the total area of Ukrainian forests increased at about one third: from 7.1 to 9.6 million ha (2011). However, vast regions of the country have large territories with an insufficient percentage of forest cover where protective components of landscapes (almost exclusively forests) are not able to provide sufficient protection of environment, soil and water. Often, these territories are situated in regions with a high level of development of industry that heavily contaminates the environment. An excessive intensification of agriculture and insufficient land use management have been causing permanent deterioration of agricultural lands, development of water and wind erosion, wide distribution of ravines and degradated lands etc. By early 1990s, only 13 million ha of agricultural lands had a complete system of shelter belts, protective forest stands and trees outside of forests. The current field protective shelter belt cover percentage comprises only 1.2%, while the minimal scientifically solid estimate should be 3.5%. The current state of existing shelter belts is not satisfactory and a decent state control of those is absent. All this together indicates a need for increasing the state and societal understanding of the exceptional role of forests and trees outside forests for future national welfare. The further intensification of reforestation and aforestation activities in the country and improvements of structure of the agro-landscapes are an obligatory prerequisite of sustainable development, economic revival and providing the normal environment for future generations. This is an urgent national task which should be solved independently on ways of future developments of the country.

Theoretically, such an understanding exists at the state level. A number of governmental decisions on the topic have been taken at end of 1990s and early this century. However, the level of practical realization of these plans was far from satisfactory. A recently adapted a «Concept of agro-forest-melioration development in Ukraine» (decision of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated on 18 September 2013 No 725-p) confirms such understanding of the situation. The Concept objectively estimates state of agriculture land in Ukraine and suggests ways for improving the situation – «defining necessary institutional changes and improving the legislation that has to provide optimization of areas of protective forest linear protective plantings by the zonal principle and effective management, and should ensure an ecological prerequisite for balanced development of agro-landscapes». This has «to give a possibility to resolve the problem of protection of soils from degradation and contamination, to raise the level of crop yield, increase production of ecologically safe production, providing the food safety of the country, maintain the landscape and biological diversity, and creation of ecologically safe living condition for the population» (page 3 of the Convention). However, the Concept considers only linear protective tree planting and does not contain any systems consideration of optimization of structure of agro-landscapes of the country. The State Target Program «Forests of Ukraine» for 2010–2015 foresees providing the aforestation at area of 415 thousand hectares that is even higher than we suggested in our advanced scenario. There remains to hope that these new documents will be realized better than their predecessors.

Among other most important problems that affect long-term land use – land cover changes in the Ukraine, that is the accident at the Chernobyl nuclear power station which has resulted in radioactive contamination of vast territories. Additionally, dramatic political, social and economic changes in the Ukraine during the last 15 years have substantially affected the land use policy, both in agriculture (substantial areas of agricultural land, particularly marginal land, are not used etc.) and in forestry (areas of reforestation and aforestation have decreased; the domestic demand for wood was less than the Annual Allowable Cut; financing of important forest management activities was not satisfactory; etc.).

As a whole, the future climate is not expected to be more favorable for forest and agriculture than current one for vast parts of the country. It is expected a substantial increase of temperature and a slight decrease of

precipitation, particularly in Summer. The increasing aridity in the south and some other regions will impact the country's forests in an evidently negative way that likely will cause decreasing productivity and vitality of the forests there. A number of other drivers – nitrogen deposition, supposed improvements of forest management, CO_2 fertilization effect, some others – should positively impact productivity of forests and their impact on major biogeochemical cycles during the next decades. However, air pollution, water and soil contamination will impact forests in a clearly negative way. Some negative processes are already observed, for instance in pine forests in the steppe and elevated mortality in oak stands of the Forest-steppe and Steppe. The overall impacts of global change on Ukrainian forests are regionally specific and difficult to be reliably predicted. Current science on global change confirms a high probability that the climate in major part of Ukraine will be less favorable for forests and will generate substantial risks for surviving of some types of forest ecosystems.

The major drivers that define condition of the forests and functioning the forest management in Ukraine were used for development of two probable scenarios of forest land use-land cover change in Ukraine during 2015–2030: an «inertial» («business-as-usual») scenario that is based on previously and currently observed tendencies of land use – land cover change and the real situation in forestry and the forest sector of the country, as well as an «advanced» scenario that plans to solve the most important pressing environmental problems connected to the forests and agro-forestry during the period of the forecast. Attempting at making the advanced scenario not too far from reality, the prospective governmental decisions and programs of future developments were used for the first stage of the forecast. In essence, the advanced scenario is not optimal but is considered as an intermediate and most urgent step along a way of transition to sustainable land management and sustainable forest management in the country. An important feature of the advanced scenario is its interdisciplinary character: a strategy of optimization of agricultural landscapes structure by forestry and agroforestry measures are considered additionally to actions within the forest management sector. Such an approach is understood as the most important component of the national land use policy during the next several decades.

As a result of the provided analysis, it has been shown that implementation of governmental decisions which have been taken at early beginning of this century about improvements of agro-landscapes by

providing a number of national actions on aforestation is an obligatory – but not sufficient – minimum, which would promote decreasing the major negative processes on agricultural lands and improving state of the environment.

Evidently, the length of the forecast period that was used in the above scenarios is too short for comprehensive judgments on the relevance of the discussed adaptation and mitigation strategies in the long run. Nevertheless, some previous and current assessments of the impacts of climate change on environment and forest vegetation of Ukraine that were made based on a number of Global Circulation Models and regional semi-empirical climatic models showed that the adverse effects of the long period climate change very likely will be significantly worse than the considered above change until 2030s. In spite of an approximate character of the current climatic predictions, they highlighted crucial importance of urgent development of anticipatory adaptation and mitigation strategies for the country as a whole and particularly for its forests and agricultural sectors.

The world forestry, particularly in developed countries, is in a process of transition. The paradigm of exceptional importance of the provisional services of forests remains in the past. Understanding that forest is responsible for stabilization of the Earth climate system changes many traditional concepts and approaches of forest science and forest management. This is clearly presented in forest policies of developed countries. For instance, a new Forest strategy of the European Union is based on the three guiding principles that stresses the need of sustainable management and the multifunctional use of forests; resource efficiency and optimizing the contribution of forests and the forest sector to development and growth of rural territories; and global forest responsibility and promoting of sustainability of the forest sector. This strategy could serve a good example for defining the future ways of further development of forest management in Ukraine.

Practical implementation of multi-service essence of forests generates new and complicated problems for the Ukrainian forestry. Transition to intensive forest management, i.e. to a system that introduces a special set of such activities like development of elite plantations, selection of high productive native species and aliens, improvements of site conditions on wetlands, fertilization of premature and mature stands, maximizating the use of the entire spectrum of forest services based on implementation of ecologically friendly technologies of interactions of

human and forests etc., might provide the 2 fold increase of forest productivity during 100 year period (Nilsson et al., 2011). Evidently, intensification of forest management should become part of future forest management strategies. However, intensive forest management could come in conflict with some forest services, such biodiversity, protection of soil and water etc. All this requires a clearly defined national forest policy and preliminary consideration of possible conflicts and compromises. Development of such policies and strategies is an urgent task for forest science and practice in Ukraine.

Similar problems have already become part of forest professional discussions in different countries. For instance, Swedish foresters suppose that introduction of a highly intensive methods of silviculture with application of fertilizers might impact biodiversity, quality of soil and surface water in an evident negative way. At the landscape level, this generates new elements of possible strategies of forest land use: 1) only lands with minimal protection capacity should be used for this goal (in Sweden this problem is solves using nature conservation score, NCS); 2) intensive plantations should be distributed over the landscape in a way, which would minimize fragmentation of forest cover; 3) quality and amount of key structure elements, which provide biodiversity (snags, old living trees etc.), should be maintained at the landscape level; and 4) intensive forest management should not be introduced on forest land of high protective importance. Evidently, effective implementation of such actions would require corresponding legislation, administrative tools and new models for planning, realization and monitoring of the results (Strengbom et al., 2011).

Understanding of climate change impacts on forests, forest management and forest sector as a whole has specifics which are tied with a long period lifespan of major forest forming species. Thus, forest management of incoming decades can be only an adaptive forest management. In some, particularly vulnerable regions (for example, in south Steppe), transforming adaptation should be considered. However, adaptation cannot be considered as an only activity that is localized within individual nature’s components, e.g. forests or agriculture, or national economy’s branches. The EU Green Book on «Adaptating to climate change in Europe – options for EU action» (EU, 2007) defines that adaptation is an overall global and national problem that has four backgroundal pillars: 1) a need of early actions; 2) integrating adaptation into EU external actions; 3) reducing uncertainty by expanding the

knowledge base through integrated climate research; and 4) involving European society, business and public sector in the preparation of coordinated and comprehensive adaptation strategies.

Research in Canada and Sweden shows that the success of preparation to climate change and effective struggle with acceleration of natural disturbances depend on political systems of countries, their preparedness to rapidly changing conditions, maturity of civil society and potential for providing relevant actions in a proper time. While economic developments, as a major long-term tendency of capitalist countries, lead to privatization, concentration of capital and growth of risk for individual companies and their economic resources, decrease the role of states in management of renewable resources, climate change generates particular challenges to existing institutions and their possibilities to effectively act.

Forest sector (i.e. its economic, social and cultural contribution to life standards and welfare of population) is an open system which uninterruptedly interacts with other natural, social and economic systems and is impacted by many processes. Appearance of international climate policy, progress in energy systems, changes of management systems, and spatial shift in land-use systems are most important among these processes. Globalization causes the displacement of production and consumption of wood products to the Southern hemisphere. However, it is not expected that this will substantially impact the Ukrainian forest sector. The main raw material service of Ukrainian forests is in availability and possibility for broadening of production of valuable wood of such species like oak, ash, beech that will remain a deficit product for indefinitely long period of time.

Complicated tasks should be solved by the Ukrainian forestry. Overall, the capacity of drivers of any social, scientific, technical or technological progress is defined by level of national development, maturity of civil society, and by level of democratic organization of countries. Ukraine has to pass a long and thorny path in order to achieve the level of state governance that is in developed countries of Europe and Northern America. Up to now, there are a lot of heritage from the Soviet era in the society and, particularly, in the forest sector. This has some advantages and evident shortcomings. An advantage is the state property on forests. An advantage is that the high level of national forest science and knowledge of systemic indicators of forests are satisfactory for

transition to sustainable forest management, at least up to now. (Bobko, 2011). However, slow and inconsistent realization of necessary reforms, particularly with respect of transition to new social and economic interactions, hinders the rate of the progress. Much of current forest legislation is inherited from the soviet times and do not correspond to the reality. For instance, the official recoupment of the state budget expenditures on forest and hunting management is 11.6% (that was indicated in the sate budget for 2011, available at http//:zakon.rada.gov.ua/cgabmin/lows/main/cgs?nreg=2857–17), this is an evidence of insufficient development of economic prerequisites of forest management and the lack of decent economic policy in use of renewable natural resources.

There are many problems and conflicts in the current world. Billions od people do not have enough food, access to water of acceptable quality and modern sources of energy. With respect to use of natural resources and quality of environment, the current population to a substantial extent spends the resources of future generations. The world population grows in an uncontrolled way that will generate the threatening problems in the nearest future. Megatrends of the world dynamics are unprecedented in both–changes' rates and their diversity. Character of interactions between South and North is changing rapidly. Developing countries play increasing role in all major aspects of human activity – ecological, social, economic. Climatic change generates unprecedented by complexity problems. By a number of indicators, anthropogenic transformation of environment moves the Earth climatic system out of boundaries of planetary stability. Mounting problems on water access grow over vast territories. Deforestation has been continuing, although its rate slightly decrease during the last decade.

Under such conditions, solid and advanced land management policies, preservation of land as a major precondition of the existence of the nation and its well-being, maintenance of actual and development of new forests as a principle natural custodian of land and water, understanding that the national progress and prosperity could be provided by only the nation and state – these are far not all but crucial prerequisites without performance of which any achievement of adequate well-being for the current and future generation during a historically short time is impossible.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Алексеев В. А. Статистические данные о лесном фонде и изменение продуктивности лесов России во второй половине XX века / В. А. Алексеев, М. В. Марков. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский НИИ лесного хозяйства, 2003. – 272 с.

Балабух В. А. Опасные явления в Украине / В. А. Балабух // Изменения климата: ежемесячный информационный бюллетень Росгидромета. – М., 2012. – № 36. – С. 9–10.

Бобко А. Н. О некоторых аспектах лесоустройства в условиях новых общественно-экономических отношений / А. Н. Бобко // Лесная таксация и лесоустройство. – 2011. – № 1–2(45–46). – С. 78–84.

Бойченко С. Г. Напівемпіричні моделі і сценарії глобальних і регіональних змін клімату / С. Г. Бойченко. – К. : Наукова думка, 2008. –309 с.

Бойченко С. Г. Глобальне потепління і його ефект на території України / С. Г. Бойченко, В. М. Волощук, І. А. Дорошенко // Український географічний журнал. – 2005. – № 3. – С. 59–69.

Букша І. Ф. Україна та глобальний парниковий ефект: вразливість і адаптація екологічних та економічних систем до зміни клімату: [І. Ф. Букша, П. Ф. Гожик, Ж. Л. Ємельянова та ін.]; за ред. В. В. Васильченка, М. В. Рапцуна. – К.: Вид-во Агентства з раціонального використання енергії та екології, 1998. – 210 с.

Букша І. Ф. Інвентаризація та моніторинг парникових газів у лісовому господарстві: [монографія] / І. Ф. Букша, В. П. Пастернак. – Х.: ХНАУ, 2005. – 125 с.

Бунь Р. А. Інформаційні технології інвентаризації парникових газів та прогнозування вуглецевого балансу України / [Р. А. Бунь, М. І. Густі, В. С. Дачук та ін.]; за ред. Р. А. Буня – Львів: Українська академія друкарства, 2004. – 376 с.

Бяллович Ю. П. Нормативы оптимальной лесистоси равнинной части УССР / Ю. П. Бяллович // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1972. – № 28. – С. 54–65.

Васильченко В. В. Україна і глобальний парниковий ефект / В. В. Васильченко, М. В. Рапцун, І. В. Трофимова // Вразливість і адаптація екологічних і економічних систем до змін клімату. – К.: Агентство ефективного використання енергії і екології, 1998. – 206 с.

Ведрова Э. Ф. Влияние сосновых насаждений на свойства почв / Э. Ф. Ведрова. – Новосибирск: Наука, Сиб. Отд-ние, 1980. – 104 с.

Генсирук С. А. Ліси України / С. А. Генсирук. – К.: Академія наук України, 1992. – 448 с.

Генсірук С. А. Географія лісових ресурсів України / С. А. Генсірук, М. С. Нижник. – Львів: Світ, 1995 – 123 с.

Гірс О. А. Лісовпорядкування: [підручник] / О. А. Гірс, Б. І. Новак, С. М. Кашпор. – К.: Арістей, 2005. – 380 с.

Гірс О. А. Стиглість деревостанів та використання деревних ресурсів у лісах різного фунуціонального призначення: [монографія] / О. А. Гірс. – Корсунь-Шевченківський: ФОП І.С. Майдаченко, 2011. – 316 с.

Довідник лісового фонду України: [укладений спеціалістами виробничо-технологічного відділу ВО «Укрдержліспроект» за матеріалами державного обліку лісів станом на 01.01.2011 р.]. – Ірпінь: ВО «Укр-держліспроект», 2012. – 130 с.

Дегтярьов В. В. Вплив лісової рослинності на гумусовий стан чорноземів типових лівобережної лісостепу України / В. В. Дегтярьов, О. Ю. Чекар // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2006. – Вип. 109. – С. 207–212.

Державна програма «Ліси України» на 2002–2015 роки: Постанова Кабінету Міністрів № 581від 29 квітня 2002 року. – [офіц. вид]. – К.: Кабінет Міністрів України, 2002. – 18 с.

Дідух Я. Екологічні аспекти зміни клімату: причини, наслідки, дії / Я. Дідух // Вісник Національної академії наук України. – 2009. – № 2 – С. 34–44.

Замолодчиков Д. Г. Динамика пулов и потоков углерода на территории лесного фонда России / Д. Г. Замолодчиков, А. И. Уткин, Г. Н. Коровин [и др.] // Экология. – 2005. – № 5. – С. 323–333.

Згуровський М. З. Аналіз сталого розвитку-глобальний і регіональний контексти / М. З. Згуровський // Частина 1. Глобальний аналіз якості та безпеки життя людей. – К.: Інститут прикладного системного аналізу НАН України та МОН України, 2009. – 280 с.

Ипатьев В. А. Лес. Человек. Чернобыль / В. А. Ипатьев. – Гомель: Национальная академия наук Беларуси, 1999. – 452 с.

Исаев А. С. Программа чрезвычайных мер биологической борьбы с вредителями в лесах Красноярского края / А. С. Исаев. – М.: Мировой банк, Loan 3806 RU, 1996. – 156 с.

Карпачевский Л. О. Лес и лесные почвы / Л. О. Карпачевский. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 264 с.

Кашпор С. Н. Система нормативно-справочных данных для таксации древостоев твердолиственных пород Лесостепи УССР: дис. … канд. с.-х. наук: 06.03.02 «Лесная таксация и лесоустройство» / Кашпор Сергей Николаевич. – К., 1988. – 217 с.

Кійко О. А. Перспективи розвитку виробництва плитних деревних матеріалів в Україні / О. А. Кийко // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – № 19.14. – С. 156–163.

Комплексна оцінка поширення лісопатологічних процесів (диференційовано по адміністративним областям України) та прогноз поширення патологічних процесів у лісах України до 2015 року / І. М. Усцький, Т. В. Таран, В. П. Білоус. – К.: Держкомлісгосп України, НАН України, 2010. – 53 с.

Копій Л. І. Оптимізація лісистості агроландшафтів північно-східної частини Волинської височини / Л. І. Копій, І. В. Фізик. – Львів: Вид-во НТШ, 1999. – 69 с.

Кравець П. В. Парадигма стійкого розвитку і біосферної ролі лісів України / П. В. Кравець, П. І. Лакида, А. З. Швиденко // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 1999. – Вип. 17. – С. 80–87.

Кравець П. В. Стан та перспективи розвитку лісової сертифікації в Україні: частина 1 / П. В. Кравець // Лісовий і мисливський журнал. – 2013. – № 1. – С. 10–11.

Кравець П. В. Стан та перспективи розвитку лісової сертифікації в Україні: частина 2 / П. В. Кравець // Лісовий і мисливський журнал. – 2013. – № 2. – С. 16–17.

Лакида П. І. Фітомаса лісів України: [монографія] / П. І. Лакида. – Тернопіль: Збруч, 2002. – 256 с.

Лакида П. І. Перспективи використання біомаси лісів України для біоенергії / П. І. Лакида, Р. Д. Василишин // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість. – 2006. – Вип. 30. – С. 225–228.

Лакида П. И. Биоэнергетический потенциал лесосырьевых ресурсов в Украине / П. И. Лакида, М. М. Петренко, Р. Д. Василишин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2007. – № 1(37). – С. 180–185.

Лакида П. І. Енергетичний потенціал біомаси в Україні / [П. І. Лакида, Г. Г. Гелетуха, Р. Д. Василишин та ін.]; відп. наук. ред. д.с.-г.н., проф. П. І. Лакида. – К.: ВЦ НУБіП України, 2011. – 28 с.

Лакида П. І. Біопродуктивність та енергетичний потенціал м’яколистяних деревостанів Українського Полісся: [монографія] / [П. І. Лакида, А. М. Білоус, Р. Д. Василишин та ін.]. – Корсунь-Шевченськівський: ФОП Гавришенко В.М., 2012. – 454 с.

Ліпінський В. М. Глобальна зміна клімату та її відгук в динаміці клімату України: матер. міжнар. конф. [«Інвестиції та зміна клімату: можливості для України»] / В. М. Ліпінський. – К.: [б. в.], 2002. – С. 177–185.

Ліпінський В. М. Клімат України / В. М. Ліпінський, В. А. Дячук, В. М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 345 с.

Лісовий кодекс України // Лісовий і мисливський журнал. – 2006. – № 2. – С. 24 (15 с.).

Медвєдєв В. В. Земельні ресурси України / В. В. Медвєдєв, Т. М. Лактіонова. – К.: Аграрна думка, 1998. – 164 с.

Медико-демографічна ситуація та організація медичної допомоги населенню у 2010 році. – К.: Міністерство охорони здоровя України, 2011. – 104 с.

Мешкова В. Л. Сезонное развитие хвое-листогрызущих насекомых / Мешкова В. Л. – Харьков: Планета-принт, 2009. – 396 с.

Милосердов Н. М. Агрономическая эффективность лесных полос в борьбе с ветровой эрозией и засухой на юге Украины: автореф. дис. … д-ра с.-х. наук: 06.01.01 / Н. М. Милосердов. – Х., 1975. – 54 с.

Михович А. И. О гидрологических аспектах оптимальной леси-стости / А. И. Михович // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1972. – № 29. – С. 3–9.

МОЗСРБ Національна доповідь про стан природного середовища в Україні в 1991 році (1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 2007). – К.: Міністерство охорони зовнішнього середовища та радіоційної безпеки. 1992–1997, 1992–1997, 2007.

Молчанов А. А. Продуктивность органической массы в лесах различных зон / Молчанов А. А. – М.: Наука, 1971. – 244 с.

Мычак А. Г. Полезные ископаемые Украины, анализ современных методов к их поиску с использованием методов ДЗЗ / А. Г. Мычак, В. Е. Филиппович // Спутниковые методы поиска полезных ископаемых: под ред. В. И. Лялько, М. А. Попов. – К.: Карбон-Лтд., 2012. – 436 с.

Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / [М. В. Зубець та ін.]. – К.: Аграрна наука, 2004. – 844 с.

Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні у 2010 році. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, Міністерство екології та природних ресурсів України, 2011. – 254 с.

Национальный кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990–2009 гг. – К.: МОПРУ, 2010. – 449 с.

Незаконні рубки в Україні // Регіональний екологічний центр Центральної та східної Європи. – Шантендре: Угорщина, 2009. – 42 с.

Никитин А. Н. Формирование запасов углерода в сосновых культур-фитоценозах Беларуси: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. с.-х. наук / А. Н. Никитин. – Гомель, 2004. – 22 с.

Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии / [редкол.: А.З Швиденко (председатель) и др.]. – К.: Урожай, 1987. – 560 с.

Пастернак В. П. Біопродуктивність лісів північного сходу України в контексті змін клімату: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня до-ра. с.-г. наук: спец. 06.03.02 «Лесоустройство и лесная таксация» / В. П. Пастернак. – К., 2011. – 41 с.

Пастернак П. С. Защитное лесоразведение и оптимизация сельскохозяйственных ландшафтов / П. С. Пастернак, Н. Н. Приходько, В. П. Ландин // Лесоводство и агролесомелиорация. – 1987. – № 74 – С. 3–8.

Поляков В. К. Совершенствование системы учета лесного фонда и расчетов пользования в интенсивной зоне ведения лесного хозяйства: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. с.-х. наук: спец. 06.03.02 «Лесоустройство и лесная таксация» / В. К. Поляков. – К., 1972. – 25 с.

Петросюк В. Наши свалки токсичнее западных в 1000 раз / В. Петросюк // Киевские ведомости. – 1995. – № 19. – 1995 – С. 1–8.

Пилипенко А. И. Лесоводственные особенности и мелиоративное влияние полезащитных лесных полос в условиях черноземной степи Украины / Пилипенко А. И. – К.: УСХА, 1992. – 73 с.

Пилипенко О. І. До обґрунтування параметрів оптимальної полезахисної лісистості / О. І. Пилипенко, В. Ю. Юхновський // Науковий Вісник Національного аграрного університету. – 1998. – № 10 – С. 236–248.

Пилипенко О. І. Оптимальні зональні конструкції полезахисних лісових смуг / О. І. Пилипенко, В. Ю. Юхновський // Науковий Вісник Національного аграрного університету. – 2000. – № 25 – С. 266–271.

Попков М. Ю. Чи оптимальна «оптимальна лісистість»? / М. Ю. Попков, М. П. Савущик // Деревообробник. – 2009. – № 21 (231). – С. 7.

Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження державної цільової програми «Ліси України» на 2010–2015 роки» від 16 вересня 2009 р. // Офіційний вісник України. – 2009. – №72. – С. 5.

Прокушкин С. Г. Эколого-физиологические особенности функционирования корней сосны на холодных почвах: автореф. дис на соискание учен. степени до-ра биол. наук / С. Г. Прокушкин. – Красноярск, 1992. – 43 с.

Романкевич Е. А. Цикл углерода в арктических морях России / Е. А. Романкевич, А. А. Ветров. – М.: Наука, 2001. – 303 с.

Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про схвалення концеп-ції розвитку агролісомеліорпції в Україні» № 725-р від 18 вересня 2013 р. // Офіційний вісник України. – 2013. – №75. – С. 59.

Сендзюк Р. В. Динаміка фітомаси та вуглецю в лісових насадженнях Полтавської області / Р. В. Сендзюк, П. І. Лакида // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – № 19.11 – С. 39–45.

Тарасов М. Е. Методические подходы к определению скорости разложения древесного детрита / М. Е. Тарасов // Лесоведение. – 2002. – № 5. – С. 32–38.

Трейфельд Р. Ф. Методика определения запасов и массы древесного детрита на основе данных лесоустройства / Р. Ф. Трейфельд, О. Н. Кранкина. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2002. – 46 с.

Усольцев В. А. Рост и структура фитомассы древостоев / Усольцев В. А. – Новосибирск: Наука, 1988. – 253 с.

Усольцев В. А. Формирование банков данных о фитомассе лесов / Усольцев В. А. – Екатеринбург: Изд-во УРО РАН, 1998. – 541 с.

Усольцев В. А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии. Методы, база данных и ее приложения / Усольцев В. А. – Екатеринбург: УРО РАН, 2007. – 636 с.

Усольцев В. А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии / Усольцев В. А. – Екатеринбург: УРО РАН, 2010. – 569 с.

Усцький І. М. Динаміка стану насаджень основних лісоутворювальних порід України за період 1990–2006 рр. / І. М. Усцький // Лісовий журнал. – 2011. – № 1. – С. 32–35.

У-Те-Тінт. Исследования математико-статистического метода лесоинвентаризации в зоне интенсивного лесного хазяйства: автореф. дис. на соискание учен. степени канд... с.-х. наук: спец. 06.03.02 «Лесоустройство и лесная таксація» / У-Те-Тінт. – К., 1971. – 27 с.

Фурдичко О. І. Ліс у степу: основи сталого розвитку / О. І. Фурдичко, Г. Б. Гладун, В. В. Лавров. – К.: Основа, 2006. – 496 с.

Цветков М. А. Изменение лесистости Европейской России с конца XVIII столетия по 1914 год / Цветков М. А. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 213 с.

Цыганенко А. Ф. Опыт изучения изменений в черноземах под влиянием искусственных лесных посадок и зависимость этих изменений от состава насаждений / А. Ф. Цыганенко // Ученые записки ЛГУ.– 1947. – Вып. 13. – С. 20–28.

Чесняк Г. Я. Закономірності змін вмісту гумусу і шляхи забезпечення його бездефіцитного балансу в чорноземах типових при інтенсифікації землеробства / Г. Я. Чесняк // Агрохімія і ґрунтознавство – 1982. – Вип. 43. – С. 18–24.

Швиденко А. З. Теоретические и экспериментальные обоснования системы инвентаризации горных лесов: автореф. дис. на соискание учен. степени до-ра с.-х. наук: спец. 06.03.02 «Лесоустройство и лесная таксация» / А. З. Швиденко. – К., 1981. – 52 с.

Швиденко А. З. Прогноз стану українських лісів та лісокористування на наступне сторіччя / А. З. Швиденко, С. Нільссон, А. А. Строчинський // Науковий вісник УкрДЛТУ. – 1996. – № 5 – С. 222–227.

Швиденко А. З. Что мы знаем о лесах России сегодня? / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко // Лесная таксация и лесоустройство. – 2011. – № 1–2 (45–46). – С. 153–172.

Швиденко А. З. Материалы к познанию современной продуктивности лесных экосистем России / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко, С. Нильссон // Базовые проблемы перехода к устойчивому управлению лесами России – учет

лесов и организация лесного хозяйства. – Красноярск: Институт леса СО РАН, 2007 – С. 7–37.

Швиденко А. З. Чистая первичная продукция лесных экосистем России: новая оценка / [А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко, Е. А. Ваганов и др.] // Доклады Академии Наук. – 2008a. – Т. 421. – № 6 – С. 1–5.

Швиденко А. З. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы): 2-е изд., доп. / [А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко, С. Нильссон и др.]. – М.: Федеральное агентство лесного хозяйства, 2008b. – 886 с.

Швиденко А. З. Оценка древесного детрита в лесах России / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко, С. Нильссон // Лесная таксация и лесоустройство. – 2009. – № 1(41). – С. 133–147.

Швиденко А. З. Климатические изменения и пожары в России / А. З. Швиденко, Д. Г. Щепащенко // Лесоведение. – 2013. – №5. – С. 50–61.

Шейнгауз А. С. Многоцелевое лесопользование: опыт раработки системы понятий / А. С. Шейнгауз // География и природные ресурсы. – 1984. – № 2. – С. 11–19.

Шейнгауз А. С. Классификация функций лесных ресурсов / А. С. Шейнгауз, А. П. Сапожников // Лесоведение. – 1983. – № 4. – С. 3–9.

Шишикин А. И. Особенности структурно-функциональной орга-низации дубрав центральной лесостепи: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. биол. наук / А. И. Шишикин. – Воронеж, 2007. – 21 с.

Шугалей Л. С. Первичное почвообразование на отвалах вскрышных пород под культурой сосны / Л. С. Шугалей // Почвоведение. – 1997. – №2. – С. 247–254.

Щепащенко Д. Г. База данных структуры фитомассы лесов России / Д. Г. Щепащенко, А. З. Швиденко, П. И. Лакида // ИВУЗ Лесной журнал. – 2005. – № 4 – С. 80–86.

Щепащенко Д. Г. Почва в оценке биосферной роли наземных экосистем России / Д. Г. Щепащенко, А. З. Швиденко, Л. В. Мухортова, М. В. Щепащенко // Материалы Международной научной конференции [«Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России»], (Санкт-Петербург 1–4 Марта 2011 г.). – Санкт-Петербург: СПбГУ, 2011. – С. 511– 512.

Юхновський В. Ю. Лісоаграрні ландшафти України: оптимізація, нормативи, екологічні аспекти / Юхновський В. Ю. – К., 2003. – 346 с.

Юхновський В. Ю. Агролісомеліорація / В. Ю. Юхновський, С. М. Дударець, В. М. Малюга. – К.: Кондор, 2012. – 372 с.

Aakala T. Trees dying standing in the northeastern boreal old-growth forests of Quebec: Spatial patterns, rates, and temporal variation / T. Aakala, T. Kuuluvainen,

L. De Grandpré [et al.] // Canadian Journal of Forest Research. – 2007. – № 37(1). – P. 50–61.

Bacastov R. Atmospheric carbon dioxide and radiocarbon in the natural carbon cycle: II. Changes from A.D. 1700–2070 as deducted from a geochemical model / R. Bacastov, C. D. Keeling // In G. M. Woodwell, E. V. Pekan Carbon and the Biosphere. – Springfield: U.S. Atomic Energy Commission. – Series 30. –1973. – P. 86–135.

Barber V. A. Reduced growth of Alaskan white spruce in the twentieth century from temperature-induced drought stress / V. A. Barber, G. P. Juday, B. P. Finney // Nature. – 2000. – № 405(6787). – P. 668–673.

Bentz B. J. Climate change and bark beetles of the western United States and Canada: Direct and indirect effects / B. J. Bentz, J. Rgnire, C. J. Fettig [et al.] // BioScience. – 2010. – № 60(8). – P. 602–613.

Björkman C. Insect pests in future forests: more severe problems? / C. Björkman, H. Byland, M. J. Klapwijk [et al.] // Forests. – 2011. – № 2(2). – P. 474–485

Boisvenue C. Impacts of climate change on natural forest productivity – Evidence since the middle of the 20th century / C. Boisvenue, S. W. Running // Global Change Biology. – 2006. – № 12(5). – P. 862–882.

Bond-Lamberty B. A global database of soil respiration data / B. Bond-Lamberty, A. Thomson // Biogeosciences. – 2010. – № 7(6). – P. 1915–1926.

Borrini-Feyerabend G. Co-management of natural resources: organizing, negotiating and learning-by-doing / G. Borrini-Feyerabend, M. T. Farvar, J. C. Nguinguiri [et al.]. – Heidelberg (Germany): GTZ and IUCN, Kasparek Verlag, 2000. – 245 p.

Böttcher H. Setting priorities for land management to mitigate climate change / H. Böttcher, A. Freibauer, Y. Scholz [et al.] // Carbon Balance and Management. – 2012. – №2. – P. 5.

Böttcher H. Projection of the future EU forest CO2 sink as affected by recent bioenergy policies using two advanced forest management models / H. Böttcher, P. J. Verkerk, M. Gusti [et al.] // GCB Bioenergy. – 2011. – №1. – P. 1–11.

Bousquet P. Regional changes in carbon dioxide fluxes of land and oceans since 1980 / P. Bousquet, P. Peylin, P.Ciais [et al.] // Science. – 2000. – № 290(5495). – P. 1342–1346.

Buchmann N. Plant ecophysiology and forest response to global change / N. Buchmann // Tree Physiology. – 2002. – № 22(15–16). – P. 1177–1184.

Burke M. K. Fine root growth phenology, production, and turnover in a northern hardwood forest ecosystem / M. K. Burke, D. J. Raynal // Plant and Soil. – 1994. – № 162(1). – P. 135–146.

Burton A. J. Chronic N deposition alters root respiration-tissue N relationship in northern hardwood forests / A. J. Burton, J. C. Jarvey, M. P. Jarvi [et al.] // Global Change Biology. – 2012. – № 18(1). – P. 258–266.

Cannell M. G. R. World forest biomass and primary production data / M. G. R. Cannell. – London: Academic Press, 1982. – 391 p.

Carpenter S. R. Ecology for transformation / S. R. Carpenter, C. Folke // Trends in Ecology and Evolution. – 2006. – № 21(6). – P. 309–315.

Carter T. R. IPCC technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptations with a summary for policy makers and a Technical Summary / T. R. Carter, M. L. Parry, H. Harasawa [et al.]. – London: Department of Geography, University College, and Japan, Center for Global Environmental Research, National Institute for Environmental Studies, 1994. – 59 p.

Churkina G. Interactions between nitrogen deposition, land cover conversion, and climate change determine the contemporary carbon balance of Europe / G. Churkina, S. Zaehle, J. Hughes [et al]. // Biogeosciences. – 2010. – № 7(9). – P. 2749–2764.

Ciais P. The impact of lateral carbon fluxes on the European carbon balance / P. Ciais, A. V. Borges, G. Abril [et al.] // Biogeosciences. – 2008a. – № 5(5). – P. 1259–1271.

Ciais P. Can we reconcile atmospheric estimates of the Northern terrestrial carbon sink with land-based acoounting? / P. Ciais, J. G. Canadell, S. Luyssart [et al.] // Current Options in Environment Sustainability. – 2010. – № 2. – P. 1–6.

Ciais P. The potential for rising CO_2 to account for the observed uptake of carbon by tropical, temperate, and boreal forest biomes / P. Ciais, I. Janssens, A. Shvidenko [et al.] // In Griffiths H., Jarvis P. J. The Carbon Balance of Forest Biomes // Garland Science/BIOS Scientific Publishers. – 2005. – P. 109–149.

Ciais P. Carbon accumulation in European forests / P. Ciais, M. J. Schelhaas, S. Zaehle [et al.] // Nature Geoscience. – 2008b. – № 1(7)/ – P. 425–429.

Dale V. H. Climate change and forest disturbances / V. H. Dale, L. A. Joyce, S. McNulty [et al.] // BioScience. – 2001. – № 51(9). – P. 723–734.

De Bruin K. AD-DICE: An implementation of adaptation in the DICE model / K. C. De Bruin, R. B. Dellink, R. S. J. Tol // Climatic Change. – 2009. – № 95(1–2). – P. 63–81.

De Graaff M. A. Interactions between plant growth and soil nutrient cycling under elevated CO2: A meta-analysis / M. A. De Graaff, K. J. van Groenigen, J. Six [et al.] // Global Change Biology. – 2006. – № 12(11). – P. 2077–2091.

Dezi S. The effect of nitrogen deposition on forest carbon sequestration: A model-based analysis / S. Dezi, B. E. Medlyn, G. Tonon [et al.] // Global Change Biology. – 2010. – № 16(5). – P. 1470–1486.

Dixon R. K. Simulations of forest system response and feedbacks to global change: Experiences and results from the U.S. Country Studies Program /

R. K. Dixon, J. B. Smith, S. Brown [et al.] // Ecological Modelling. – 1999. – № 122(3). – P. 289–305.

Dolman A. J. An estimate of the terrestrial carbon budget of Russia using inventory based, eddy covariance and inversion methods / A. J. Dolman, A. Shvidenko, D. Schepaschenko [et al.] // Biogeosciences Discussions. – 2012. – № 9. – P. 6579–6626.

Eid T. AVVIRK–2000: A large-scale forestry scenario, model for long-term investment, income and harvest analyses / T. Eid, K. Hobbelstad // Scandinavian Journal of Forest Research. – 2000. – № 15(4). – P. 472–482.

Ekbom B. Stand specific occurrence of coarse woody debris in a managed boreal forest landscape in central Sweden / B. Ekbom, L. M. Schroeder, S. Larsson // Forest Ecology and Management. – 2006. – № 221(1–3). – P. 2–12.

Ellsworth D. S. Elevated CO2 affects photosynthetic responses in canopy pine and subcanopy deciduous trees over 10 years: A synthesis from Duke FACE / D. S. Ellsworth, R. Thomas, K. Y. Crous [et al.] // Global Change Biology. – 2012. – № 18(1). – P. 223–242.

EU 2007. Adapting to climate change in Europe – options for EU action. Green Paper from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. – Brussels, 2007. – COM (2007) 354 final. – 27 p.

EU 2013. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions / New European Fores Strategy. – Brussels, 2013. – COM (2013) 659 final. – 17 p.

FAO Forest Products. Annual Market Review 2010–2011 // Geneva. Food and Agriculture Organization of the United Nations and UN Economic Commissions for Europe, ECE/TIM/SP/27. – 2011. – 155 p.

Farquhar G.D. A biochemical model of photosynthetic CO2 assimilation in leaves of C3 species / G. D. Farquhar, S. von Caemmerer, J. A. Berry // Planta. – 1980. – № 149(1). – P. 78–90.

Fleming R. A. Climate change and insect disturbance regimes in Canada's boreal forests / R. A. Fleming // World Resource Review. – 2000. – № 12(3). – P. 521–555.

Folke C. Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations / C. Folke, S. Carpenter, T. Elmqvist [et al.] // Ambio. – 2002. – № 31(5). – P. 437–440.

Foster P. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing / P. Foster [et al.] // Climate Change 2007: The Physical Science Basis, ed. by S. Solomon et al. Contribution of WG I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. – Cambridge: Cambridge univ. Press. – 2007. – P.16–32.

Geßler A. Potential risks for European beech (Fagus sylvatica L.) in a changing climate (Review) / A. Geßler, C. Keitel, J. Kreuzwieser [et al.] // Trees- Structure and Function. – 2007. – №21(1). – P. 1–11.

Gill R. A. Global patterns of root turnover for terrestrial ecosystems / R. A. Gill, R. B. Jackson // New Phytologist. – 2000. – № 147(1). – P. 13–31.

Goudriaan J. A simulation study for the global carbon cycle, including man's impact on the biosphere / J. Goudriaan, P. Ketner // Climatic Change. – 1984. – № 6(2) – P. 167–192.

Gurney K. R. Towards robust regional estimates of CO2 sources and sinks using atmospheric transport models / K. R. Gurney, R. M. Law, A. S. Denning [et al.] // Nature. – 2002. – № 415(6872). – P. 626–630.

Gustafson E. J. Predicting global change effects on forest biomass and composition in south-central Siberia / E. J. Gustafson, A. Z. Shvidenko, B. R. Sturtevant, R. M. Scheller // Ecological Applications. – 2010. – № 20(3). – P. 700–715.

Gustafson E. J. Effectiveness of forest management strategies to mitigate effects of global change in south-central Siberia / E. J. Gustafson, A. Z. Shvidenko, R. M. Scheller // Canadian Journal of Forest Research. – 2011. – № 41. – P. 1405–1421.

Harmon M. E. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems / M. E. Harmon // Advances in ecological research. – 1986. – Vol. 15. – P. 133–302.

Harmon M. E. Decomposition vectors: A new approach to estimating woody detritus decomposition dynamics / M. E. Harmon, O. N. Krankina, J. Sexton // Canadian Journal of Forest Research. – 2000. – № 30(1). – P. 76–84.

Harmon M. E. Guidelines for Measurements of Woody Detritus in Forest Ecosystems / M. E. Harmon, J. Sexton // Washington, Seattle publication: US LTER Network Office. – 1996. – № 20. – P. 73.

Harremoës P. Methods for integrated assessment / P. Harremoës, R. Turner // Regional Environmental Change. – 2001. – № 2(2). – P. 57–65.

Heinimann H. R. A concept in adaptive ecosystem management-An engineering perspective / H. R. Heinimann // Forest Ecology and Management. – 2010. – № 259(4). – P. 848–856.

Hicke J. A. Satellite-derived increases in net primary productivity across North America, 1982–1998 / J. A. Hicke, G. P. Asner, J. T. Randerson [et al.] // Geophysical Research Letters. – 2002. – № 29(10). – P. 69–1–69–4.

Hijmans R. J. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas / R. J. Hijmans, S. E.Cameron, J. L. Parra [et al.] // International Journal of Climatology. – 2005. – № 25(15). – P. 1965–1978.

Högberg P. Environmental science: Nitrogen impacts on forest carbon / Högberg P. // Nature. – 2007. – № 447(7146). – P. 781–782.

Hlásny T. Geostatistical Simulation of bark beetle infestation for forest protection purposes / T. Hlásny, L. Vizi, M. Turčáni, M. Koreň, L. Kulla, Z. Sitková // Journal of Forest Science. – 2009. – № 55(11). – P. 518–525.

Högberg P. What is the quantitative relation between nitrogen deposition and forest carbon sequestration? / P. Högberg // Global Change Biology. – 2012. – № 18(1). – P. 1–2.

Holland E. A. Nitrogen deposition onto United States asnd Western Europe: synthesis of obervations and models / E. A. Holland [et al.] // Ecological Applications. – 2005. – Vol. 15. – P. 38–57.

Holland J. Biology's gift to a complex world / J. Holland // Scientist. – 2008. – № 22(9). – P. 36–43.

Holland J. H. Studying complex adaptive systems / J. H. Holland // Journal of Systems Science and Complexity. – 2006. – № 19(1). – P. 1–8.

Holling C. S. Resilience and stability of ecological systems / C. S. Holling // Annual Review of Ecology and Systematics. –1973. – № 4. – P. 1–23.

Hope C. W. The marginal impacts of CO2, CH4 and SF6 emissions / C. W. Hope // Climate Policy. – 2006. – № 6(5). – P. 537–544.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land-Use, Land-Use Change and Forestry. – Hayama: Institute for Global Environmental Strategies, Japan.

IPCC Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change – Cambridge: United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2007. – 851 p.

Jackson R. B. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents / R. B. Jackson, H. A. Mooney, E. D. Schulze // Ecology. – 1997a. – № 94. – P. 7362–7366.

Jackson R. B. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents / R. B. Jackson, H. A. Mooney, E. D. Schulze // Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 1997b. – № 94(14). – P. 7362–7366.

Janssens I. A. The carbon budget of terrestrial ecosystems at country-scale – A European case study / I. A. Janssens, A. Freibauer, B. Schlamadinger [et al.] // Biogeosciences. – 2005. – Vol. 2(1). – P. 15–26.

Jactel H. Drought effects on damage by forest insects and pathogens: A meta-analysis / H. Jactel, J. Petit, M. L. Desprez-Loustau [et al.] // Global Change Biology. – 2012. – № 18(1). – P. 267–276.

Janssens I. A. Europe's terrestrial biosphere absorbs 7 to 12% of European anthropogenic CO 2 emissions / I. A. Janssens, A. Freibauer, P. Ciais [et al.]// Science. – 2003. – № 300(5625). – P. 1538–1542.

Jones P. D. Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001 / P. D. Jones, A. Moberg // Journal of Climate. – 2003. – № 16(2). – P. 206–223.

Joos F. Growth enhancement due to global atmospheric change as predicted by terrestrial ecosystem models: Consistent with US forest inventory data / F. Joos, I. Colinprentice, J. I. House // Global Change Biology. – 2002. – № 8(4). – P. 299–303.

Kajii Y. Boreal forest fires in Siberia in 1998: Estimation of area burned and emissions of pollutants by advanced very high resolution radiometer satellite data / Y. Kajii, S.Kato, D. G. Streets [et al.] // Journal of Geophysical Research D: Atmospheres. – 2002. – № 107(24). – P. 8.

Kaminski T. A coarse grid three-dimensional global inverse model of the atmospheric transport 2. Inversion of the transport of CO2 in the 1980s / T. Kaminski, M. Heimann, R. Giering // Journal of Geophysical Research D: Atmospheres. – 1999. – № 104(D15). – P. 18555–18581.

Kaplan J. O. The effects of land use and climate change on the carbon cycle of Europe over the past 500 years / J. O. Kaplan, K. M. Krumhardt, N. E. Zimmermann // Global Change Biology. – 2012. – № 18(3). – P. 902–914.

Kesselmeier J. Volatile organic compound emissions in relation to plant carbon fixation and the terrestrial carbon budget / J. Kesselmeier, P. Ciccioli, U. Kuhn [et al.] // Global Biogeochemical Cycles. – 2003.

Kutsch W. L. Heterotrophic soil respiration and soil carbon dynamics in the deciduous Hainich dorest obtained by three approaches / W. L. Kutsch, T. Pesson, M. Schrumpf [et al.] // Biogeochemistry. – 2010. – P. 1–17.

LaDeau S. L. Rising CO2 levels and the fecundity of forest trees / S. L. LaDeau, J. S. Clark // Science. – 2001. – № 292(5514). – P. 95–98.

Laganierre J. Carbon accumulation in agricultural soils after deforestation: a meta analysis / J. Laganierre, D. A. Angers, D. Pare // Global Change Biology. – 2010. – Vol. 16. – P. 439–453.

Lakida P., Nilsson S., Shvidenko A. Estimation of forest phytomass for selected countries of the former European U.S.S.R // Biomass and Bioenergy. – 1996. – № 11(5) – C. 371–382.

Lapenis A. Acclimation of Russian forests to recent changes in climate / A. Lapenis, A. Shvidenko, D. Shepaschenko [et al.] // Global Change Biology. – 2005. – № 11(12). – P. 2090–2102.

Lehtonen A. Biomass expansion factors (BEFs) for Scots pine, Norway spruce and birch according to stand age for boreal forests / A. Lehtonen, R. Mäkipää, J. Heikkinen [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2004. – № 188(1–3). – P. 211–224.

Levin S. A. Ecosystems and the biosphere as complex adaptive systems / S. A. Levin // Ecosystems. – 1998. – № 1(5). – P. 431–436.

Lindner M. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems / M. Lindner, M. Maroschek, S. Netherer [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2010. – № 259(4). – P. 698–709.

Liski J. Trees as carbon sink and sources in the European Union / J. Liski, T. Karjalainen, A. Pussinen, G.-J. Nabuurs, P. Kauppi // Environment Science Policy. – 2000. – P. 91–97.

Liski J. Increasing carbon stocks in the forest soils of Western Europe / J. Liski, D. Perruchoud, T. Karjalainen // Forest Ecology and Management. – 2002. – Vol. 169. – P. 159–175.

Lockwell J. Soil carbon sequestration potential of willows in short-rotation coppice established on abandoned farm lands / J. Lockwell, W. Guidi, M. Labrecque // Plant and Soil. – 2012. – Vol. 360. – P. 299–318.

Loveland P. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate region: a review / P. Loveland, J. Webb // Soil Tillage Research. – 2003. – Vol. 70. – P. 1–18.

Luyssaert S. The European carbon balance. Part 3: forests / S. Luyssaert, P. Ciais, S. L.Piao, E.-D. Schulze, M.Jung [et al.] // Global Change Biology. – 2010. – Vol. 16. – P. 1429–1450.

Magnani F. The human footprint in the carbon cycle of temperate and boreal forests / F. Magnani, M. Mencuccini, M. Borghetti [et al.] // Nature. – 2007. – № 447(7146). – P. 848–850.

Matamala R. Impacts of Fine Root Turnover on Forest NPP and Soil C Sequestration Potential / R. Matamala, M. A. Gonzàlez-Meler, J. D. Jastrow [et al.] // Science. – 2003. – № 302(5649). – P. 1385–1387.

Matamala R. Effects of elevated atmospheric CO2 on fine root production and activity in an intact temperate forest ecosystem / R. Matamala, W. H. Schlesinger // Global Change Biology. – 2000. – № 6(8). – P. 967–979.

McNaughton S. J. Herbivory and trophic interactions / S. J. McNaughton // ed. by J. Roy, B. Saugier, H. A.Mooney. Terrestrial global productivity. – 2001. – P. 101–122.

Monni S. Uncertainty of forest carbon stock changes – Implications to the total uncertainty of GHG inventory of Finland / S. Monni, M. Peltoniemi, T. Palosuo [et al.] // Climatic Change. – 2007. – № 81(3–4). – P. 391–413.

Morris S.J. Evaluation of carbon accrual in afforested agricultural soils / S. J. Morris, S. Bohm, S. Haile-Mariam, E. A. Paul // Global Change Biology. – 2007. – Vol. 13. – P. 1145–1156.

Moyssavou-Bossougou I. N. Soil quality and tree growth in plantations of forest and agricultural origin / I. N. Moyssavou-Bossougou, S. Brais, F. Tremblau, S. Gaussiran // Soil Science Society of America Journal. – 2010. – Vol. 74. – P. 993–1000.

Mund M. Growth and carbon stocks of a spruce forest chronosequence in central Europe / M. Mund, E. Kummetz, M. Hein [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2002. – № 171(3). – P. 275–296.

Mund V. Impacts of forest management on the carbon budget of European beach (Fagus silvatica) forests / V. Mund, E. D. Schulze // Allgemeine Forst-und Jagd-Zeitung. – No 177. – P. 47–63.

Mukhortova L. A system for heterotrophic soil respiration assessment of Russian land. Boreal Forests in a Changing World: Challenges and Needs for Action / L. Mukhortova, D. Schepaschenko, A. Shvidenko, I. McCallum // Proc. int. conf. IBFRA, August 15–21, 2011. – Krasnoyarsk, 2011. – P. 86–90.

Mukhortova L. Soil contribution to carbon budget of Russian forests / L. Mukhortova, D. Schepaschenko, A. Shvidenko, I. McCallum, F. Kraxner // Global Cange Biology. – 2014. – (submitted).

Muys B. Simulation tools for decision support to adaptive forest management in Europe / B. Muys, J. Hynynen, M.Palahí [et al.] // Forest Systems. – 2010. – № 19(1). – P. 86–99.

Myneni R. B. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981 to 1991/ R. B. Myneni, C. D. Keeling, C. J. Tucker [et al.] // Nature. – 1997. – № 386(6626). – P. 698–702.

Nabuurs G. J. Temporal evolution of the European forest sector carbon sink from 1950 to 1999 / G. J. Nabuurs, M. J. Schelhaas, G. M. J. Mohrens [et al.] // Global Change Biology. – 2003. – № 9(2). – P. 152–160.

Nadelhoffer K. J. Nitrogen deposition makes a minor contribution to carbon sequestration in temperate forests / K. J. Nadelhoffer, B. A. Emmett, P. Gundersen [et al.] // Nature. – 1999. – № 398(6723). – P. 145–148.

Nemani R. R. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999 / R. R. Nemani, C. D. Keeling, H. Hashimoto [et al.] // Science. – 2003. – № 300(5625). – P. 1560–1563.

Netherer S. Potential effects of climate change on insect herbivores in European forests-General aspects and the pine processionary moth as specific example / S. Netherer, A. Schopf // Forest Ecology and Management. – 2010. – № 259(4). – P. 831–838.

Nijnik M. Economics of climate change mitigation forest policy scenarios for Ukraine / M. Nijnik // Climate Policy. – 2005. – №4. – P. 319–336.

Nijnik M. Afforestation for the Provision of Multiple Ecosystem Services: A Ukrainian Case Study / M. Nijnik, A. Oskam, A. Nijnik // International Journal of Forestry Research. – 2012. – № 2012. – P. doi:10.1155/2012/295414.

Nilsson S. The forest resources of the European USSR / S. Nilsson, O. Sallnas, M. Hugosson [et al.]. – Carnforth: The Parthenon Publishing Group, 1992. – 407 p.

Nilsson S. Full Carbon Account for Russia / S. Nilsson, A. Shvidenko, V. Stolbovoi [et al.] // Interim Report IR–00–021. – Laxenburg, Austria: International Institute for Applied Systems Analysis, 2000. – 180 p.

Nilsson U. Simulation of the Effect of Intensive Forest Management on Forest Production in Sweden / U. Nilsson, N. Fahlvik, U. Johansson [et al.] // Forests. – 2011. – № 2. – P. 373–393.

Nordén B. Dead wood in semi-natural temperate broadleaved woodland: Contribution of coarse and fine dead wood, attached dead wood and stumps / B. Nordén, F. Götmark, M.Tönnberg [et al.] // Forest Ecology and Management. – 2004. – № 194(1–3). – P. 235–248.

Novak R. S. Functional responses of plants to elevated atmospheric CO_2 – do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions? / R. S. Novak [et al.] // New Phytologist. – 2004. – Vol.164. – P. 253–280.

Obersteiner M. Terrestrial ecosystem management for climate change mitigation / M. Obersteiner, H. Böttcher, Y. Yamagata // Current Opinion in Environmental Sustainability. – 2010. – № 2(4). – P. 271–276.

Patt A. G. Adaptation in integrated assessment modeling: Where do we stand? / A. G. Patt, D. P. van Vuuren, F. Berkhout [et al.] // Climatic Change. – 2010. – № 99(3). – C. 383–402.

Paul K. I. Change in soil carbon following afforestation / K. I. Paul, P. J. Polgase, J. G. Nyakuengama, P. K. Khanna // Forest Ecology and Management. – 2002. – Vol. 168. – P. 241–257.

Poljakov M. O. Ukrainian Forest Sektor and Market for Timber Products / M. O. Poljakov // IIASA Working Paper WP–95–116. – 1995. – 42 p.

Quegan S. Estimating the carbon balance of central Siberia using a landscape-ecosystem approach, atmospheric inversion and Dynamic Global Vegetation Models / S. Quegan, C. Beer, A. Shvidenko [et al.] // Global Change Biologyю. – 2011. – Vol. 17(1). – P. 351–365.

Rayner P. J. Reconstructing the recent carbon cycle from atmospheric CO2, δ13C and O2/N2 observations / P. J. Rayner, I. G. Enting, R. J. Francey [et al.] // Tellus, Series B: Chemical and Physical Meteorology. – 1999. – № 51(2). – P. 213–232.

Reynolds K. M. Decision support systems in natural resource management / K. M. Reynolds, M. Twery, M. J. Lexer [et al.] // Ed. by Burstein F., Holsapple C. Hanbook on Decision Support Systems. International Handbooks on Information Systems Series. – Vol 2.: Springer. – P. 499–534.

Rio+20 United Nations Conference on Sustainable Development. The future we want. Document A/conf.216/L.1. -. 2012.

Robredo C. Adaptation of forest ecosystems and the forest sector to climate change / C. Robredo, C. Forner // Forests and climate change Working Paper 2. – Rome: UN FAO, 2005. – 87 p.

Ruosteenoja K. Future climate in world regions: An intercomparison of model-based projections for the new IPCC emissions scenarios / K. Ruosteenoja, T. R. Carter, K. Jylhä [et al.]. – Helsinki: The Finnish Environment Institute, 2003. – 83 p.

Sauer T. J. Soil properties following reforestation or afforestation of marginal cropland / T. J. Sauer, D. E. James, C. Cambardella [et al.] // Plant Soil. – 2012. – Vol. 360. – P. 375–390.

Schelhaas M. J. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries / M. J. Schelhaas, G. J. Nabuurs, A. Schuck // Global Change Biology. – 2003. – № 9. – P. 1620–1633.

Schulze E. D. Productivity of forests in the Eurosiberian boreal region and their potential to act as a carbon sink – a synthesis / E. D.Schulze, J. Lloyd, F. M. Kelliher [et al.] // Global Change Biology. – 1999a. – № 5. – P. 703–722.

Schulze E. D. Carbon and Nitrogen Cycling in European Forest Ecosystems / E. D. Schulze. – Berlin: Springer Verlag, 2000. – 500 p.

Sedjo R. Transgenic trees and trade problems on the horizon / R. Sedjo // Resources. – 2004. – № 155. – P. 9–13.

Seiler W. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and atmosphere / W. Seiler, P. J. Crutzen // Climatic Change. – 1980. – №2. – P. 207–247.

Seppälä R. Adaptation of forests and people to climate change / R. Seppälä, A. Buck, P. Katila // A global assessment report. – Vienna: International Union of Forest Research Organization, 2009. – 224 p.

Schulze E. D. The European carbon balance. Part 4: integration of carbon and other trace-gas fluxes / E. D. Schulze, P. Ciais, S. Luyssaert [et al.] // Global Change Biology. – 2010. –Vol.16. – P. 1451–1469.

Shvidenko A. Fire and the carbon budget of Russian forests / A. Shvidenko, S. Nilsson // In ed. by Kasischke E. S.,Stock B. J. Fire, Climate Change, and Carbon Cycling in the Boreal Forest. – Springer Verlag,2000. – P. 289–311.

Shvidenko A. A system of models of growth and productivity of forests of Russia. Tables and models of bioproductivity / A. Shvidenko, D. Schepaschenko, S. Nilsson [et al.] // Forestry and Forest Management. – 2004. – № 2. – P. 40–44.

Shvidenko A. Semi-empirical models for assessing biological productivity of Northern Eurasian forests / A. Shvidenko, D. Schepaschenko, S. Nilsson [et al.] // Ecological Modelling. – 2007. – № 204(1–2). – P. 163–179.

Shvidenko A. Z. Forest and woodland systems / A. Z. Shvidenko, C. V. Barber, R. Person [et al.] // In ed. by Hasan R.M. S. R., Ash N. Ecosystems and human well-being: current state and trends: fundings of the Condition and Trends Working Group of the Millennium EcosystemAssessment. – V1. Island Press, 2005. – P. 587–612.

Shvidenko A. Can the uncertainty of full carbon accounting of forest ecosystems be made acceptable to policy makers? / A. Shvidenko, D. Schepaschenko, I. McCallum, S. Nilsson // Climatic Change. – 2010. – Vol. 103(1–2). – P. 137–157.

Sippola A. L. Amount and quality of coarse woody debris in natural and managed coniferous forests near the timberline in Finnish Lapland / A. L. Sippola, J. Siitonen, R. Kallio // Scandinavian Journal of Forest Research. – 1998. – № 13(2). – P. 204–214.

Stanners D. Europe's environment: the Dobris assessment / D. Stanners, P. Bourdeau. – London: Earthscan, 1995. – 712 p.

Stenlid J. Encreasing Diseases in European Forest Ecosystems and responces in society / J. Stenlid, J. Oliva, J. B. Boberg [et al.] // Forests. – 2011. – № 2(2). – P. 486–504.

Strengbom J. Introducing intensively managed spruce plantations in Swedish forest landscapes will impair biodiversity decline / J. Strengbom, A. Dahlberg, A. Larsson [et al.] // Forests. – 2011. – № 2(3). – P. 610–630.

Sturrock R. N. Climate change and forest diseases / R. N. Sturrock, S. J. Frankel, A. V. Brown [et al.] // Plant Pathology. – 2011. – № 60(1). – P. 133–149.

Sutton M. A. Uncertainties in the relationship between atmospheric nitrogen deposition and forest carbon sequestration / M. A. Sutton, D. Simpson, P. E. Levy [et al.] // Global Change Biology. – 2008. – № 14(9). – P. 2057–2063.

TBRFA–2000. Forest Resources of Europe, GIS, North America, Australia, Japan and New Zealand. UN-ECE FAO Ccntribution to the Global Forest Resources Assessment Report 2000 // Main Report, ECE/TIM/SP/17.UN. – New York and Geneva, 2000. – 445 p.

Townsend A. R. Spatial and temporal patterns in terrestrial carbon storage due to deposition of fossil fuel nitrogen / A. R. Townsend, B. H. Braswell, E. A. Holland [et al.] // Ecological Applications. – 1996. – № 6(3). – P. 806–814.

UNEP Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies // edited by J. Feenstra, I. Burton, J. smith, and R.Tol. UNEP-Vrije Universiteit Amsterdam. Available at http://130.37.129.100/english/o o/ instituten/ivm/research/climatechange/handbook.htm.

Vanhanen H. Climate change and range shifts in two insect defoliators: Gypsy moth and nun moth – A model study / H. Vanhanen, T. O. Veteli, S. Päivinen [et al.] // Silva Fennica. – 2007. – № 41(4). – P. 621–638.

Vleeshouwers L. M. Carbon emission and sequestration by agricultural land use: A model study for Europe / L. M. Vleeshouwers, A. Verghagen // Global Change Biology. – 2002. – № 8(6). – P. 519–530.

Vogt K. A. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest types and species / K. A. Vogt, D. J. Vogt, P. A. Palmiotto, [et al.] // Plant and Soil. – 1996. – № 187. – P. 159–219.

Wullschleger S. D. On the potential for a CO2 fertilization effect in forests: Estimates of the biotic growth factor based on 58 controlled-exposure studies / S. D. Wullschleger, W. M. Post, A. W.King // In ed. by Woodwell G. M.,Mackenzie F. T. Biotic feedbacks in the global climatic system. – Oxford: Oxford University Press, 1995. – P. 85–107.

Yatsyk A. V. Use of water resources in Ukraine / A. V. Yatsyk // In ed. by Groisman P. Y.,Lyalko V. I. Earth Systems Change over Eastern Europe. – K.: Akademperiodyka, 2012. – P. 283–294.

Zibtsev S. Ukraine forest fire report 2010 / S. Zibtsev // International Forest Fire News (IFFN). – 2010. – № 40. – P. 61–75.

ДОДАТКИ

Додаток 1

Основні показники лісового фонду України за даними обліку різних років

№ п.п.	Показник	Од. виміру	Роки						
			1940	1946	1951	1956	1961	1966	1973
Усі ліси України									
1.	Загальна площа ЛФ	тис.га				8296,2	9596,7	10042,6	10241,2
2.	Лісові ділянки	тис.га					8479,5		9449,7
3.	ВЛРЛД	тис.га				6844,7	7285,0	7916,7	8614,2
4.	Лісистість	%		11,4		12,8	12,8	13,2	14,1
5.	Загальний запас насаджень	млн $м^3$						782,4	982,5
Ліси, підпорядковані ДАЛРУ									
1.	Загальна площа	тис. га	5638,0	6248,6	6274,3	6088,4	6822,0	7141,7	6949,0
	У тому числі: ліси 1 групи	тис. га			1503,6	1546,5	2347,3	2699,8	3006,4
2.	Лісові ділянки	тис. га	4987,5	5465,6	5577,9	5500,1	5854,5	6258,8	6229,0
2.1.	У т.ч. ВЛРЛД	тис. га	4418,2	4821,6	4854,9	4997,4	5043,1	5387,3	5810,1
	Із них: лісові культури	тис. га	1118,7		1419,1	1326,1	1360,5	1788,1	2431,2
2.1.1.	Розподіл ВЛРЛД за групами порід: *Хвойн*і	тис. га	2088,2	2182,5	2192,8	2772,5	2264,1	2484,0	2750,3
	з них: сосна	тис. га	1562,9	1497,3	1507,1	1622,6	1694,5	1872,0	2078,6
	ялина	тис. га	362,4	569,1	563,5	551,6	491,9	531,4	576,2
	Твердолистяні	тис. га	1677,2	1983,2	2005,2	2152,7	2158,7	2238,9	2401,9
	з них: дуб	тис. га	978,1	1025,6	1112,7	1305,4	1318,3	1419,0	1569,3
	бук	тис. га	193,1	450,7	426,1	442,1	491,6	502,8	524,4

Продовження додатку 1

№ п.п.	Показник	Од. виміру	Роки						
			1940	1946	1951	1956	1961	1966	1973
	М'яколистяні	тис. га	595,8	655,9	609,7	553,4	597,6	634,9	621,0
	з них: береза	тис. га	262,1	266,5	261,2	261,8	280,7	289,8	291,0
2.2.	Незімкнуті лісові кул-ри	тис. га				230,3	523,0	599,9	278,9
2.3.	Не ВЛРЛД	тис. га				272,4	288,4	271,6	140,1
3.	Не лісові землі	тис. га	650,5	783,0	696,4	588,3	1027,5	882,9	655,0
4.	Загальнийзапас насаджень	млн. $м^3$	455,74	473,29	473,68	611,23	638,03	645,23	804,68
	в т. ч. стиглих і перестигл.	млн. $м^3$	139,62	150,23	111,21	154,20	116,69	100,40	104,80
	з них: можливих для експл.	млн. $м^3$			52,70	114,22	77,26	58,32	58,53
5.	Середній вік	рік				37	38	37	36
	в т.ч. хвойні	рік				34		35	35
	твердолистяні	рік				41		43	43
	м'яколистяні	рік				29		24	26
6.	Сердня повнота					0,7	0,7	0,7	0,8
7.	Середній клас бонітету					2,0	1,9	1,9	1,8
	в т.ч. хвойні					1,7	1,7	1,7	1,6
	твердолистяні					2,2	2,0	2,1	2,0
	м'яколистяні					2,0	2,0	2,0	1,9
8.	Середній запас на 1 га ВЛРЛД	$м^3$	103	98		122	127	120	139
9.	Середній запас на 1 га стиглих і перестигл. нас-нь	$м^3$	244	251		271	257	230	249
10.	Середня зміна запасу	млн $м^3$				15,5	15,7	17,3	21,5
11.	Середня зміна запасу на 1 га ВЛРЛД	$м^3$				3,1	3,1	3,2	3,7

Продовження додатку 1

№ п.п.	Показник	Од. виміру	Роки					
			1978	1983	1988	1996	2002	2011
Всі ліси України								
1.	Загальна площа ЛФ	тис.га	9834,5	9935,5	9942,5			
2.	Лісові ділянки	тис.га	9021,5	9135,9	9152,3			10378,7
3.	ВЛРЛД	тис.га	8351,1	8550,3	8620,9			9573,9
4.	Лісистість	%	13,7	14,2	14,3	15,6	15,7	15,9
5.	Загальний запас насаджень	млн $м^3$	1043,8	1236,6	1319,9			2102,0
Ліси, підпорядковані ДАЛРУ								
1.	Загальна площа	тис. га	7030,1	7162,4	7174,9	7114,9	7049,3	7402,3
	у тому числі: ліси 1 групи	тис. га	3138,0	3409,0	3452,9	3472,9	3685,6	3583,2*
2.	Лісові ділянки	тис. га	6307,0	6493,6	6499,5	6485,3	6487,2	6840,4
2.1.	в т.ч. ВЛРЛД	тис. га	5961,5	6151,3	6181,6	6086,1	6081,4	6293,5
	Із них: лісові культури	тис. га	2673,4	2831,8	2965,3	3027,9	3087,5	3243,3
2.1.1.	Розподіл ВЛРЛД за групами порід: *Хвойні*	тис. га	2864,4	2903,9	2929,7	2808,0	2758,0	2748,6
	з них: сосна	тис. га	2163,1	2229,5	2253,2	2200,4	2153,8	2179,0
	ялина	тис. га	588,1	570,9	571,0	502,2	500,8	458,6
	Твердолистяні	тис. га	2450,2	2554,1	2592,6	2596,3	2611,0	2762,7
	з них: дуб	тис. га	1624,7	1689,2	1712,3	1716,2	1705,5	1729,6
	бук	тис. га	522,3	556,8	553,6	537,2	532,8	559,0
	М'яколистяні	тис. га	623,3	626,7	626,7	646,6	675,3	739,4
	з них: береза	тис. га	284,0	290,2	293,0	308,8	329,3	357,1
2.2.	Незімкнуті лісові кул-ри	тис. га	214,7	206,0	194,6	161,3	146,4	203,8
2.3.	Не ВЛРЛД	тис. га	131,0	119,1	102,6	130,4	150,4	220,3
3.	Не лісові землі	тис. га	643,1	626,8	675,4	629,6	562,1	561,9

Продовження додатку 1

№ п.п.	Показник	Од. виміру	Роки					
			1978	1983	1988	1996	2002	2011
4.	Загальнийзапас насаджень	млн. $м^3$	850,63	996,91	1053,54	1283,48	1395,36	1512,40
	в т. ч. стиглих і перестигл.	млн. $м^3$	96,80	112,38	107,86	204,45	232,31	299,10
	з них: можливих для експл.	млн. $м^3$	48,50	53,50	51,70	99,52	97,85	134,90
5.	Середній вік	рік	38	44	45	56	60	62
	в т.ч.: хвойні	рік	35	40	42	58	56	58
	твердолистяні	рік	45	50	52	63	67	71
	м'яколистяні	рік	27	30	33	41	44	45
6.	Сердня повнота		0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
7.	Середній клас бонітету		1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6
	в т.ч.: хвойні		1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3
	твердолистяні		1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
	м'яколистяні		1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,7
8.	Середній запас на 1 га ВЛРЛД	$м^3$	144	166	171	212	229	251
9.	Середній запас на 1 га стиглих і перестигл. нас-нь	$м^3$	251	270	264	267	254	257
10.	Середня зміна запасу	млн $м^3$	23,5	24,1	24,4	24,0	24,3	24,6
11.	Середня зміна запасу на 1 га ВЛРЛД	$м^3$	3,9	3,9	4,0	4,0	4,0	3,9

Прийняті скорочення: ЛФ – лісовий фонд; ВЛРЛД – вкриті лісовою рослинністю лісові ділянки; ДАЛРУ – Державне агентство лісових ресурсів України.

Примітка: * Ліси 1–3-ї категорій відповідно до Ст. 39 Лсового кодексу України (2006).

Додаток 2

Фітомаса лісів України за областями, основним лісотвірними породами та фракціям фітомаси

Адміні-тративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціями, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
АР Крим	Хвойні	3412,6	380,2	578,6	167,6	1068,4	36,1	185,8	5449,0	4277,0	2705,0
	У т.ч. сосна	3412,1	380,1	578,5	167,5	1068,2	36,1	185,8	5448,2	4276,3	2704,6
	ялина	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,9	0,7	0,4
	Твердолистяні	16068,9	2965,5	5792,7	657,3	3484,0	832,2	1046,0	27881,1	23624,4	13813,8
	У т.ч. дуб	8283,3	1911,0	2307,5	392,4	631,5	553,9	737,4	12905,9	11739,6	6368,8
	бук	5511,1	723,8	2844,2	189,7	2730,2	171,0	179,2	11625,4	8754,3	5785,7
	М’ягколистяні	163,3	30,1	18,1	4,1	57,4	4,0	6,2	253,2	191,4	125,9
	У т.ч. береза	3,6	0,8	0,8	0,2	1,1	0,1	0,4	6,3	4,9	3,1
	осика	115,4	21,5	11,0	2,1	45,3	2,8	4,1	180,7	132,5	89,9
	вільха	285,6	57,9	56,6	16,7	78,7	23,0	47,5	508,1	398,8	249,7
	Усього	19930,4	3433,7	6446,0	845,6	4688,6	895,3	1285,5	34091,4	28491,5	16894,4
Вінницька	Хвойні	1872,9	195,0	217,0	91,6	506,8	15,2	50,1	2753,5	2217,2	1368,9
	У т.ч. сосна	1325,1	116,6	129,3	35,6	296,8	12,1	46,2	1845,2	1521,6	917,9
	ялина	527,5	75,4	84,5	54,0	202,5	2,9	3,8	875,2	669,9	434,6
	Твердолистяні	37655,6	4959,0	6620,7	757,0	8020,6	666,7	978,8	54699,5	45989,4	27229,6
	У т.ч. дуб	32441,1	4291,3	5621,4	650,4	6914,6	576,9	848,1	47052,4	39540,8	23422,4
	бук	16,4	1,9	4,0	0,3	6,4	0,3	0,4	27,8	21,1	13,9
	М’ягколистяні	786,3	138,7	100,4	25,4	197,6	12,2	24,4	1146,3	932,8	570,1
	У т.ч. береза	351,5	63,7	47,2	12,8	84,4	5,7	10,2	511,9	420,6	254,5
	осика	13,4	2,8	1,4	0,4	5,9	0,3	0,6	21,9	15,7	10,9
	Інші дер. породи	19,3	4,1	4,3	1,2	5,8	0,5	1,6	32,8	26,0	16,2
	Усього	40334,1	5296,8	6942,5	875,2	8730,8	694,5	1055,0	58632,1	49165,5	29184,8

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Волинська	Хвойні	37504,2	3277,4	3579,1	986,5	8412,8	347,4	1277,2	52107,2	42951,6	25923,0
	У т.ч. сосна	36957,5	3198,9	3495,5	935,3	8219,6	343,7	1272,7	51224,2	42265,2	25484,5
	ялина	537,6	77,0	81,8	50,1	189,1	3,7	4,4	866,7	674,3	430,4
	Твердолистяні	9650,6	1318,9	1763,0	219,4	1985,1	198,9	317,3	14134,5	11930,9	7030,5
	У т.ч. дуб	9156,1	1254,0	1663,9	205,0	1877,3	190,3	301,1	13393,7	11308,8	6662,0
	бук	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2	0,1
	М’ягколистяні	12660,0	2343,9	1770,4	453,5	3366,1	181,0	465,6	18896,6	15243,4	9393,3
	У т.ч. береза	5106,5	1037,5	981,4	278,7	1427,4	71,4	189,6	8055,0	6511,4	4000,5
	осика	163,0	33,8	16,9	4,2	71,5	3,2	6,9	265,6	189,8	132,1
	Інші дер. породи	6,0	1,3	1,3	0,4	1,8	0,3	0,6	10,3	8,2	5,1
	Усього	59820,8	6941,5	7113,8	1659,8	13765,8	727,7	2060,7	85148,5	70134,1	42351,9
Дніпро-петровська	Хвойні	2317,0	270,0	302,1	91,2	523,8	22,9	98,4	3355,5	2775,5	1667,1
	У т.ч. сосна	2316,5	269,9	302,0	91,2	523,6	22,9	98,4	3354,6	2774,9	1666,7
	ялина	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2
	Твердолистяні	6338,9	959,2	1231,7	165,7	1171,3	206,3	314,4	9428,3	8037,9	4679,8
	У т.ч. дуб	2874,3	474,6	609,0	98,0	601,9	78,0	141,7	4402,9	3706,8	2185,6
	М’ягколистяні	1232,6	207,9	199,1	64,8	300,1	25,4	45,9	1867,9	1537,2	927,2
	У т.ч. береза	3,3	0,7	0,9	0,3	1,0	0,1	0,3	5,9	4,7	2,9
	осика	10,1	2,2	1,5	0,5	5,1	0,1	0,4	17,7	12,4	8,8
	Інші дер.породи	50,0	9,9	12,7	4,3	14,5	6,7	14,8	103,0	79,1	50,2
	Усього	9938,5	1447,0	1745,6	326,0	2009,8	261,3	473,6	14754,6	12429,8	7324,3

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Донецька	Хвойні	2619,0	253,9	305,2	85,8	611,5	24,3	102,5	3748,3	3078,3	1863,5
	У т.ч. сосна	2618,5	253,8	305,1	85,7	611,2	24,3	102,5	3747,2	3077,6	1863,0
	ялина	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1
	Твердолистяні	9249,1	1484,1	2004,6	291,8	1468,5	278,5	443,0	13735,5	11962,0	6817,1
	У т.ч. дуб	6838,6	1133,6	1510,2	232,4	1134,7	185,6	316,0	10217,4	8869,1	5072,0
	М’ягколистяні	625,8	108,8	88,9	25,0	167,0	10,5	20,5	937,7	757,3	466,0
	У т.ч. береза	92,3	18,8	21,4	6,7	26,9	1,3	3,7	152,4	123,2	75,6
	осика	37,6	7,4	4,0	0,8	15,3	0,8	1,4	59,9	43,7	29,8
	Інші дер.породи	56,4	11,6	12,6	3,9	16,1	5,2	11,5	105,8	82,3	51,9
	Усього	12550,3	1858,4	2411,2	406,5	2263,2	318,6	577,6	18527,3	15879,8	9198,5
Житомир-ська	Хвойні	64449,7	5299,9	5813,9	1566,1	14599,1	579,4	2091,5	89099,6	73281,0	44337,9
	У т.ч. сосна	63747,0	5200,6	5700,2	1496,6	14339,6	575,8	2087,1	87946,2	72390,4	43765,1
	ялина	691,1	97,9	112,3	68,7	256,3	3,4	4,4	1136,2	876,7	564,3
	Твердолистяні	24173,4	3240,4	4137,3	468,7	4997,2	474,7	682,7	34934,0	29453,0	17385,7
	У т.ч. дуб	23364,6	3137,1	3979,4	449,9	4828,4	460,4	659,1	33741,8	28445,7	16792,4
	бук	0,6	0,1	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	1,0	0,7	0,5
	М’ягколистяні	17943,0	3363,7	2652,4	704,1	4776,5	260,9	577,8	26914,7	21771,0	13380,2
	У т.ч. береза	12972,1	2536,0	2151,4	598,5	3411,2	184,1	414,4	19731,8	16058,1	9806,0
	осика	730,4	144,2	71,4	16,2	307,0	14,1	26,3	1165,5	841,0	579,9
	Інші дер. породи	6,4	1,2	1,1	0,3	1,7	0,3	0,6	10,4	8,3	5,1
	Усього	106572,5	11905,3	12604,6	2739,2	24374,5	1315,3	3352,6	150958,7	124513,3	75109,0

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Закарпат-ська	Хвойні	27701,8	3497,4	3860,7	2435,3	9136,6	124,0	142,1	43400,5	34155,7	21565,2
	У т.ч. сосна	76,1	6,2	6,9	1,8	16,4	0,6	2,3	104,2	86,4	51,9
	ялина	26138,0	3288,3	3619,3	2288,6	8841,1	114,9	130,4	41132,2	32191,5	20439,4
	ялиця	1409,2	192,4	223,6	138,1	252,6	8,0	8,8	2040,4	1780,9	1012,4
	Твердолистяні	79128,4	8906,9	28442,4	1394,8	30421,9	1223,9	1543,3	142154,7	110594,0	70869,3
	У т.ч. дуб	7363,7	961,3	1227,2	138,5	1574,6	120,9	170,9	10595,8	8899,5	5276,4
	бук	69957,3	7715,7	26861,9	1211,2	28436,6	1077,7	1329,5	128874,1	99449,5	64256,1
	М’ягколистяні	208,1	38,7	31,8	8,6	55,8	2,8	6,4	313,5	253,7	155,9
	У т.ч. береза	100,2	20,1	19,1	5,4	28,1	1,2	3,3	157,3	127,2	78,2
	осика	5,7	1,3	0,6	0,2	2,8	0,1	0,3	9,8	6,7	4,9
	Інші дер. породи	187,9	40,4	51,3	14,8	61,5	1,9	7,0	324,4	258,8	161,0
	Усього	107226,3	12483,3	32386,3	3853,4	39675,8	1352,5	1698,8	186193,1	145262,2	92751,3
Запорі-зька	Хвойні	437,9	70,6	81,3	26,4	114,8	6,1	31,8	698,3	565,8	345,9
	У т.ч. сосна	437,9	70,6	81,3	26,4	114,8	6,1	31,8	698,3	565,8	345,9
	Твердолистяні	2167,2	326,5	428,2	55,8	344,6	128,6	198,9	3323,3	2840,7	1642,5
	У т.ч. дуб	558,5	91,4	127,6	21,1	103,5	20,0	41,4	872,2	741,9	432,0
	М’ягколистяні	716,4	124,5	153,1	57,2	183,6	15,6	27,4	1153,3	951,3	571,6
	У т.ч. береза	11,4	2,5	4,9	1,9	4,0	0,2	0,9	23,3	18,8	11,5
	осика	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2
	Інші дер. породи	56,5	11,3	16,9	6,5	16,7	6,9	16,7	120,2	93,1	58,6
	Усього	3378,0	532,9	679,6	145,8	659,6	157,2	274,7	5295,0	4450,8	2618,6

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-територіа-льна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Івано-Франків-ська	Хвойні	39038,6	5377,6	5691,9	3529,3	12970,9	214,1	266,6	61711,4	48543,0	30655,2
	У т.ч. сосна	693,2	69,8	80,1	23,7	150,6	5,9	22,7	976,2	812,5	485,5
	ялина	35326,5	4881,1	5123,4	3199,3	12257,0	187,1	220,2	56313,5	43890,3	27976,4
	ялиця	2962,9	419,7	481,9	302,3	547,6	20,6	23,1	4338,4	3773,1	2151,9
	Твердолистяні	28936,1	3500,2	7322,5	600,9	10304,9	493,2	749,6	48407,3	37579,5	24111,5
	У т.ч. дуб	6795,6	961,9	1314,2	183,3	1531,4	142,4	253,7	10220,6	8519,6	5081,3
	бук	20767,5	2360,5	5740,5	377,8	8468,7	326,2	446,6	36127,2	27337,4	18006,1
	М’ягколистяні	1211,7	229,2	199,5	55,2	334,2	19,4	46,9	1866,9	1503,4	927,4
	У т.ч. береза	605,0	118,4	111,6	32,3	164,5	8,4	20,6	942,3	765,1	468,1
	осика	33,8	7,1	3,7	1,0	15,2	0,8	1,9	56,6	40,0	28,1
	Інші дер. породи	93,8	19,6	19,8	5,8	27,1	7,0	18,3	171,8	133,5	84,4
	Усього	69280,2	9126,5	13233,7	4191,2	23637,1	733,8	1081,5	112157,5	87759,5	55778,4
Київська	Хвойні	52043,4	4118,0	4665,6	1246,8	11264,5	409,2	1460,9	71090,4	58972,7	35389,3
	У т.ч. сосна	51897,8	4098,6	4644,4	1234,0	11215,8	408,4	1460,0	70860,5	58792,1	35275,1
	ялина	131,8	17,7	19,6	11,8	44,9	0,7	0,8	209,5	164,1	104,1
	ялиця	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
	Твердолистяні	19110,1	2557,9	3434,1	402,5	3932,8	347,0	519,0	27745,5	23449,1	13809,3
	У т.ч. дуб	15717,7	2114,2	2798,9	322,1	3209,4	283,0	420,4	22751,5	19247,0	11324,5
	бук	0,4	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,8	0,6	0,4
	М’ягколистяні	7510,8	1401,0	1110,5	292,6	2038,2	104,6	248,7	11305,4	9111,5	5620,4
	У т.ч. береза	3728,1	746,4	682,9	193,2	1021,2	49,9	122,6	5797,9	4700,4	2880,7
	осика	307,2	63,1	31,6	7,8	133,6	5,5	11,7	497,4	356,3	247,4
	Інші дер. породи	57,5	11,6	11,2	3,2	16,0	2,2	4,3	94,4	75,6	46,7
	Усього	78721,8	8088,5	9221,4	1945,1	17251,5	863,0	2232,8	110235,6	91608,8	54865,8

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Кіровоград-ська	Хвойні	668,2	72,9	88,7	27,4	149,3	5,7	24,3	963,7	800,4	479,0
	У т.ч. сосна	666,5	72,7	88,4	27,2	148,7	5,7	24,3	960,7	798,2	477,5
	ялина	1,6	0,2	0,3	0,2	0,6	0,0	0,0	2,7	2,1	1,3
	Твердолистяні	12795,8	1786,9	2400,3	291,4	2481,5	260,7	402,6	18632,2	15871,3	9268,4
	У т.ч. дуб	10319,9	1444,3	1930,2	228,8	1982,3	196,6	301,2	14959,2	12767,1	7443,2
	М’ягколистяні	181,3	35,1	31,8	9,4	51,3	2,8	6,6	283,3	227,8	140,7
	У т.ч. береза	2,3	0,5	0,8	0,2	0,8	0,0	0,2	4,4	3,4	2,2
	осика	14,9	3,2	1,7	0,4	6,6	0,3	0,6	24,6	17,5	12,2
	Інші дер. породи	26,7	5,9	7,4	2,3	8,6	1,2	4,6	50,8	39,5	25,0
	Усього	13672,0	1900,8	2528,2	330,5	2690,7	270,4	438,1	19930,0	16939,0	9913,0
Луганська	Хвойні	8510,8	856,4	960,4	274,5	1895,6	74,0	294,4	12009,7	9944,7	5972,7
	У т.ч. сосна	8510,7	856,4	960,4	274,5	1895,5	74,0	294,4	12009,6	9944,6	5972,6
	ялина	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0
	Твердолистяні	9390,6	1805,9	2198,6	396,2	1475,5	362,5	594,2	14417,6	12536,3	7141,2
	У т.ч. дуб	6878,8	1429,7	1638,7	322,0	1170,8	245,3	430,2	10685,7	9226,3	5293,0
	М’ягколистяні	1542,3	279,8	251,5	77,3	408,7	30,0	61,3	2371,1	1922,8	1177,1
	У т.ч. береза	421,9	84,6	97,1	31,5	120,5	7,7	19,5	698,2	565,6	346,2
	осика	37,2	8,0	4,6	1,3	16,8	0,7	1,6	62,2	44,4	30,9
	Інші дер. породи	58,6	12,4	16,0	5,3	18,0	4,2	10,9	113,0	88,3	55,5
	Усього	19502,3	2954,6	3426,6	753,3	3797,8	470,7	960,8	28911,4	24492,1	14346,5

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Львівська	Хвойні	31519,2	3432,8	3818,6	1914,3	8161,9	221,2	587,4	46222,6	37700,6	22975,2
	У т.ч. сосна	15175,5	1227,6	1358,8	363,4	3285,9	136,2	486,5	20806,4	17236,3	10353,9
	ялина	10843,8	1423,3	1553,7	987,5	3786,6	49,4	59,3	17280,3	13449,2	8585,3
	ялиця	4973,5	713,6	840,4	522,5	927,8	30,6	36,5	7331,3	6376,1	3636,2
	Твердолистяні	38594,4	4674,0	9766,4	761,7	12631,4	689,4	1003,5	63446,8	50106,8	31600,7
	У т.ч. дуб	14701,7	1974,3	2657,7	329,5	3218,8	288,3	462,1	21658,2	18121,8	10775,1
	бук	21829,5	2435,7	6690,9	373,8	8927,9	367,8	479,1	38669,0	29391,2	19273,5
	М’ягколистяні	4197,2	740,9	513,6	123,5	1068,0	67,4	157,1	6126,9	4960,0	3046,0
	У т.ч. береза	1317,7	254,0	205,5	56,2	340,3	19,9	42,9	1982,6	1614,8	985,3
	осика	44,3	8,8	4,4	1,1	19,2	1,1	2,1	72,1	51,6	35,8
	Інші дер. породи	5,4	1,0	0,9	0,3	1,4	0,1	0,3	8,4	6,8	4,1
	Усього	74316,2	8848,8	14099,5	2799,9	21862,7	978,1	1748,2	115804,7	92774,4	57626,0
Миколаїв-ська	Хвойні	1038,5	144,2	178,0	57,4	257,3	11,5	55,7	1598,4	1309,8	793,0
	У т.ч. сосна	1038,3	144,2	178,0	57,3	257,2	11,5	55,7	1598,0	1309,5	792,8
	ялина	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,4	0,3	0,2
	Твердолистяні	2564,1	373,3	505,7	66,2	475,4	101,4	171,8	3884,6	3292,9	1925,3
	У т.ч. дуб	901,6	133,8	186,4	26,5	175,6	24,8	47,2	1362,1	1155,5	676,1
	М’ягколистяні	53,0	9,6	7,9	2,2	13,7	1,1	2,3	80,2	65,0	39,8
	У т.ч. береза	4,0	0,8	0,9	0,3	1,2	0,1	0,2	6,6	5,4	3,3
	осика	1,6	0,3	0,2	0,0	0,7	0,0	0,1	2,7	1,9	1,3
	Інші дер. породи	50,2	10,6	13,0	3,9	15,6	2,6	8,4	93,7	73,1	46,1
	Усього	3705,8	537,7	704,7	129,7	762,0	116,6	238,1	5656,9	4740,9	2804,2

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Одеська	Хвойні	323,8	52,8	64,4	21,6	87,6	5,3	28,7	531,3	427,9	262,9
	У т.ч. сосна	320,5	52,3	63,7	21,1	85,9	5,3	28,6	525,1	423,3	259,8
	ялина	3,3	0,5	0,7	0,5	1,7	0,0	0,0	6,2	4,5	3,1
	Твердолистяні	8604,5	1336,2	1759,7	237,0	1478,6	261,8	417,5	12759,0	10993,2	6333,7
	У т.ч. дуб	6778,1	1072,3	1404,2	193,4	1187,7	179,2	296,6	10039,2	8649,4	4986,1
	М’ягколистяні	579,7	104,2	90,5	26,6	143,8	12,9	23,4	876,9	717,5	435,3
	У т.ч. береза	3,3	0,7	1,0	0,3	1,1	0,1	0,2	5,9	4,8	2,9
	осика	0,6	0,1	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	1,0	0,7	0,5
	Інші дер. породи	113,9	22,8	25,1	7,6	32,7	4,6	13,5	197,4	156,6	97,4
	Усього	9621,9	1516,0	1939,8	292,7	1742,8	284,5	483,1	14364,6	12295,1	7129,3
Полтавська	Хвойні	10821,7	964,2	1089,0	295,7	2369,0	87,2	333,3	14995,9	12434,1	7462,1
	У т.ч. сосна	10815,6	963,3	1088,1	295,1	2366,7	87,2	333,2	14985,8	12426,4	7457,1
	ялина	5,1	0,7	0,8	0,5	1,9	0,0	0,1	8,3	6,5	4,1
	Твердолистяні	11467,6	1640,2	2206,6	279,8	2203,1	240,8	393,1	16791,0	14319,1	8349,8
	У т.ч. дуб	10206,2	1466,0	1967,5	247,1	1957,7	206,0	338,4	14922,9	12734,2	7421,9
	М’ягколистяні	3637,2	671,2	501,8	137,1	1013,6	54,9	123,4	5468,0	4376,2	2718,2
	У т.ч. береза	340,2	68,1	68,4	20,2	95,3	5,0	12,7	541,8	438,7	269,0
	осика	383,7	83,0	43,4	12,4	176,3	6,3	15,2	637,3	451,5	317,0
	Інші дер. породи	27,8	5,6	5,9	1,7	7,8	3,7	6,9	53,8	41,4	26,3
	Усього	25954,3	3281,2	3803,3	714,3	5593,5	386,6	856,7	37308,7	31170,9	18556,5

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Рівненська	Хвойні	43887,3	3846,9	4427,0	1215,2	10380,7	437,4	1669,8	62017,3	50670,6	30842,5
	У т.ч. сосна	43450,2	3784,3	4356,4	1172,1	10220,2	434,3	1666,0	61299,2	50115,7	30486,0
	ялина	424,4	60,8	68,5	41,8	155,8	3,0	3,7	697,2	538,7	346,2
	ялиця	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
	Твердолистяні	8155,2	1101,9	1440,3	174,0	1679,1	186,3	280,8	11915,8	10040,3	5925,8
	У т.ч. дуб	7301,0	992,8	1273,2	151,8	1493,5	170,9	253,7	10644,2	8972,5	5293,3
	бук	39,9	4,7	7,8	1,1	17,6	0,5	0,9	67,7	49,6	33,8
	М’ягколистяні	12076,1	2278,9	1836,9	495,5	3254,5	193,9	471,3	18328,1	14779,9	9106,0
	У т.ч. береза	6762,6	1361,5	1290,1	374,5	1864,6	107,3	266,7	10665,8	8635,7	5295,5
	осика	185,9	38,2	19,6	4,7	80,5	3,7	7,7	302,2	216,6	150,3
	Інші дер. породи	6,1	1,3	1,3	0,4	1,8	0,4	0,8	10,7	8,5	5,3
	Усього	64124,6	7229,0	7705,5	1885,0	15316,1	818,0	2422,7	92272,0	75499,1	45879,7
Сумська	Хвойні	24538,7	1842,2	2063,0	546,7	5380,7	177,5	613,2	33319,8	27579,3	16593,0
	У т.ч. сосна	24191,3	1793,8	2007,4	512,4	5252,2	175,8	611,1	32750,1	27139,7	16310,1
	ялина	311,0	44,0	51,2	31,8	118,3	1,4	1,9	515,6	395,9	256,0
	Твердолистяні	25542,7	3410,9	4460,6	515,6	5245,4	445,9	645,9	36856,1	31154,0	18347,7
	У т.ч. дуб	23485,7	3128,0	4052,6	450,6	4750,2	414,9	590,0	33744,1	28574,3	16799,3
	М’ягколистяні	5018,6	953,2	728,8	191,2	1426,9	62,3	148,5	7576,2	6056,5	3768,0
	У т.ч. береза	1991,0	394,8	343,9	94,8	536,4	24,8	58,8	3049,7	2476,5	1515,9
	осика	581,9	121,3	59,8	15,6	258,4	8,9	20,0	944,6	673,5	470,1
	Інші дер. породи	11,8	2,5	2,5	0,7	3,5	0,3	0,7	19,4	15,6	9,6
	Усього	55111,8	6208,9	7254,8	1254,2	12056,5	685,9	1408,3	77771,6	64805,1	38718,4

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Тернопільська	Хвойні	2840,0	289,5	323,7	130,5	718,5	22,5	68,6	4103,7	3344,3	2040,8
	У т.ч. сосна	2066,7	179,1	207,2	58,6	446,1	16,8	62,0	2857,4	2375,3	1421,8
	ялина	520,1	77,8	85,4	53,4	199,4	3,1	4,0	865,4	663,1	429,7
	ялиця	1,4	0,2	0,4	0,2	0,3	0,0	0,0	2,3	2,0	1,1
	Твердолистяні	16396,3	2132,2	3458,9	356,2	4025,1	319,3	495,0	25050,8	20682,4	12466,9
	У т.ч. дуб	10992,7	1493,0	2005,6	244,2	2370,8	215,3	346,6	16175,3	13566,5	8047,3
	бук	2543,3	281,3	879,8	41,6	1018,0	53,2	63,5	4599,4	3533,7	2291,8
	М’ягколистяні	537,9	99,6	75,8	19,8	137,4	7,8	16,7	795,4	647,3	395,5
	У т.ч. береза	353,0	66,9	51,9	14,0	89,2	5,0	10,5	523,7	427,7	260,4
	осика	6,0	1,1	0,6	0,1	2,5	0,2	0,3	9,6	7,0	4,8
	Інші дер. породи	14,8	3,2	3,8	1,1	4,8	0,2	0,9	25,5	20,3	12,7
	Усього	19789,0	2524,5	3862,2	507,5	4885,7	349,9	581,1	29975,4	24694,2	14915,8
Харківська	Хвойні	13901,6	1183,5	1332,5	358,2	3011,5	112,1	415,0	19130,9	15878,3	9521,2
	У т.ч. сосна	13895,5	1182,7	1331,6	357,7	3009,6	112,1	415,0	19121,4	15870,8	9516,5
	ялина	5,6	0,7	0,7	0,5	1,8	0,0	0,0	8,6	6,8	4,3
	Твердолистяні	23642,0	3516,7	4595,4	607,4	4536,8	497,9	796,8	34676,3	29591,7	17243,1
	У т.ч. дуб	21997,6	3282,4	4261,7	558,7	4214,9	448,9	716,3	32198,1	27490,4	16012,8
	М’ягколистяні	1885,5	350,8	258,6	70,0	562,9	30,2	65,6	2872,8	2268,0	1428,1
	У т.ч. береза	229,5	46,9	49,6	14,7	66,4	3,2	9,2	372,7	300,6	185,0
	осика	406,8	85,5	44,5	11,6	181,0	7,0	15,8	666,7	475,7	331,6
	Інші дер. породи	16,4	3,4	3,6	1,1	4,8	0,7	1,8	28,4	22,5	14,0
	Усього	39445,5	5054,3	6190,2	1036,6	8116,1	640,9	1279,3	56708,5	47760,6	28206,4

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Херсонська	Хвойні	3211,1	476,2	579,0	174,6	920,3	39,1	200,9	5125,0	4092,5	2541,7
	У т.ч. сосна	3211,1	476,2	579,0	174,6	920,3	39,1	200,9	5125,0	4092,5	2541,7
	Твердолистяні	1238,7	173,8	207,9	21,1	202,5	58,7	74,5	1803,5	1546,0	894,0
	У т.ч. дуб	73,3	12,3	16,1	2,8	16,1	2,5	5,3	116,3	96,6	57,6
	М’ягколистяні	766,9	129,0	134,7	47,2	187,1	17,2	29,4	1182,4	975,5	586,5
	У т.ч. береза	22,3	4,7	7,1	2,6	7,1	0,7	2,4	42,2	33,7	20,8
	осика	1,4	0,3	0,2	0,1	0,6	0,0	0,1	2,4	1,8	1,2
	Інші дер. породи	32,1	6,3	8,4	3,0	9,2	3,5	8,2	64,5	50,1	31,5
	Усього	5248,8	785,3	930,0	245,9	1319,1	118,6	313,0	8175,4	6664,2	4053,8
Хмельни-цька	Хвойні	9547,9	824,8	926,5	313,7	2277,3	75,1	254,3	13394,7	10967,8	6665,2
	У т.ч. сосна	8456,3	660,2	737,8	195,8	1841,9	70,0	247,2	11548,9	9562,5	5748,8
	ялина	917,3	137,6	158,8	99,2	366,3	4,5	6,1	1552,1	1181,5	770,6
	Твердолистяні	17530,5	2296,4	3217,2	361,8	3798,2	322,6	487,1	25717,5	21578,9	12800,1
	У т.ч. дуб	13721,2	1836,6	2401,0	286,1	2968,4	255,8	390,6	20023,1	16782,7	9964,9
	бук	151,3	17,7	54,8	3,2	62,1	2,5	3,8	277,8	213,0	138,4
	М’ягколистяні	2573,7	467,5	334,0	85,9	645,9	38,4	80,0	3758,0	3060,5	1868,8
	У т.ч. береза	1675,0	314,6	237,8	64,7	414,8	25,1	47,8	2465,2	2019,0	1225,7
	осика	38,2	7,6	3,8	0,9	16,4	0,7	1,4	61,4	44,1	30,6
	Інші дер. породи	8,2	1,7	1,7	0,5	2,4	0,2	0,7	13,7	10,9	6,8
	Усього	29660,3	3590,4	4479,5	761,9	6723,8	436,4	822,0	42883,9	35618,2	21340,9

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуг-лець, тис. т
		стовбур	кора стов-бура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Черкаська	Хвойні	11596,6	961,2	1098,4	300,6	2492,6	89,0	324,9	15902,0	13220,4	7915,3
	У т.ч. сосна	11561,4	956,4	1093,1	297,4	2480,4	88,8	324,6	15845,7	13176,4	7887,3
	ялина	30,3	4,2	4,6	2,8	10,7	0,2	0,2	48,9	37,9	24,3
	Твердолистяні	24770,1	3286,0	4372,9	502,1	5041,7	460,5	677,6	35824,9	30306,3	17830,4
	У т.ч. дуб	20432,1	2711,6	3600,2	408,2	4136,7	353,5	525,9	29456,6	24950,9	14663,9
	М’ягколистяні	1423,7	259,2	198,2	50,5	376,3	17,9	44,5	2111,1	1707,2	1049,9
	У т.ч. береза	222,9	45,1	41,5	11,5	62,2	2,9	7,8	348,8	281,8	173,3
	осика	32,7	7,0	3,4	0,9	14,9	0,5	1,3	53,8	38,0	26,7
	Інші дер. породи	30,7	6,4	6,1	1,7	8,8	2,2	4,6	54,1	42,3	26,7
	Усього	37821,0	4512,8	5675,6	854,9	7919,5	569,5	1051,6	53892,1	45276,0	26822,2
Чернівецька	Хвойні	13676,5	1849,0	1938,9	1224,2	3871,5	76,1	86,3	20873,6	16936,0	10367,5
	У т.ч. сосна	139,7	12,3	14,0	3,9	29,9	1,1	4,0	192,7	160,4	95,9
	ялина	8948,8	1211,7	1265,7	796,2	3061,8	43,3	51,0	14166,8	11066,5	7038,9
	ялиця	4580,5	624,0	658,1	423,4	777,2	31,7	31,3	6502,2	5699,8	3226,8
	Твердолистяні	15903,4	1891,6	4190,3	295,7	5233,0	260,0	352,3	26234,8	20747,6	13072,0
	У т.ч. дуб	4824,1	650,0	850,4	102,3	1054,9	87,8	132,1	7051,6	5904,3	3509,7
	бук	10347,2	1150,9	3193,7	176,8	4019,3	157,9	198,2	18093,1	13927,3	9019,9
	М’ягколистяні	310,6	56,6	44,2	11,6	81,7	4,3	9,4	461,7	374,1	229,6
	У т.ч. береза	135,7	25,9	21,3	5,8	35,1	1,6	3,8	203,5	165,8	101,2
	осика	11,2	2,2	1,1	0,3	5,0	0,2	0,5	18,3	13,0	9,1
	Інші дер. породи	32,8	7,0	7,3	2,1	10,0	0,9	2,9	56,0	44,3	27,7
	Усього	29923,2	3804,2	6180,8	1533,5	9196,2	341,4	450,9	47626,0	38101,9	23696,7

Продовження додатку 2

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за фракціям, тис. т сухої речовини									Вуглець, тис. т
		стовбур	кора стовбура	гілки крони	листя (хвоя)	корені	підріст / підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної	
Чернігів-ська	Хвойні	57282,8	4141,7	4636,3	1212,0	12382,2	453,7	1542,2	77509,2	64219,8	38594,2
	У т.ч. сосна	56801,4	4071,5	4557,6	1163,1	12200,1	451,2	1538,7	76712,0	63607,3	38198,4
	ялина	467,4	68,4	77,0	47,9	178,0	2,5	3,5	776,1	595,8	385,4
	Твердолистяні	14309,0	1910,1	2501,1	291,0	2958,8	280,6	425,7	20766,3	17510,4	10333,3
	У т.ч. дуб	13500,1	1800,4	2340,9	266,8	2769,2	266,2	399,7	19542,9	16494,0	9724,8
	М’ягколистяні	11857,8	2239,0	1728,7	455,2	3297,1	154,3	361,8	17854,8	14330,6	8878,8
	У т.ч. береза	6011,7	1194,8	1048,3	289,4	1625,7	77,7	189,3	9242,0	7498,4	4593,2
	осика	1083,3	226,5	111,2	29,0	482,1	16,3	37,4	1759,3	1253,6	875,5
	Інші дер.породи	52,0	9,7	6,2	1,7	11,9	10,7	16,4	98,8	75,6	47,9
	Усього	83501,5	8300,5	8872,2	1959,9	18649,9	899,4	2346,1	116229,0	96136,2	57854,2
У цілому в Україні	Хвойні	464761,7	43678,5	48619,5	18293,1	113565,2	3666,0	12205,7	661111,2	540343,4	328847,4
	У т.ч. сосна	363782,3	30098,0	33944,8	9072,1	80997,1	3144,8	11601,6	502542,7	414801,4	250080,4
	ялина	85832,3	11467,4	12308,4	7734,7	29674,4	420,1	493,7	136463,6	106416,3	67799,4
	ялиця	13927,6	1950,0	2204,3	1386,5	2505,5	90,9	99,7	20214,7	17631,9	10028,5
	Твердолистяні	463383,3	61554,6	108459,2	10171,2	119597,0	9598,6	14011,4	725220,7	595738,4	360921,3
	У т.ч. дуб	279507,6	39757,9	51745,8	6511,7	55875,2	5967,6	9125,6	408733,6	346505,2	203286,6
	бук	131164,5	14692,4	46277,9	2375,6	53687,3	2157,1	2701,2	238363,6	182678,6	118820,1
	М’ягколистяні	89699,2	16660,9	13061,6	3493,2	24145,6	1332,0	3070,9	134802,5	108721,9	67006,4
	У т.ч. береза	42467,3	8408,9	7486,9	2110,9	11430,3	603,7	1438,1	65537,2	53206,7	32561,0
	осика	4246,7	876,6	440,6	111,7	1863,0	73,8	157,7	6893,6	4929,5	3429,6
	Інші дер. породи	1306,8	269,0	297,2	90,1	381,4	89,5	204,6	2369,6	1859,1	1165,6
	Усього	**1019151,0**	**122162,9**	**170437,5**	**32047,7**	**257689,1**	**14686,1**	**29492,6**	**1523504,0**	**1246662,8**	**757940,7**

Додаток 3

Фітомаса лісів України за областями, основним лісотвірними породами та групами віку

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
АР Крим	Хвойні	178,8	2035,7	2047,1	356,6	383,8	447,1	5449,0	2705,0	4,47	0,334
	У т.ч. сосна	178,8	2035,0	2046,9	356,6	383,8	447,1	5448,2	2704,6	4,47	0,334
	ялина	0,0	0,7	0,2	0,0	0,0	0,0	0,9	0,4	5,06	0,334
	Твердолистяні	1,8	28,3	5985,3	3673,4	9586,8	8605,5	27881,1	13813,8	5,65	0,389
	У т.ч. дуб	0,5	11,8	1023,4	1528,5	6023,7	4318,1	12905,9	6368,8	3,63	0,302
	бук	0,0	3,9	4887,9	1899,4	2235,5	2598,7	11625,4	5785,7	14,75	0,558
	М’якколистяні	0,3	0,1	13,0	9,8	57,1	172,8	253,2	125,9	7,15	0,318
	У т.ч. береза	0,0	0,1	6,2	0,0	0,0	0,0	6,3	3,1	2,16	0,465
	осика	0,1	0,0	0,2	1,9	35,2	143,3	180,7	89,9	7,97	0,294
	Інші дер. породи	10,3	39,4	105,8	116,5	120,6	115,5	508,1	249,7	1,62	0,476
	Усього	191,2	2103,5	8151,2	4156,3	10148,4	9340,9	34091,4	16894,4	5,24	0,379
Вінницька	Хвойні	52,1	651,1	1133,6	692,3	215,7	8,6	2753,5	1368,9	6,96	0,304
	У т.ч. сосна	33,4	336,7	770,3	542,5	155,0	7,3	1845,2	917,9	6,54	0,303
	ялина	18,5	307,6	343,3	144,4	60,0	1,3	875,2	434,6	8,10	0,307
	Твердолистяні	606,3	5137,3	30653,1	9095,8	7892,3	1314,7	54699,5	27229,6	9,14	0,422
	У т.ч. дуб	577,6	4736,4	29977,6	7347,8	4168,9	244,1	47052,4	23422,4	9,06	0,422
	бук	0,1	2,6	15,8	8,0	1,3	0,0	27,8	13,9	11,23	0,490
	М’якколистяні	7,1	22,6	353,3	106,2	409,0	248,0	1146,3	570,1	7,08	0,376
	У т.ч. береза	0,9	8,0	132,6	31,0	181,3	158,1	511,9	254,5	8,08	0,397
	осика	0,8	1,0	1,9	7,1	3,9	7,3	21,9	10,9	5,55	0,306
	Інші дер. породи	1,8	3,1	15,4	10,1	1,1	1,4	32,8	16,2	2,36	0,454
	Усього	667,3	5814,1	32155,4	9904,4	8518,2	1572,7	58632,1	29184,8	8,94	0,414

Продовження додатку 3

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Волинська	Хвойні	475,3	6783,6	27112,0	15597,2	2061,4	77,6	52107,2	25923,0	6,95	0,302
	У т.ч. сосна	444,0	6487,3	26891,4	15377,3	1948,4	75,8	51224,2	25484,5	6,96	0,302
	ялина	31,0	282,0	220,4	218,6	112,9	1,8	866,7	430,4	6,43	0,301
	Твердолистяні	210,5	1940,2	8909,9	1391,1	1259,5	423,3	14134,5	7030,5	7,41	0,421
	У т.ч. дуб	198,1	1858,6	8711,6	1141,3	1080,2	403,9	13393,7	6662,0	7,43	0,420
	бук	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	3,04	0,537
	М’ягколистяні	193,2	807,7	9510,6	5455,8	2699,5	229,7	18896,6	9393,3	5,60	0,374
	У т.ч. береза	131,4	460,7	4043,3	2558,7	819,1	41,9	8055,0	4000,5	5,75	0,425
	осика	4,1	10,1	16,2	54,9	157,0	23,4	265,6	132,1	5,71	0,307
	Інші дер. породи	0,1	0,0	7,2	1,5	0,0	1,6	10,3	5,1	2,43	0,463
	Усього	879,1	9531,6	45539,7	22445,6	6020,3	732,2	85148,5	42351,9	6,66	0,332
Дніпропетров-ська	Хвойні	88,5	1387,5	1848,6	29,7	0,6	0,7	3355,5	1667,1	4,72	0,293
	У т.ч. сосна	88,5	1387,3	1847,8	29,7	0,6	0,7	3354,6	1666,7	4,72	0,293
	ялина	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	9,76	0,305
	Твердолистяні	27,7	987,8	3278,0	944,0	2989,1	1201,6	9428,3	4679,8	5,29	0,398
	У т.ч. дуб	20,1	885,5	2808,9	293,1	349,9	45,4	4402,9	2185,6	5,13	0,376
	М’ягколистяні	0,1	0,9	88,1	76,7	464,7	1237,4	1867,9	927,2	9,10	0,415
	У т.ч. береза	0,0	0,2	5,2	0,5	0,0	0,0	5,9	2,9	3,83	0,478
	осика	0,0	0,0	16,9	0,8	0,0	0,0	17,7	8,8	7,35	0,352
	Інші дер. породи	3,4	4,7	34,2	15,2	14,9	30,5	103,0	50,2	1,32	0,548
	Усього	119,8	2380,9	5248,8	1065,5	3469,3	2470,3	14754,6	7324,3	5,32	0,370

Продовження додатку 3

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Донецька	Хвойні	119,6	615,2	2817,2	123,3	73,0	0,0	3748,3	1863,5	5,52	0,299
	У т.ч. сосна	119,4	614,3	2817,2	123,3	73,0	0,0	3747,2	1863,0	5,52	0,299
	ялина	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	4,00	0,333
	Твердолистяні	40,7	1598,5	6631,3	2278,1	2392,0	795,0	13735,5	6817,1	5,52	0,375
	У т.ч. дуб	28,6	1509,5	6067,0	1187,6	1171,9	252,9	10217,4	5072,0	5,61	0,364
	М’ягколистяні	4,2	15,4	204,6	107,4	278,1	328,0	937,7	466,0	7,96	0,380
	У т.ч. береза	2,0	9,9	89,8	35,6	15,1	0,0	152,4	75,6	6,18	0,445
	осика	0,0	0,1	3,7	3,2	15,0	37,9	59,9	29,8	8,18	0,304
	Інші дер. породи	0,1	2,3	42,9	21,3	21,3	18,1	105,8	51,9	1,52	0,501
	Усього	164,6	2231,3	9696,1	2530,0	2764,3	1141,1	18527,3	9198,5	5,52	0,358
Житомирська	Хвойні	1100,4	9032,5	39550,3	26713,4	12385,8	317,2	89099,6	44337,9	7,51	0,306
	У т.ч. сосна	1082,5	8561,9	39090,7	26618,8	12281,1	311,2	87946,2	43765,1	7,51	0,306
	ялина	17,4	470,6	453,8	94,3	97,9	2,2	1136,2	564,3	7,88	0,301
	Твердолистяні	323,2	1990,8	22405,9	3654,3	5908,6	651,3	34934,0	17385,7	8,88	0,418
	У т.ч. дуб	312,8	1940,6	22184,2	3211,8	5514,2	578,2	33741,8	16792,4	8,90	0,418
	бук	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,5	11,14	0,514
	М’ягколистяні	195,2	1031,2	8190,0	8159,6	8555,9	782,8	26914,7	13380,2	6,67	0,389
	У т.ч. береза	158,1	864,8	6060,1	6737,8	5722,9	188,1	19731,8	9806,0	6,77	0,412
	осика	11,6	33,2	27,2	131,5	605,3	356,7	1165,5	579,9	6,86	0,298
	Інші дер. породи	0,0	0,5	3,1	0,3	4,3	2,1	10,4	5,1	2,55	0,439
	Усього	1618,8	12055,0	70149,3	38527,5	26854,7	1753,5	150958,7	75109,0	7,61	0,340

Продовження додатку З

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Закарпатська	Хвойні	388,4	3479,3	22953,3	8109,5	6444,4	2025,6	43400,5	21565,2	11,92	0,299
	У т.ч. сосна	0,6	11,1	62,6	23,5	3,1	3,3	104,2	51,9	8,17	0,298
	ялина	299,9	3293,4	22308,6	7666,4	5964,7	1599,3	41132,2	20439,4	12,17	0,301
	ялиця	85,2	173,2	509,6	378,1	473,1	421,1	2040,4	1012,4	8,63	0,251
	Твердолистяні	863,5	4755,9	70240,2	19440,4	24923,0	21931,7	142154,7	70869,3	16,71	0,506
	У т.ч. дуб	119,8	907,7	5930,1	1931,9	1600,3	106,0	10595,8	5276,4	10,74	0,422
	бук	693,5	3621,6	63705,4	16961,2	22568,3	21324,1	128874,1	64256,1	17,78	0,517
	М’ягколистяні	0,4	14,4	116,9	49,7	90,4	41,7	313,5	155,9	7,38	0,393
	У т.ч. береза	0,3	11,9	90,5	31,4	22,9	0,4	157,3	78,2	6,73	0,423
	осика	0,1	1,4	3,2	3,0	1,3	0,9	9,8	4,9	4,22	0,324
	Інші дер. породи	38,6	65,6	177,7	12,8	21,9	7,8	324,4	161,0	5,57	0,460
	Усього	1291,0	8315,2	93488,1	27612,4	31479,7	24006,8	186193,1	92751,3	15,20	0,436
Запорізька	Хвойні	73,1	445,6	179,3	0,2	0,0	0,0	698,3	345,9	2,79	0,310
	У т.ч. сосна	73,1	445,6	179,3	0,2	0,0	0,0	698,3	345,9	2,79	0,310
	Твердолистяні	31,0	333,3	858,8	345,7	793,8	960,7	3323,3	1642,5	3,17	0,424
	У т.ч. дуб	13,1	242,0	581,1	19,4	15,7	1,0	872,2	432,0	3,60	0,394
	М’ягколистяні	0,7	9,4	75,9	99,2	263,1	705,0	1153,3	571,6	9,36	0,442
	У т.ч. береза	0,0	8,6	14,5	0,3	0,0	0,0	23,3	11,5	4,32	0,545
	осика	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,2	5,69	0,356
	Інші дер. породи	2,1	9,4	28,0	19,5	37,3	23,7	120,2	58,6	1,34	0,569
	Усього	106,9	797,8	1142,0	464,6	1094,2	1689,4	5295,0	2618,6	3,51	0,410

Продовження додатку 3

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Івано-Франківська	Хвойні	521,2	8884,5	34229,0	10635,2	6646,3	795,2	61711,4	30655,2	9,09	0,297
	У т.ч. сосна	6,0	371,6	492,9	56,4	36,9	12,4	976,2	485,5	6,63	0,291
	ялина	386,7	8154,6	31993,3	9386,1	5783,8	609,0	56313,5	27976,4	9,37	0,301
	ялиця	128,1	356,9	1726,0	1171,0	808,6	147,8	4338,4	2151,9	6,99	0,253
	Твердолистяні	426,7	3811,4	30205,1	7937,1	4719,5	1307,5	48407,3	24111,5	11,30	0,477
	У т.ч. дуб	252,9	2230,9	6833,4	620,2	219,3	63,9	10220,6	5081,3	6,57	0,417
	бук	159,5	1460,7	22448,4	6834,1	4054,8	1169,8	36127,2	18006,1	14,94	0,499
	М’ягколистяні	9,0	39,9	800,2	570,1	379,9	67,9	1866,9	927,4	6,38	0,398
	У т.ч. береза	7,0	23,1	383,2	383,4	140,3	5,3	942,3	468,1	7,32	0,421
	осика	1,0	5,1	6,3	8,9	26,8	8,4	56,6	28,1	4,65	0,318
	Інші дер. породи	0,7	6,3	67,6	45,2	51,9	0,3	171,8	84,4	1,46	0,488
	Усього	957,5	12742,0	65301,8	19187,5	11797,7	2170,9	112157,5	55778,4	9,77	0,357
Київська	Хвойні	568,0	7603,8	38864,9	17244,4	6437,7	371,5	71090,4	35389,3	8,34	0,299
	У т.ч. сосна	565,2	7546,9	38769,5	17207,6	6406,0	365,2	70860,5	35275,1	8,34	0,299
	ялина	2,7	55,5	90,1	36,8	23,3	1,1	209,5	104,1	8,37	0,296
	ялиця	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	1,84	0,306
	Твердолистяні	223,4	1898,9	17758,4	3697,9	3258,1	908,8	27745,5	13809,3	8,79	0,416
	У т.ч. дуб	189,0	1480,3	16965,8	2562,8	1258,6	295,0	22751,5	11324,5	8,95	0,414
	бук	0,0	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0	0,8	0,4	9,61	0,534
	М’ягколистяні	49,4	379,6	5067,2	2709,5	2623,5	476,3	11305,4	5620,4	6,50	0,382
	У т.ч. береза	26,2	244,6	2847,6	1630,8	1023,6	25,2	5797,9	2880,7	6,71	0,420
	осика	4,7	28,3	33,7	67,3	280,8	82,5	497,4	247,4	6,30	0,305
	Інші дер. породи	5,3	2,8	19,5	28,6	26,9	11,3	94,4	46,7	3,37	0,441
	Усього	846,1	9885,0	61710,0	23680,5	12346,2	1767,9	110235,6	54865,8	8,20	0,330

Продовження додатку З

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Кіровоград-ська	Хвойні	28,5	461,7	445,4	27,6	0,4	0,0	963,7	479,0	5,32	0,291
	У т.ч. сосна	28,5	461,2	443,1	27,6	0,4	0,0	960,7	477,5	5,31	0,291
	ялина	0,0	0,3	2,4	0,0	0,0	0,0	2,7	1,3	8,35	0,301
	Твердолистяні	152,7	1212,6	12697,3	1794,3	1836,6	938,7	18632,2	9268,4	7,74	0,408
	У т.ч. дуб	96,3	907,5	11896,1	1078,0	599,2	382,0	14959,2	7443,2	8,41	0,403
	М’ягколистяні	0,9	5,5	103,2	27,4	82,6	63,7	283,3	140,7	6,78	0,404
	У т.ч. береза	0,2	2,1	1,9	0,1	0,0	0,0	4,4	2,2	2,83	0,499
	осика	0,3	0,2	3,8	5,5	12,3	2,5	24,6	12,2	6,36	0,318
	Інші дер. породи	1,6	10,2	29,2	7,1	2,5	0,2	50,8	25,0	1,41	0,503
	Усього	183,7	1690,1	13275,1	1856,4	1922,0	1002,6	19930,0	9913,0	7,48	0,400
Луганська	Хвойні	184,4	2964,2	7850,5	863,1	143,2	4,4	12009,7	5972,7	6,13	0,294
	У т.ч. сосна	184,4	2964,1	7850,5	863,1	143,2	4,4	12009,6	5972,6	6,13	0,294
	ялина	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	2,80	0,311
	Твердолистяні	33,0	1036,6	5731,1	3064,5	3218,4	1334,0	14417,6	7141,2	4,42	0,336
	У т.ч. дуб	19,8	766,9	5161,4	1991,0	2031,6	715,1	10685,7	5293,0	4,43	0,315
	М’ягколистяні	6,1	42,4	583,0	506,1	478,0	755,6	2371,1	1177,1	7,11	0,402
	У т.ч. береза	2,7	27,7	313,8	294,7	59,3	0,1	698,2	346,2	6,10	0,448
	осика	0,4	3,0	5,0	24,7	23,4	5,7	62,2	30,9	6,89	0,327
	Інші дер. породи	1,2	7,6	57,0	24,0	14,4	8,8	113,0	55,5	1,68	0,514
	Усього	224,6	4050,8	14221,5	4457,7	3854,0	2102,7	28911,4	14346,5	5,15	0,322

Продовження додатку 3

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Львівська	Хвойні	704,9	5870,5	22131,1	12205,3	4988,4	322,4	46222,6	22975,2	8,47	0,293
	У т.ч. сосна	261,4	2466,2	9836,1	6989,5	1241,1	12,1	20806,4	10353,9	7,80	0,301
	ялина	194,8	2530,7	8593,1	3115,2	2711,8	134,6	17280,3	8585,3	10,51	0,303
	ялиця	242,8	858,8	3447,3	1794,3	929,1	59,0	7331,3	3636,2	7,15	0,256
	Твердолистяні	558,9	5112,8	34338,2	12794,2	9382,4	1260,2	63446,8	31600,7	11,30	0,471
	У т.ч. дуб	315,4	3579,3	14053,5	2391,1	1184,0	135,0	21658,2	10775,1	8,04	0,425
	бук	186,2	1197,4	19413,3	9467,2	7443,8	961,0	38669,0	19273,5	15,24	0,504
	М’ягколистяні	12,2	138,6	2474,6	1724,1	1590,8	186,6	6126,9	3046,0	5,74	0,366
	У т.ч. береза	2,4	21,7	646,0	696,1	580,3	36,0	1982,6	985,3	7,10	0,408
	осика	0,3	2,8	8,7	11,5	28,2	20,7	72,1	35,8	5,27	0,304
	Інші дер. породи	0,0	0,5	2,1	2,1	1,4	2,2	8,4	4,1	3,95	0,422
	Усього	1276,0	11122,5	58946,0	26725,8	15963,1	1771,4	115804,7	57626,0	9,54	0,375
Миколаївська	Хвойні	86,4	1108,8	403,3	0,0	0,0	0,0	1598,4	793,0	3,60	0,300
	У т.ч. сосна	86,4	1108,6	403,1	0,0	0,0	0,0	1598,0	792,8	3,60	0,300
	ялина	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,2	5,21	0,316
	Твердолистяні	29,9	406,2	1589,0	684,8	802,8	371,9	3884,6	1925,3	3,88	0,425
	У т.ч. дуб	17,6	302,7	993,4	26,5	17,5	4,3	1362,1	676,1	4,75	0,411
	М’ягколистяні	0,3	2,2	16,6	7,7	27,5	25,8	80,2	39,8	6,10	0,399
	У т.ч. береза	0,0	1,2	2,1	2,8	0,5	0,0	6,6	3,3	5,14	0,441
	осика	0,0	0,3	0,5	0,0	0,9	1,0	2,7	1,3	6,22	0,314
	Інші дер. породи	3,4	19,7	45,6	5,2	9,2	10,7	93,7	46,1	1,60	0,496
	Усього	120,0	1536,9	2054,6	697,7	839,5	408,4	5656,9	2804,2	3,73	0,380

Продовження додатку З

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Одеська	Хвойні	78,0	353,6	92,2	7,4	0,1	0,0	531,3	262,9	2,15	0,315
	У т.ч. сосна	77,8	348,7	91,1	7,4	0,1	0,0	525,1	259,8	2,14	0,315
	ялина	0,1	4,9	1,1	0,0	0,0	0,0	6,2	3,1	6,43	0,331
	Твердолистяні	81,5	899,2	7744,6	964,1	2006,5	1063,0	12759,0	6333,7	5,48	0,384
	У т.ч. дуб	72,6	813,6	7109,9	469,0	1269,7	304,4	10039,2	4986,1	6,01	0,375
	М’ягколистяні	1,2	5,2	166,5	95,4	87,4	521,2	876,9	435,3	7,20	0,412
	У т.ч. береза	0,7	1,6	3,6	0,0	0,0	0,0	5,9	2,9	3,49	0,483
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,5	5,15	0,312
	Інші дер. породи	2,6	19,4	89,7	22,8	10,4	52,5	197,4	97,4	2,22	0,465
	Усього	163,3	1277,4	8093,0	1089,8	2104,5	1636,7	14364,6	7129,3	5,16	0,384
Полтавська	Хвойні	168,2	1635,5	11646,3	1325,4	220,6	0,0	14995,9	7462,1	7,52	0,294
	У т.ч. сосна	167,8	1632,2	11642,6	1322,6	220,6	0,0	14985,8	7457,1	7,53	0,294
	ялина	0,5	2,8	2,4	2,8	0,0	0,0	8,3	4,1	5,03	0,305
	Твердолистяні	101,5	907,5	12809,4	1072,6	1331,1	568,9	16791,0	8349,8	7,63	0,396
	У т.ч. дуб	81,6	758,9	12368,8	688,8	782,9	241,9	14922,9	7421,9	7,89	0,393
	М’ягколистяні	26,3	203,0	1570,3	897,8	1794,5	976,2	5468,0	2718,2	7,16	0,374
	У т.ч. береза	3,5	28,8	301,3	93,1	113,3	1,9	541,8	269,0	6,63	0,430
	осика	9,1	68,3	114,8	119,3	236,4	89,5	637,3	317,0	6,45	0,318
	Інші дер. породи	3,6	4,0	12,9	6,5	6,3	20,5	53,8	26,3	1,32	0,515
	Усього	299,6	2750,0	26038,8	3302,2	3352,5	1565,6	37308,7	18556,5	7,46	0,345

Продовження додатку З

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Рівненська	Хвойні	807,2	9438,7	28150,4	15956,3	7473,7	191,0	62017,3	30842,5	6,40	0,308
	У т.ч. сосна	797,6	9090,9	28023,6	15874,4	7335,3	177,3	61299,2	30486,0	6,40	0,308
	ялина	9,3	339,3	119,7	76,8	138,4	13,7	697,2	346,2	6,69	0,304
	ялиця	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	4,46	0,319
	Твердолистяні	134,2	1429,8	6580,9	1241,1	2092,9	436,8	11915,8	5925,8	7,41	0,425
	У т.ч. дуб	131,6	1339,0	6239,5	735,0	1801,5	397,7	10644,2	5293,3	7,36	0,425
	бук	0,0	23,9	43,9	0,0	0,0	0,0	67,7	33,8	12,67	0,497
	М’ягколистяні	139,8	510,9	8558,9	5159,7	3651,8	307,1	18328,1	9106,0	5,67	0,387
	У т.ч. береза	96,1	355,1	5212,4	3225,3	1686,2	90,6	10665,8	5295,5	5,78	0,426
	осика	3,6	4,3	18,4	56,3	183,0	36,5	302,2	150,3	6,13	0,308
	Інші дер. породи	0,0	0,1	6,6	1,5	0,3	2,2	10,7	5,3	1,99	0,471
	Усього	1081,2	11379,6	43296,8	22358,6	13218,6	937,2	92272,0	45879,7	6,35	0,334
Сумська	Хвойні	163,1	2070,1	16034,4	12410,5	2597,1	44,5	33319,8	16593,0	9,99	0,302
	У т.ч. сосна	151,5	1805,5	15892,3	12350,8	2505,5	44,5	32750,1	16310,1	10,04	0,302
	ялина	11,5	262,1	129,7	47,5	64,7	0,0	515,6	256,0	7,59	0,301
	Твердолистяні	287,4	2631,2	21723,3	9141,3	2553,4	519,5	36856,1	18347,7	9,78	0,415
	У т.ч. дуб	153,4	1973,0	21281,1	8218,0	1812,4	306,1	33744,1	16799,3	9,94	0,414
	М’ягколистяні	43,5	292,7	3436,0	1450,0	1805,6	548,5	7576,2	3768,0	6,94	0,375
	У т.ч. береза	19,8	123,2	1487,8	622,0	748,7	48,2	3049,7	1515,9	7,10	0,414
	осика	14,3	63,4	122,6	211,9	363,5	168,8	944,6	470,1	6,48	0,305
	Інші дер. породи	0,4	0,7	8,4	8,1	0,9	1,0	19,4	9,6	3,50	0,440
	Усього	494,4	4994,7	41202,1	23009,9	6957,0	1113,5	77771,6	38718,4	9,48	0,354

Продовження додатку З

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Тернопільська	Хвойні	52,0	1011,5	1918,4	783,6	328,2	10,0	4103,7	2040,8	7,06	0,297
	У т.ч. сосна	29,7	699,9	1337,8	525,0	264,9	0,0	2857,4	1421,8	7,45	0,296
	ялина	21,3	305,5	487,9	47,5	3,3	0,0	865,4	429,7	6,29	0,302
	ялиця	0,0	2,0	0,2	0,0	0,0	0,0	2,3	1,1	4,96	0,299
	Твердолистяні	304,2	2613,1	13888,5	4889,4	2849,8	505,9	25050,8	12466,9	8,46	0,438
	У т.ч. дуб	230,4	2158,6	11971,3	1354,3	329,0	131,7	16175,3	8047,3	7,71	0,423
	бук	49,1	158,1	970,4	2317,3	1087,2	17,3	4599,4	2291,8	13,43	0,505
	М’ягколистяні	1,5	17,1	201,8	260,1	286,2	28,6	795,4	395,5	7,31	0,391
	У т.ч. береза	1,2	13,4	112,5	187,5	201,9	7,1	523,7	260,4	7,74	0,403
	осика	0,0	0,1	0,5	0,0	4,5	4,5	9,6	4,8	5,96	0,294
	Інші дер. породи	0,8	8,4	11,5	2,5	1,0	1,2	25,5	12,7	3,61	0,457
	Усього	358,5	3650,1	16020,2	5935,7	3465,2	545,7	29975,4	14915,8	8,19	0,410
Харківська	Хвойні	149,7	1988,9	13563,3	2776,8	641,6	10,6	19130,9	9521,2	7,96	0,295
	У т.ч. сосна	149,7	1988,5	13557,9	2774,1	640,6	10,6	19121,4	9516,5	7,96	0,295
	ялина	0,1	0,3	4,6	2,7	1,0	0,0	8,6	4,3	8,42	0,298
	Твердолистяні	146,6	1528,1	24995,2	4372,1	2717,7	916,5	34676,3	17243,1	7,79	0,384
	У т.ч. дуб	111,6	1205,1	24397,9	3731,2	2148,1	604,1	32198,1	16012,8	8,09	0,381
	М’ягколистяні	22,3	84,4	785,5	500,2	849,2	631,1	2872,8	1428,1	7,06	0,367
	У т.ч. береза	7,5	26,2	231,7	65,1	41,0	1,2	372,7	185,0	5,83	0,437
	осика	9,9	31,1	68,0	168,8	270,5	118,2	666,7	331,6	6,69	0,312
	Інші дер. породи	0,2	1,5	12,6	7,2	5,7	1,2	28,4	14,0	2,31	0,464
	Усього	318,9	3602,9	39356,7	7656,3	4214,2	1559,5	56708,5	28206,4	7,80	0,348

Продовження додатку 3

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Херсонська	Хвойні	137,6	2594,5	2356,0	16,2	20,7	0,0	5125,0	2541,7	3,46	0,318
	У т.ч. сосна	137,6	2594,5	2356,0	16,2	20,7	0,0	5125,0	2541,7	3,46	0,318
	Твердолистяні	5,2	38,3	113,9	89,1	592,8	964,2	1803,5	894,0	4,70	0,422
	У т.ч. дуб	0,8	31,3	80,1	0,8	2,7	0,6	116,3	57,6	3,46	0,387
	М’ягколистяні	0,4	5,4	90,0	28,4	82,8	975,5	1182,4	586,5	8,91	0,422
	У т.ч. береза	0,0	0,0	42,2	0,0	0,0	0,0	42,2	20,8	3,06	0,508
	осика	0,1	0,1	0,0	0,8	1,1	0,2	2,4	1,2	3,68	0,348
	Інші дер. породи	1,6	7,7	15,8	6,4	10,2	22,9	64,5	31,5	1,40	0,538
	Усього	144,8	2645,9	2575,7	140,1	706,4	1962,5	8175,4	4053,8	4,00	0,351
Хмельницька	Хвойні	183,7	2367,2	5316,8	4350,2	1161,1	15,7	13394,7	6665,2	8,05	0,303
	У т.ч. сосна	133,3	1360,8	4690,4	4255,6	1096,0	12,8	11548,9	5748,8	8,24	0,303
	ялина	48,9	841,5	523,0	84,6	52,6	1,6	1552,1	770,6	6,75	0,303
	Твердолистяні	375,8	2603,0	13288,3	3696,9	4187,0	1566,5	25717,5	12800,1	8,48	0,426
	У т.ч. дуб	356,9	2406,8	12562,0	2702,1	1821,6	173,7	20023,1	9964,9	8,17	0,423
	бук	5,3	39,0	118,4	13,0	74,8	27,4	277,8	138,4	11,16	0,515
	М’ягколистяні	12,0	74,2	960,7	1163,0	1332,8	215,3	3758,0	1868,8	6,90	0,380
	У т.ч. береза	5,4	26,8	432,3	844,4	1005,5	150,8	2465,2	1225,7	7,95	0,401
	осика	0,1	2,4	2,7	10,6	35,6	10,1	61,4	30,6	6,44	0,301
	Інші дер. породи	0,0	0,4	7,8	2,8	2,4	0,2	13,7	6,8	2,64	0,446
	Усього	571,4	5044,8	19573,7	9212,8	6683,4	1797,7	42883,9	21340,9	8,18	0,374

Продовження додатку З

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Черкаська	Хвойні	157,6	2212,3	9635,2	3014,1	868,6	14,2	15902,0	7915,3	8,05	0,295
	У т.ч. сосна	156,9	2197,8	9608,4	3006,5	862,4	13,8	15845,7	7887,3	8,05	0,295
	ялина	0,6	14,5	23,3	5,3	4,8	0,4	48,9	24,3	7,79	0,298
	Твердолистяні	264,8	2636,2	21114,7	6453,5	3886,9	1468,8	35824,9	17830,4	9,00	0,419
	У т.ч. дуб	199,8	2223,0	20327,8	5271,1	1310,5	124,4	29456,6	14663,9	9,52	0,417
	М’ягколистяні	15,3	68,5	912,1	450,5	489,1	175,5	2111,1	1049,9	6,88	0,376
	У т.ч. береза	4,1	17,2	196,2	98,3	30,8	2,2	348,8	173,3	6,35	0,422
	осика	1,3	3,4	7,5	14,4	21,8	5,4	53,8	26,7	5,79	0,310
	Інші дер. породи	0,3	0,8	29,1	10,9	4,7	8,3	54,1	26,7	1,81	0,470
	Усього	438,1	4917,8	31691,0	9929,0	5249,4	1666,8	53892,1	26822,2	8,56	0,371
Чернівецька	Хвойні	232,4	2505,5	7452,2	3118,8	7314,3	250,3	20873,6	10367,5	9,57	0,280
	У т.ч. сосна	1,4	37,7	126,1	7,8	19,2	0,5	192,7	95,9	8,07	0,293
	ялина	106,0	2097,5	6869,8	2100,9	2921,6	71,1	14166,8	7038,9	9,92	0,301
	ялиця	123,1	367,7	455,0	1009,9	4368,1	178,4	6502,2	3226,8	8,94	0,244
	Твердолистяні	155,1	1583,7	12955,4	6333,4	4452,3	754,8	26234,8	13072,0	12,60	0,469
	У т.ч. дуб	64,2	884,2	4300,5	980,8	649,9	172,1	7051,6	3509,7	8,65	0,415
	бук	82,2	631,3	8496,7	5116,9	3308,6	457,3	18093,1	9019,9	16,01	0,497
	М’ягколистяні	1,0	15,8	120,0	127,3	133,8	63,8	461,7	229,6	7,31	0,386
	У т.ч. береза	0,1	8,9	44,5	97,8	49,6	2,6	203,5	101,2	7,95	0,407
	осика	0,1	1,2	0,5	7,0	6,0	3,7	18,3	9,1	5,48	0,306
	Інші дер. породи	0,1	3,6	38,3	11,0	1,8	1,2	56,0	27,7	2,48	0,455
	Усього	388,5	4108,5	20566,0	9590,5	11902,3	1070,1	47626,0	23696,7	10,95	0,362

Продовження додатку 3

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Фітомаса за групами віку, тис. т сухої речовини							Вуглець		
		мол 1	мол 2	середньо-вікові	присти-глі	стиглі	пере-стиглі	усього	усього, тис. т	середнє	
										кг·(м^2)$^{-1}$	т·(м^3)$^{-1}$
Чернігівська	Хвойні	525,5	5207,9	30931,4	35106,9	5716,4	21,0	77509,2	38594,2	9,24	0,303
	У т.ч. сосна	486,6	4837,0	30744,3	34943,5	5681,7	18,9	76712,0	38198,4	9,31	0,303
	ялина	38,6	370,0	180,7	157,8	27,0	2,1	776,1	385,4	5,42	0,301
	Твердолистяні	189,0	1637,8	13106,7	3287,3	2323,1	222,4	20766,3	10333,3	8,65	0,419
	У т.ч. дуб	146,3	1431,3	12891,5	2807,0	2197,3	69,5	19542,9	9724,8	8,73	0,418
	М’ягколистяні	130,9	854,3	6295,7	4128,6	5421,7	1023,6	17854,8	8878,8	6,93	0,381
	У т.ч. береза	66,6	514,1	4124,8	2340,4	2162,8	33,2	9242,0	4593,2	6,79	0,415
	осика	29,7	127,4	155,6	420,3	769,9	256,4	1759,3	875,5	6,54	0,305
	Інші дер. породи	0,0	0,5	4,3	6,0	12,6	75,3	98,8	47,9	1,03	0,508
	Усього	845,4	7700,6	50338,1	42528,8	13473,9	1342,3	116229,0	57854,2	8,64	0,330
У цілому в Україні	Хвойні	7224,4	82709,5	328662,2	171464,3	66123,1	4927,6	661111,2	328847,4	7,89	0,300
	У т.ч. сосна	5441,9	61391,3	249571,7	143300,0	41319,6	1518,1	502542,7	250080,4	7,39	0,303
	ялина	1188,0	19334,0	72348,1	23187,5	17967,8	2438,2	136463,6	67799,4	10,07	0,301
	ялиця	579,3	1758,7	6138,2	4353,4	6578,8	806,3	20214,7	10028,5	7,74	0,251
	Твердолистяні	5574,7	48758,6	399602,4	112336,5	107956,7	50992,0	725220,7	360921,3	9,38	0,439
	У т.ч. дуб	3710,8	36584,4	266717,7	52289,4	39360,3	10071,0	408733,6	203286,6	7,80	0,403
	бук	1176,0	7140,1	120100,0	42617,1	40774,8	26555,6	238363,6	118820,1	16,44	0,512
	М’ягколистяні	873,3	4641,5	50694,8	33870,0	33935,0	10787,9	134802,5	67006,4	6,38	0,382
	У т.ч. береза	536,3	2800,0	26826,0	19977,2	14605,1	792,7	65537,2	32561,0	6,47	0,418
	осика	91,4	387,2	617,7	1330,1	3083,5	1383,7	6893,6	3429,6	6,49	0,306
	Інші дер. породи	78,1	219,4	872,4	394,9	384,2	420,6	2369,6	1165,6	1,88	0,481
	Усього	**13750,6**	**136329,0**	**779831,7**	**318065,7**	**208399,0**	**67128,1**	**1523504,0**	**757940,7**	**8,32**	**0,363**

Додаток 4

Чиста первинна продукція лісів України за основними лісотвірними породами та фракціям фітомаси

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
АР Крим	Хвойні	58,5	13,7	33,0	42,3	4,4	35,7	187,5	126,1
	У т.ч. сосна	58,5	13,7	33,0	42,3	4,4	35,7	187,4	126,1
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Твердолистяні	119,5	53,7	262,9	425,0	136,5	221,6	1219,3	642,5
	У т.ч. дуб	67,3	33,8	185,8	305,4	93,4	168,0	853,7	436,3
	бук	42,3	15,1	46,5	75,2	25,7	27,0	231,8	135,4
	М’ягколистяні	1,0	0,3	1,7	1,9	0,7	1,3	6,9	4,1
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	0,3
	осика	0,7	0,2	0,9	1,4	0,5	0,8	4,4	2,6
	вільха	4,9	1,3	6,5	5,6	4,1	12,1	34,5	21,6
	Усього	183,9	69,0	304,1	474,8	145,7	270,6	1448,1	794,3
Вінницька	Хвойні	26,7	6,6	20,2	24,2	1,8	10,2	89,8	59,9
	У т.ч. сосна	17,1	3,6	10,3	14,0	1,3	9,5	55,9	36,7
	ялина	9,3	2,9	9,7	10,0	0,5	0,5	32,9	22,5
	Твердолистяні	318,3	109,0	577,2	760,1	118,0	238,7	2121,3	1206,5
	У т.ч. дуб	268,1	92,8	501,1	666,7	101,8	207,9	1838,4	1037,2
	бук	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,8	0,6
	М’ягколистяні	6,7	1,8	13,0	8,9	2,0	4,7	37,1	25,3
	У т.ч. береза	2,9	0,8	5,4	4,3	0,9	1,9	16,3	10,7
	осика	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,9	0,6
	Інші деревні породи	0,5	0,1	0,5	0,4	0,1	0,4	2,0	1,4
	Усього	352,2	117,5	611,0	793,6	121,9	254,0	2250,2	1293,0

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Волинська	Хвойні	433,3	86,3	277,9	365,8	39,1	267,4	1469,7	958,6
	У т.ч. сосна	424,6	83,3	268,7	355,5	38,5	266,6	1437,1	936,9
	ялина	8,4	3,0	9,2	10,2	0,6	0,8	32,0	21,4
	Твердолистяні	89,9	31,8	146,7	190,3	33,8	74,2	566,7	329,2
	У т.ч. дуб	82,4	29,4	138,5	179,0	32,3	70,7	532,3	308,3
	бук	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	М’ягколистяні	135,5	34,5	228,2	137,6	29,6	88,1	653,5	463,0
	У т.ч. береза	82,3	20,0	96,1	76,9	11,0	35,5	321,8	223,9
	осика	2,2	0,5	2,0	2,3	0,5	1,4	8,9	5,8
	Інші деревні породи	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,6	0,5
	Усього	658,8	152,6	652,9	693,8	102,6	429,9	2690,5	1751,1
Дніпропетров-ська	Хвойні	41,0	9,8	30,2	32,6	3,2	19,2	136,0	92,8
	У т.ч. сосна	41,0	9,8	30,2	32,6	3,2	19,2	136,0	92,8
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Твердолистяні	73,1	28,3	132,7	198,0	45,2	102,5	579,7	317,0
	У т.ч. дуб	49,0	17,9	69,7	105,3	16,7	43,0	301,6	169,8
	М’ягколистяні	8,1	2,4	19,8	16,7	3,8	7,5	58,4	36,7
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	0,3
	осика	0,3	0,1	0,2	0,2	0,0	0,1	0,8	0,7
	Інші деревні породи	1,2	0,3	1,4	1,4	1,4	3,8	9,5	5,8
	Усього	123,4	40,9	184,2	248,7	53,6	133,0	783,7	452,5

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Донецька	Хвойні	31,2	7,6	26,1	33,4	3,2	17,9	119,3	76,1
	У т.ч. сосна	31,2	7,6	26,1	33,4	3,2	17,9	119,2	76,1
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Твердолистяні	112,2	40,7	175,6	241,7	50,2	112,2	732,5	419,7
	У т.ч. дуб	87,3	32,1	139,8	192,4	32,8	78,7	563,2	321,5
	М’ягколистяні	4,8	1,3	10,0	7,7	1,6	3,2	28,5	18,8
	У т.ч. береза	1,7	0,4	1,8	1,8	0,2	0,6	6,5	4,3
	осика	0,3	0,1	0,3	0,4	0,1	0,2	1,5	0,9
	Інші деревні породи	1,1	0,3	1,4	1,2	1,0	2,9	7,9	5,0
	Усього	149,3	49,9	213,1	283,9	55,9	136,2	888,2	519,5
Житомирська	Хвойні	687,8	138,0	460,5	618,6	66,7	448,0	2419,8	1557,0
	У т.ч. сосна	675,2	134,2	448,1	605,7	66,3	447,4	2376,7	1527,6
	ялина	12,6	3,8	12,4	12,8	0,5	0,6	42,6	29,5
	Твердолистяні	183,3	65,3	363,2	462,8	82,5	163,3	1320,3	751,2
	У т.ч. дуб	174,5	62,4	350,5	447,0	79,9	157,8	1272,1	722,2
	бук	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	М’ягколистяні	197,1	50,2	307,0	222,8	42,0	110,7	929,8	639,1
	У т.ч. береза	165,3	41,2	226,9	179,7	28,8	79,4	721,2	493,3
	осика	7,8	1,9	7,9	9,4	2,5	5,3	34,9	22,0
	Інші деревні породи	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,4
	Усього	1068,4	253,6	1130,8	1304,3	191,3	722,2	4670,5	2947,8

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Закарпатська	Хвойні	275,4	61,3	210,4	268,6	22,7	33,0	871,3	579,5
	У т.ч. сосна	0,9	0,2	0,6	0,8	0,1	0,5	3,1	2,0
	ялина	250,7	53,9	184,4	250,6	21,0	30,1	790,7	518,8
	ялиця	22,9	7,0	24,8	16,2	1,5	2,0	74,5	56,8
	Твердолистяні	530,3	224,3	761,9	1296,4	225,3	362,3	3400,6	1855,4
	У т.ч. дуб	57,1	19,6	113,9	149,0	21,7	39,4	400,6	225,5
	бук	448,3	196,9	616,9	1106,1	199,0	313,8	2881,1	1558,3
	М’ягколистяні	2,5	0,6	3,6	2,7	0,5	1,3	11,3	7,7
	У т.ч. береза	1,7	0,4	2,0	1,6	0,2	0,6	6,6	4,5
	осика	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,6	0,4
	Інші деревні породи	6,0	1,4	4,5	4,5	0,3	1,3	18,0	12,8
	Усього	814,2	287,5	980,5	1572,2	248,8	398,0	4301,2	2455,4
Запорізька	Хвойні	11,7	3,2	7,0	8,1	0,7	5,1	35,8	24,9
	У т.ч. сосна	11,7	3,2	7,0	8,1	0,7	5,1	35,8	24,9
	Твердолистяні	22,4	10,0	44,5	68,8	28,8	66,1	240,7	130,1
	У т.ч. дуб	10,2	4,0	13,3	20,7	4,3	12,6	65,1	36,8
	М’ягколистяні	5,5	1,5	12,0	9,2	2,3	4,4	34,9	22,8
	У т.ч. береза	0,4	0,1	0,3	0,3	0,0	0,2	1,3	0,9
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Інші деревні породи	1,2	0,3	1,5	1,5	1,4	4,2	10,1	6,1
	Усього	40,8	15,1	65,1	87,5	33,2	79,8	321,5	184,1

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Івано-Франківська	Хвойні	418,8	99,3	326,6	421,8	42,3	72,8	1381,7	910,7
	У т.ч. сосна	11,9	2,3	6,1	8,5	0,6	4,6	34,1	23,0
	ялина	362,0	82,7	264,5	376,8	37,3	60,8	1184,1	765,7
	ялиця	44,6	14,2	55,7	36,0	4,2	6,7	161,4	120,8
	Твердолистяні	245,9	97,1	319,2	499,5	88,0	175,9	1425,7	811,8
	У т.ч. дуб	85,5	29,1	118,0	159,8	25,7	61,9	479,9	281,5
	бук	141,5	61,4	174,7	303,0	57,7	100,8	839,1	468,4
	М’ягколистяні	14,9	3,6	21,2	16,9	3,2	9,0	68,7	46,4
	У т.ч. береза	8,4	2,0	10,8	9,5	1,3	3,5	35,5	23,9
	осика	0,7	0,2	0,6	0,9	0,2	0,5	2,9	1,9
	Інші деревні породи	2,0	0,5	2,4	2,1	1,4	4,6	12,9	8,2
	Усього	681,6	200,6	669,4	940,3	134,9	262,3	2889,0	1777,2
Київська	Хвойні	537,7	99,4	334,3	478,2	43,2	280,3	1773,1	1141,8
	У т.ч. сосна	535,9	98,9	332,2	475,9	43,1	280,1	1766,1	1137,2
	ялина	1,7	0,5	2,0	2,2	0,1	0,1	6,6	4,3
	ялиця	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Твердолистяні	154,0	52,5	274,8	356,1	55,8	115,9	1009,1	578,3
	У т.ч. дуб	118,8	40,9	225,2	291,3	45,1	93,2	814,5	463,1
	бук	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	М’ягколистяні	78,7	19,7	124,1	83,1	15,8	43,3	364,7	255,2
	У т.ч. береза	51,4	12,4	63,8	51,1	7,2	21,4	207,2	143,3
	осика	3,7	0,9	3,4	3,9	0,9	2,1	14,9	9,7
	Інші деревні породи	0,9	0,2	1,1	0,9	0,4	1,0	4,5	3,0
	Усього	771,4	171,9	734,2	918,4	115,2	440,4	3151,5	1978,3

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Кіровоградська	Хвойні	11,7	2,7	8,6	9,6	0,8	4,8	38,3	26,0
	У т.ч. сосна	11,7	2,7	8,6	9,5	0,8	4,8	38,1	26,0
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
	Твердолистяні	143,5	49,2	238,8	295,9	53,6	113,3	894,3	525,7
	У т.ч. дуб	106,4	36,8	193,5	235,0	39,9	83,2	694,8	406,2
	М’ягколистяні	2,6	0,6	3,6	2,8	0,5	1,3	11,4	7,8
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2
	осика	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0,9	0,6
	Інші деревні породи	0,9	0,3	0,9	0,8	0,2	1,3	4,4	2,9
	Усього	158,8	52,8	252,0	309,0	55,2	120,7	948,4	562,6
Луганська	Хвойні	102,4	23,6	84,9	101,3	9,5	53,0	374,7	244,1
	У т.ч. сосна	102,4	23,6	84,9	101,3	9,5	53,0	374,6	244,1
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Твердолистяні	141,4	54,8	220,4	352,1	64,9	142,1	975,7	533,1
	У т.ч. дуб	111,6	44,5	181,3	290,4	43,3	99,9	770,9	417,7
	М’ягколистяні	13,8	3,6	25,1	18,8	4,4	9,5	75,4	50,3
	У т.ч. береза	6,8	1,6	8,0	7,0	1,2	3,2	27,8	18,8
	осика	0,5	0,1	0,4	0,5	0,1	0,2	2,0	1,2
	Інші деревні породи	1,4	0,4	1,6	1,3	0,8	2,6	8,0	5,3
	Усього	259,1	82,4	332,0	473,5	79,5	207,3	1433,8	832,8

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-тери-торіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Львівська	Хвойні	380,0	86,6	289,9	332,9	31,5	130,5	1251,5	843,8
	У т.ч. сосна	175,9	33,8	109,8	154,6	15,4	101,1	590,6	380,8
	ялина	115,0	25,3	77,2	111,7	9,1	13,8	352,0	230,8
	ялиця	84,7	26,6	99,0	61,2	6,2	9,8	287,5	219,5
	Твердолистяні	311,7	121,6	461,3	704,0	124,3	240,0	1962,9	1101,6
	У т.ч. дуб	145,9	49,5	237,5	314,5	52,1	111,8	911,3	525,3
	бук	133,5	61,6	186,0	335,4	66,2	113,5	896,2	484,2
	М’ягколистяні	36,0	9,6	76,6	43,4	11,8	34,4	211,9	147,7
	У т.ч. береза	15,4	3,9	23,6	17,7	3,2	8,7	72,4	49,5
	осика	0,7	0,2	0,7	1,0	0,2	0,5	3,4	2,0
	Інші деревні породи	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	0,3
	Усього	727,9	217,8	827,9	1080,4	167,7	405,0	3426,7	2093,5
Миколаївська	Хвойні	24,8	6,2	16,1	18,3	1,7	10,9	78,1	53,7
	У т.ч. сосна	24,8	6,2	16,1	18,3	1,7	10,9	78,0	53,7
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Твердолистяні	31,2	12,6	53,2	84,8	23,0	58,4	263,1	142,3
	У т.ч. дуб	13,5	5,1	18,9	30,0	5,3	14,5	87,3	48,5
	М’ягколистяні	0,6	0,2	1,0	0,8	0,2	0,5	3,3	2,2
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,2
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
	Інші деревні породи	1,6	0,4	1,7	1,5	0,6	2,2	8,0	5,2
	Усього	58,1	19,4	72,0	105,4	25,4	72,1	352,5	203,3

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Одеська	Хвойні	11,0	3,2	6,5	7,2	0,8	5,7	34,4	24,1
	У т.ч. сосна	10,9	3,1	6,4	7,1	0,7	5,7	34,0	23,7
	ялина	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	0,2
	Твердолистяні	122,6	45,8	211,5	281,8	64,1	145,7	871,5	497,6
	У т.ч. дуб	100,5	37,2	171,7	223,8	42,7	98,7	674,6	388,6
	М’ягколистяні	6,8	1,8	12,7	10,5	2,6	5,5	39,9	25,9
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,5	0,3
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Інші деревні породи	3,1	0,9	3,8	3,2	1,0	4,0	16,0	10,5
	Усього	143,4	51,7	234,5	302,7	68,5	160,9	961,8	558,0
Полтавська	Хвойні	135,8	25,3	78,6	107,2	9,1	62,3	418,2	277,2
	У т.ч. сосна	135,6	25,2	78,5	107,1	9,1	62,3	417,8	276,8
	ялина	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2
	Твердолистяні	106,7	37,0	185,0	219,8	38,9	85,2	672,7	398,5
	У т.ч. дуб	92,7	32,1	164,8	193,7	32,9	72,0	588,3	348,6
	М’ягколистяні	33,4	8,4	56,0	42,9	8,0	18,5	167,2	112,7
	У т.ч. береза	5,1	1,2	6,0	5,5	0,7	2,0	20,5	13,8
	осика	6,2	1,4	4,8	6,1	1,0	2,2	21,7	14,2
	Інші деревні породи	0,6	0,1	0,6	0,6	0,7	1,7	4,3	2,6
	Усього	276,4	70,9	320,3	370,4	56,7	167,7	1262,4	791,1

Продовження додатку 4

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Рівненська	Хвойні	554,7	114,6	352,1	487,5	54,8	383,0	1946,7	1251,3
	У т.ч. сосна	546,6	111,9	344,2	477,8	54,3	382,3	1917,2	1231,9
	ялина	7,9	2,6	7,8	9,5	0,5	0,6	28,8	19,0
	ялиця	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Твердолистяні	73,6	26,7	129,1	163,7	34,4	72,5	500,1	289,7
	У т.ч. дуб	63,0	23,1	114,3	144,9	31,5	65,7	442,5	255,3
	бук	0,7	0,2	0,4	0,5	0,1	0,2	2,0	1,5
	М’ягколистяні	145,0	36,5	223,9	175,0	33,0	93,0	706,3	475,0
	У т.ч. береза	108,5	26,5	133,3	122,9	17,5	53,1	461,8	307,1
	осика	2,4	0,6	2,3	3,1	0,7	1,6	10,5	6,6
	Інші деревні породи	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,7	0,5
	Усього	773,5	177,8	705,2	826,3	122,2	548,8	3153,8	2016,4
Сумська	Хвойні	229,6	41,2	157,8	231,2	19,5	121,5	800,8	503,0
	У т.ч. сосна	223,2	39,3	151,7	224,4	19,3	121,0	778,9	488,2
	ялина	6,1	1,9	5,8	6,4	0,2	0,2	20,7	14,0
	Твердолистяні	215,1	72,6	389,7	504,1	76,5	146,6	1404,5	804,3
	У т.ч. дуб	171,7	59,7	355,0	449,9	71,3	136,5	1244,1	704,6
	М’ягколистяні	61,3	15,0	88,9	64,3	10,3	28,4	268,2	186,6
	У т.ч. береза	28,4	6,8	35,8	29,5	3,9	11,3	115,7	79,4
	осика	9,0	2,1	7,4	8,9	1,6	3,7	32,7	21,5
	Інші деревні породи	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	1,0	0,8
	Усього	506,2	128,8	636,7	799,9	106,3	296,7	2474,5	1494,5

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Тернопільська	Хвойні	42,1	9,4	28,2	37,6	3,0	16,9	137,2	90,3
	У т.ч. сосна	29,5	5,6	16,2	23,1	1,9	12,9	89,3	59,1
	ялина	10,6	3,4	10,0	11,8	0,5	0,8	37,2	24,8
	ялиця	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
	Твердолистяні	164,9	57,1	248,7	332,2	58,4	124,6	985,8	573,9
	У т.ч. дуб	108,8	37,8	179,0	231,6	39,5	88,2	684,8	397,4
	бук	20,9	7,8	21,5	35,5	9,5	14,7	109,8	64,2
	М’ягколистяні	5,4	1,4	9,2	6,7	1,3	3,3	27,2	18,6
	У т.ч. береза	3,7	0,9	5,9	4,7	0,8	2,0	18,1	12,1
	осика	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3
	Інші деревні породи	0,4	0,1	0,4	0,3	0,0	0,2	1,5	1,0
	Усього	212,8	68,0	286,5	376,8	62,7	145,0	1151,7	683,7
Харківська	Хвойні	181,5	33,2	107,9	150,9	13,2	88,4	575,0	376,0
	У т.ч. сосна	181,4	33,2	107,8	150,8	13,2	88,4	574,7	375,8
	ялина	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	0,2
	Твердолистяні	256,0	88,6	444,2	603,4	89,6	189,6	1671,5	946,3
	У т.ч. дуб	229,4	79,6	414,2	554,4	80,1	168,4	1526,1	863,5
	М’ягколистяні	20,5	5,2	31,4	25,5	5,0	11,3	98,8	66,3
	У т.ч. береза	4,5	1,1	4,8	4,3	0,5	1,7	16,8	11,6
	осика	6,1	1,4	5,1	6,7	1,2	2,7	23,3	14,8
	Інші деревні породи	0,4	0,1	0,4	0,4	0,1	0,5	1,8	1,2
	Усього	458,3	127,1	584,0	780,2	107,9	289,8	2347,2	1389,8

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Херсонська	Хвойні	68,4	17,1	45,2	57,0	5,5	38,3	231,5	153,7
	У т.ч. сосна	68,4	17,1	45,2	57,0	5,5	38,3	231,5	153,7
	Твердолистяні	5,9	3,0	21,3	31,0	12,8	25,6	99,6	52,0
	У т.ч. дуб	1,4	0,5	1,9	3,0	0,6	1,7	9,1	5,1
	М’ягколистяні	4,2	1,4	12,0	9,7	2,5	4,9	34,6	21,8
	У т.ч. береза	0,6	0,2	0,6	0,6	0,1	0,5	2,7	1,7
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
	Інші деревні породи	0,7	0,2	0,9	0,8	0,7	2,1	5,3	3,3
	Усього	79,2	21,7	79,4	98,5	21,5	70,9	371,1	230,8
Хмельницька	Хвойні	114,4	24,6	77,5	104,4	8,6	52,5	382,1	248,8
	У т.ч. сосна	89,8	17,2	57,3	81,3	7,8	50,8	304,2	195,2
	ялина	21,1	6,8	18,5	20,5	0,7	0,9	68,4	47,3
	Твердолистяні	149,6	52,5	264,4	347,6	56,3	119,1	989,4	565,5
	У т.ч. дуб	118,8	41,8	209,0	278,8	44,3	95,3	788,0	448,3
	бук	1,8	0,6	1,4	2,2	0,4	0,7	7,2	4,4
	М’ягколистяні	21,7	5,7	42,3	28,4	6,2	15,8	120,2	81,9
	У т.ч. береза	15,2	3,9	26,3	20,4	3,8	9,0	78,8	52,6
	осика	0,5	0,1	0,5	0,5	0,1	0,3	2,0	1,3
	Інші деревні породи	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,8	0,5
	Усього	285,9	82,9	384,4	480,6	71,1	187,6	1492,5	896,8

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Черкаська	Хвойні	145,4	26,9	84,6	120,9	10,0	65,6	453,4	296,7
	У т.ч. сосна	144,9	26,7	84,1	120,3	9,9	65,5	451,4	295,4
	ялина	0,5	0,1	0,5	0,6	0,0	0,0	1,8	1,1
	Твердолистяні	203,6	69,9	376,2	484,6	80,1	160,2	1374,6	785,9
	У т.ч. дуб	160,4	55,2	309,7	397,5	60,4	120,2	1103,4	627,7
	М’ягколистяні	15,4	3,9	26,7	16,7	2,9	7,9	73,4	52,0
	У т.ч. береза	3,7	0,9	4,3	3,5	0,5	1,5	14,4	10,0
	осика	0,5	0,1	0,4	0,5	0,1	0,2	2,0	1,2
	Інші деревні породи	0,6	0,2	0,8	0,6	0,4	1,2	3,8	2,5
	Усього	365,0	100,8	488,2	622,8	93,4	234,9	1905,2	1136,8
Чернівецька	Хвойні	148,3	37,6	144,8	159,0	16,4	25,2	531,3	354,8
	У т.ч. сосна	2,1	0,4	1,1	1,7	0,1	0,8	6,2	4,1
	ялина	94,5	21,4	68,3	100,5	9,2	13,9	307,8	197,6
	ялиця	51,5	15,8	75,3	56,7	7,1	10,4	216,8	152,8
	Твердолистяні	119,7	48,7	184,1	288,0	49,2	90,7	780,5	432,3
	У т.ч. дуб	45,2	15,4	81,9	110,9	16,4	34,9	304,8	171,4
	бук	66,3	30,6	89,5	160,2	30,0	49,4	426,0	232,1
	М’ягколистяні	3,3	0,8	5,4	4,0	0,7	1,9	16,2	10,9
	У т.ч. береза	1,6	0,4	2,4	1,8	0,3	0,7	7,2	5,0
	осика	0,2	0,1	0,2	0,3	0,0	0,1	0,9	0,6
	Інші деревні породи	0,8	0,2	1,0	0,7	0,2	0,8	3,6	2,5
	Усього	272,1	87,4	335,3	451,6	66,6	118,6	1331,6	800,7

Продовження додатку 4

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	ЧПП за фракціями фітомаси, тис. т вуглецю							
		стовбур	деревина і кора крони	листя (хвоя)	корені	підріст/ підлісок	над-ґрунтовий покрив	усього	у т.ч. надземної
Чернігівська	Хвойні	487,9	90,9	342,8	403,4	48,8	302,2	1676,0	1106,9
	У т.ч. сосна	478,9	87,7	334,5	394,3	48,4	301,6	1645,4	1085,8
	ялина	8,9	3,2	8,3	9,0	0,3	0,5	30,1	20,9
	Твердолистяні	112,4	39,1	205,8	269,3	45,5	93,0	765,1	435,7
	У т.ч. дуб	98,2	34,9	193,5	250,6	43,2	88,2	708,4	400,9
	М’ягколистяні	130,5	32,3	191,7	142,7	23,4	63,3	583,8	402,5
	У т.ч. береза	82,0	19,9	102,9	84,2	11,5	33,6	334,0	229,7
	осика	15,6	3,6	12,7	15,3	2,7	6,2	56,0	36,9
	Інші деревні породи	0,4	0,1	0,9	0,8	2,1	4,7	9,0	5,2
	Усього	731,2	162,4	741,3	816,2	119,8	463,2	3034,0	1950,4
У цілому в Україні	Хвойні	5160,1	1068,3	3551,8	4622,0	460,4	2550,7	17413,3	11377,8
	У т.ч. сосна	4034,1	790,3	2608,7	3505,1	359,1	2386,2	13683,5	8877,6
	ялина	909,5	211,6	678,8	933,2	80,5	123,6	2937,2	1918,1
	ялиця	203,8	63,7	254,8	170,1	19,1	28,9	740,4	550,1
	Твердолистяні	4006,8	1492,0	6692,6	9460,9	1735,8	3439,1	26827,3	15126,0
	У т.ч. дуб	2567,7	915,1	4682,0	6225,5	1057,4	2212,3	17660,1	10011,1
	бук	855,5	374,3	1137,2	2018,4	388,6	620,2	5394,1	2949,1
	М’ягколистяні	955,3	242,3	1547,2	1099,7	214,0	573,1	4631,7	3181,2
	У т.ч. береза	590,1	144,7	761,6	627,7	93,6	270,6	2488,3	1697,2
	осика	58,2	13,5	50,6	62,2	12,6	28,7	225,8	145,5
	Інші деревні породи	29,5	7,8	33,3	29,2	17,1	52,5	169,4	108,8
	Усього	**10151,7**	**2810,4**	**11824,8**	**15211,8**	**2427,5**	**6615,4**	**49041,7**	**29793,9**

Додаток 5

Чиста первинна продукція лісів України за областями, основними лісотвірними породами та групами віку

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
АР Крим	Хвойні	58,5	17,1	98,9	52,3	6,2	6,4	6,7	187,5	321
	У т.ч. сосна	58,5	17,1	98,8	52,3	6,2	6,4	6,7	187,4	321
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	500
	Твердолистяні	236,3	0,4	2,4	204,9	184,9	494,5	332,2	1219,3	516
	У т.ч. дуб	169,7	0,2	1,0	87,4	135,4	402,2	227,5	853,7	503
	бук	37,9	0,0	0,2	112,9	37,7	40,1	40,8	231,8	611
	М’ягколистяні	1,7	0,0	0,0	0,6	0,3	1,5	4,3	6,9	403
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,4	271
	осика	1,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,9	3,3	4,4	403
	Інші деревні породи	14,9	1,0	2,3	7,6	8,1	8,2	7,2	34,5	231
	Усього	311,4	18,4	103,6	265,5	199,5	510,7	350,3	1448,1	465
Вінницька	Хвойні	20,9	5,7	33,1	33,2	13,6	4,1	0,2	89,8	431
	У т.ч. сосна	14,9	3,9	17,6	21,0	10,4	2,8	0,1	55,9	375
	ялина	5,7	1,8	15,1	11,6	3,1	1,3	0,0	32,9	578
	Твердолистяні	316,3	65,4	322,0	1178,4	284,2	228,7	42,6	2121,3	671
	У т.ч. дуб	274,3	60,1	286,5	1141,2	224,2	116,3	10,2	1838,4	670
	бук	0,1	0,0	0,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,8	606
	М’ягколистяні	8,5	0,9	1,7	15,0	3,2	10,4	5,9	37,1	434
	У т.ч. береза	3,3	0,1	0,6	5,9	1,0	4,9	3,8	16,3	487
	осика	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,9	409
	Інші деревні породи	0,7	0,2	0,3	0,9	0,5	0,0	0,0	2,0	274
	Усього	346,4	72,1	357,1	1227,6	301,5	243,2	48,7	2250,2	650

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Волинська	Хвойні	366,4	52,2	320,1	756,6	299,6	39,7	1,5	1469,7	401
	У т.ч. сосна	359,7	49,5	305,3	749,3	294,3	37,2	1,5	1437,1	400
	ялина	6,6	2,7	14,2	7,3	5,3	2,5	0,0	32,0	487
	Твердолистяні	93,3	22,3	115,7	336,3	45,3	35,6	11,5	566,7	607
	У т.ч. дуб	88,2	20,3	109,0	326,5	36,1	29,6	10,8	532,3	604
	бук	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	393
	М’ягколистяні	164,7	21,7	54,9	358,9	151,0	62,4	4,6	653,5	397
	У т.ч. береза	68,3	13,6	30,9	173,6	80,4	22,2	1,0	321,8	471
	осика	2,3	0,4	0,7	0,8	2,0	4,5	0,5	8,9	393
	Інші деревні породи	0,2	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,6	312
	Усього	624,6	96,2	490,6	1452,3	495,9	137,7	17,8	2690,5	431
Дніпропетровська	Хвойні	45,9	8,7	69,1	57,5	0,7	0,0	0,0	136,0	296
	У т.ч. сосна	45,9	8,7	69,1	57,4	0,7	0,0	0,0	136,0	296
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	521
	Твердолистяні	115,1	4,7	77,4	219,0	57,7	163,2	57,7	579,7	504
	У т.ч. дуб	55,5	2,8	65,1	184,7	21,0	25,3	2,7	301,6	544
	М’ягколистяні	13,3	0,0	0,1	4,8	3,1	17,5	32,9	58,4	441
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	351
	осика	0,2	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8	538
	Інші деревні породи	4,9	0,4	0,5	2,9	1,2	1,3	3,3	9,5	192
	Усього	179,2	13,8	147,1	284,2	62,7	182,0	93,9	783,7	437

Продовження додатку 5

Адміні-стративно-терито-ріальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	при-стиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Донецька	Хвойні	37,3	9,8	29,3	75,5	3,0	1,7	0,0	119,3	320
	У т.ч. сосна	37,3	9,8	29,3	75,5	3,0	1,7	0,0	119,2	320
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	677
	Твердолистяні	136,5	6,1	107,3	347,1	110,3	124,8	36,9	732,5	537
	У т.ч. дуб	99,9	3,4	98,4	316,2	65,4	67,5	12,3	563,2	564
	М’ягколистяні	6,5	0,5	0,9	8,5	3,4	7,2	8,1	28,5	440
	У т.ч. береза	1,4	0,2	0,5	4,1	1,2	0,4	0,0	6,5	478
	осика	0,4	0,0	0,0	0,2	0,1	0,4	0,8	1,5	369
	Інші деревні породи	3,8	0,0	0,2	3,0	1,5	1,8	1,4	7,9	209
	Усього	184,1	16,4	137,7	434,0	118,2	135,5	46,4	888,2	482
Житомир-ська	Хвойні	599,1	122,8	440,4	1107,7	516,2	226,4	6,3	2419,8	404
	У т.ч. сосна	591,7	121,2	417,8	1092,8	514,2	224,5	6,2	2376,7	402
	ялина	7,3	1,5	22,6	14,7	2,0	1,8	0,0	42,6	586
	Твердолистяні	198,7	36,2	121,3	852,1	120,9	169,6	20,2	1320,3	665
	У т.ч. дуб	191,5	34,5	117,1	841,5	104,7	156,5	17,9	1272,1	664
	бук	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	824
	М’ягколистяні	203,6	22,1	75,8	346,5	249,7	217,4	18,4	929,8	457
	У т.ч. береза	147,0	17,3	63,5	269,6	212,6	153,0	5,1	721,2	491
	осика	8,6	1,3	2,5	1,4	4,6	16,8	8,4	34,9	407
	Інші деревні породи	0,2	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,2	0,5	268
	Усього	1001,6	181,0	637,7	2306,4	886,8	613,6	45,1	4670,5	466

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Закарпатська	Хвойні	194,8	55,1	112,8	427,3	129,5	107,8	38,8	871,3	447
	У т.ч. сосна	0,7	0,1	0,6	1,9	0,4	0,1	0,1	3,1	448
	ялина	180,8	35,8	103,0	408,4	118,5	95,8	29,2	790,7	437
	ялиця	12,6	18,9	9,2	15,2	9,8	11,9	9,6	74,5	590
	Твердолистяні	456,5	118,6	242,6	1787,7	394,3	458,2	399,1	3400,6	745
	У т.ч. дуб	52,9	12,6	55,1	227,7	58,2	44,0	3,0	400,6	757
	бук	389,1	95,6	166,3	1530,0	316,3	391,1	381,9	2881,1	740
	М’ягколистяні	2,3	0,0	1,1	5,3	1,7	2,3	0,9	11,3	495
	У т.ч. береза	1,3	0,0	0,9	4,1	1,0	0,6	0,0	6,6	532
	осика	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,6	497
	Інші деревні породи	3,1	3,9	4,2	8,4	0,6	0,5	0,4	18,0	578
	Усього	656,7	177,6	360,7	2228,7	526,1	568,9	439,2	4301,2	655
Запорізька	Хвойні	16,7	6,5	23,2	6,1	0,0	0,0	0,0	35,8	214
	У т.ч. сосна	16,7	6,5	23,2	6,1	0,0	0,0	0,0	35,8	214
	Твердолистяні	70,1	6,0	32,0	69,3	25,0	54,7	53,6	240,7	343
	У т.ч. дуб	16,2	1,8	18,5	41,6	1,8	1,3	0,1	65,1	402
	М’ягколистяні	8,3	0,1	0,6	3,5	3,9	7,8	19,0	34,9	423
	У т.ч. береза	0,4	0,0	0,6	0,8	0,0	0,0	0,0	1,3	367
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	338
	Інші деревні породи	5,9	0,2	0,9	2,4	1,9	2,9	1,8	10,1	172
	Усього	101,0	12,8	56,7	81,4	30,8	65,5	74,3	321,5	318

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Івано-Франківська	Хвойні	337,3	71,7	284,2	697,7	192,5	121,1	14,5	1381,7	410
	У т.ч. сосна	7,3	0,7	17,1	14,1	1,2	0,7	0,2	34,1	465
	ялина	298,6	43,9	248,9	626,4	156,8	97,7	10,3	1184,1	397
	ялиця	30,8	27,0	18,1	56,6	33,9	22,3	3,5	161,4	524
	Твердолистяні	213,4	49,0	204,8	875,1	175,2	97,6	24,0	1425,7	668
	У т.ч. дуб	77,3	25,5	131,4	288,8	24,3	7,7	2,2	479,9	621
	бук	120,5	20,8	62,6	533,0	130,0	73,2	19,4	839,1	696
	М’ягколистяні	14,5	0,9	2,9	33,7	18,6	10,8	1,8	68,7	473
	У т.ч. береза	6,4	0,7	1,6	16,6	12,5	4,0	0,1	35,5	555
	осика	0,6	0,1	0,4	0,5	0,5	1,1	0,3	2,9	479
	Інші деревні породи	5,8	0,1	0,4	5,0	3,3	4,2	0,0	12,9	224
	Усього	571,0	121,7	492,4	1611,5	389,6	233,6	40,4	2889,0	506
Київська	Хвойні	415,5	60,2	340,6	971,1	297,3	99,2	4,7	1773,1	427
	У т.ч. сосна	414,2	60,0	337,9	968,4	296,6	98,7	4,6	1766,1	426
	ялина	1,2	0,2	2,6	2,6	0,7	0,4	0,0	6,6	545
	ялиця	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	167
	Твердолистяні	153,9	25,3	116,7	631,1	111,6	94,7	29,8	1009,1	656
	У т.ч. дуб	123,9	19,8	82,6	592,1	73,3	35,6	11,2	814,5	657
	бук	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	585
	М’ягколистяні	84,6	5,7	24,3	190,8	74,1	58,9	10,9	364,7	431
	У т.ч. береза	42,0	2,7	15,3	115,5	47,9	25,2	0,6	207,2	493
	осика	3,8	0,6	1,8	1,5	2,1	7,1	1,8	14,9	387
	Інші деревні породи	1,4	0,5	0,2	0,9	1,1	0,7	1,0	4,5	334
	Усього	655,4	91,6	481,8	1794,0	484,1	253,5	46,5	3151,5	481

Продовження додатку 5

Адміні-стративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	при-стиглі	стиглі	пере-стиглі	усього	
Кіровоградська	Хвойні	11,2	2,7	20,7	14,2	0,6	0,0	0,0	38,3	342
	У т.ч. сосна	11,2	2,7	20,6	14,1	0,6	0,0	0,0	38,1	342
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	571
	Твердолистяні	148,6	23,5	97,8	572,1	75,1	82,6	43,2	894,3	602
	У т.ч. дуб	109,9	12,2	65,0	521,8	43,8	33,1	19,0	694,8	632
	М’ягколистяні	2,6	0,1	0,5	5,3	1,1	2,6	1,9	11,4	444
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	326
	осика	0,2	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,1	0,9	395
	Інші деревні породи	2,2	0,2	1,1	2,4	0,4	0,2	0,0	4,4	199
	Усього	164,6	26,5	120,1	594,1	77,2	85,4	45,1	948,4	576
Луганська	Хвойні	102,2	14,8	126,1	214,0	16,7	3,1	0,1	374,7	367
	У т.ч. сосна	102,2	14,8	126,1	214,0	16,7	3,1	0,1	374,6	367
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	340
	Твердолистяні	169,4	5,0	78,4	448,4	181,9	190,9	71,1	975,7	576
	У т.ч. дуб	125,5	2,4	52,3	414,6	134,2	128,5	38,9	770,9	614
	М’ягколистяні	17,4	0,7	2,5	23,5	16,3	13,0	19,4	75,4	434
	У т.ч. береза	6,0	0,3	1,6	13,6	10,4	1,9	0,0	27,8	467
	осика	0,5	0,0	0,2	0,2	0,8	0,6	0,1	2,0	423
	Інші деревні породи	3,5	0,1	0,6	3,9	1,5	1,2	0,8	8,0	232
	Усього	292,4	20,5	207,7	689,8	216,3	208,1	91,3	1433,8	490

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Львівська	Хвойні	278,9	103,5	243,3	554,9	251,7	91,9	6,1	1251,5	449
	У т.ч. сосна	136,5	29,4	120,2	276,5	139,8	24,3	0,2	590,6	433
	ялина	84,0	21,9	77,5	161,2	50,4	38,8	2,2	352,0	419
	ялиця	52,3	51,5	44,7	109,5	53,7	26,6	1,5	287,5	550
	Твердолистяні	287,7	67,8	294,0	1061,0	311,9	202,5	25,8	1962,9	682
	У т.ч. дуб	137,8	32,0	209,6	549,1	79,3	37,1	4,2	911,3	661
	бук	130,1	24,3	54,3	467,0	196,3	138,0	16,3	896,2	689
	М’ягколистяні	54,5	1,6	10,4	101,5	52,5	41,1	4,6	211,9	389
	У т.ч. береза	14,3	0,3	1,6	29,5	23,4	16,7	1,0	72,4	507
	осика	0,7	0,0	0,2	0,6	0,6	1,2	0,7	3,4	479
	Інші деревні породи	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4	350
	Усього	621,2	173,0	547,7	1717,6	616,2	335,6	36,7	3426,7	552
Миколаївська	Хвойні	28,8	8,0	55,6	14,5	0,0	0,0	0,0	78,1	271
	У т.ч. сосна	28,8	8,0	55,6	14,5	0,0	0,0	0,0	78,0	271
	ялина	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	445
	Твердолистяні	64,8	5,6	38,5	111,7	43,3	45,3	18,8	263,1	406
	У т.ч. дуб	18,6	2,6	24,6	57,5	1,4	1,1	0,2	87,3	469
	М’ягколистяні	0,9	0,0	0,2	0,9	0,4	0,9	0,9	3,3	385
	У т.ч. береза	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,4	432
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	416
	Інші деревні породи	3,8	0,4	2,1	3,6	0,4	0,6	0,8	8,0	213
	Усього	98,2	14,0	96,4	130,7	44,1	46,8	20,5	352,5	359

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Одеська	Хвойні	18,0	8,4	22,3	3,5	0,2	0,0	0,0	34,4	191
	У т.ч. сосна	17,9	8,4	22,0	3,4	0,2	0,0	0,0	34,0	190
	ялина	0,1	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	543
	Твердолистяні	170,5	14,0	84,1	481,5	75,9	149,7	66,3	871,5	511
	У т.ч. дуб	122,4	11,6	71,9	425,4	44,8	100,7	20,2	674,6	551
	М’ягколистяні	8,9	0,2	0,5	9,9	4,3	3,6	21,4	39,9	448
	У т.ч. береза	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,5	385
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	343
	Інші деревні породи	6,5	0,4	2,4	8,0	1,7	0,7	2,8	16,0	247
	Усього	203,9	22,9	109,4	502,9	82,0	154,1	90,5	961,8	472
Полтавська	Хвойні	98,7	17,0	74,7	299,1	23,9	3,5	0,0	418,2	424
	У т.ч. сосна	98,6	17,0	74,5	299,0	23,9	3,5	0,0	417,8	424
	ялина	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,3	385
	Твердолистяні	108,9	12,4	56,3	478,6	46,2	58,5	20,8	672,7	618
	У т.ч. дуб	93,6	8,7	43,5	456,4	31,5	38,2	9,9	588,3	628
	М’ягколистяні	37,8	2,8	12,4	57,8	25,9	44,4	23,8	167,2	443
	У т.ч. береза	4,0	0,3	1,6	12,5	2,8	3,2	0,0	20,5	508
	осика	4,9	0,9	4,1	4,8	3,8	6,0	2,0	21,7	444
	Інші деревні породи	2,0	0,3	0,3	0,9	0,5	0,4	2,0	4,3	215
	Усього	247,4	32,6	143,6	836,4	96,5	106,7	46,5	1262,4	510

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Рівненська	Хвойні	486,2	94,7	482,4	843,1	347,4	174,5	4,7	1946,7	400
	У т.ч. сосна	480,9	93,8	464,2	838,6	345,1	171,1	4,3	1917,2	399
	ялина	5,2	0,8	17,8	4,3	2,1	3,4	0,3	28,8	552
	ялиця	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	323
	Твердолистяні	80,7	15,2	90,5	269,6	45,3	66,1	13,4	500,1	620
	У т.ч. дуб	72,6	14,7	83,5	252,6	24,5	55,2	12,0	442,5	610
	бук	0,3	0,0	0,9	1,1	0,0	0,0	0,0	2,0	753
	М’ягколистяні	162,1	16,9	40,4	375,4	165,6	100,1	7,9	706,3	436
	У т.ч. береза	92,5	10,8	28,2	252,3	114,1	53,6	2,9	461,8	499
	осика	2,5	0,4	0,4	0,9	2,1	5,7	1,0	10,5	424
	Інші деревні породи	0,3	0,0	0,0	0,4	0,1	0,0	0,2	0,7	273
	Усього	729,3	126,8	613,3	1488,6	558,3	340,8	26,1	3153,8	432
Сумська	Хвойні	173,0	18,6	98,4	416,5	222,8	43,9	0,7	800,8	463
	У т.ч. сосна	169,1	17,5	85,2	411,9	221,6	42,1	0,7	778,9	460
	ялина	3,5	1,1	13,1	4,2	1,0	1,3	0,0	20,7	590
	Твердолистяні	195,3	41,8	173,1	811,4	279,8	79,2	19,3	1404,5	719
	У т.ч. дуб	175,9	17,0	115,8	791,2	249,8	57,4	12,7	1244,1	707
	М’ягколистяні	56,5	5,0	21,0	139,6	44,4	46,0	12,2	268,2	475
	У т.ч. береза	22,2	2,2	8,7	64,8	19,2	19,6	1,2	115,7	521
	осика	7,6	1,6	4,6	5,7	7,3	9,7	3,8	32,7	433
	Інші деревні породи	0,3	0,0	0,1	0,5	0,4	0,0	0,1	1,0	360
	Усього	425,0	65,4	292,5	1367,9	547,3	169,1	32,2	2474,5	582

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Тернопільська	Хвойні	29,1	5,6	49,3	59,2	17,0	5,9	0,2	137,2	471
	У т.ч. сосна	19,2	3,4	33,2	38,2	10,3	4,4	0,0	89,3	465
	ялина	6,9	2,1	15,8	18,1	1,2	0,1	0,0	37,2	542
	ялиця	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	377
	Твердолистяні	148,3	34,5	164,0	547,0	141,3	82,5	16,5	985,8	665
	У т.ч. дуб	105,0	24,2	130,2	472,4	43,3	10,4	4,4	684,8	652
	бук	17,2	5,7	7,4	25,6	50,2	20,7	0,3	109,8	640
	М’ягколистяні	5,4	0,2	1,3	8,7	8,2	8,0	0,8	27,2	500
	У т.ч. береза	3,4	0,1	1,0	5,0	6,1	5,6	0,2	18,1	533
	осика	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,3	394
	Інші деревні породи	0,4	0,1	0,5	0,6	0,1	0,0	0,1	1,5	424
	Усього	183,2	40,4	215,1	615,5	166,7	96,4	17,6	1151,7	629
Харківська	Хвойні	125,0	17,4	99,8	389,0	55,8	12,8	0,2	575,0	460
	У т.ч. сосна	125,0	17,4	99,8	388,9	55,7	12,7	0,2	574,7	460
	ялина	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3	508
	Твердолистяні	231,5	20,0	113,2	1121,2	227,0	146,6	43,5	1671,5	722
	У т.ч. дуб	207,0	12,6	80,6	1085,8	197,7	119,5	29,8	1526,1	737
	М’ягколистяні	21,2	2,5	6,1	33,7	16,1	23,5	17,0	98,8	467
	У т.ч. береза	3,3	0,8	1,9	10,5	2,3	1,3	0,0	16,8	508
	осика	5,2	1,1	2,2	3,2	6,1	7,8	2,9	23,3	450
	Інші деревні породи	0,6	0,0	0,1	0,9	0,4	0,3	0,1	1,8	290
	Усього	378,3	40,0	219,3	1544,8	299,3	183,1	60,8	2347,2	620

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Херсонська	Хвойні	84,3	12,1	133,6	84,9	0,4	0,4	0,0	231,5	275
	У т.ч. сосна	84,3	12,1	133,6	84,9	0,4	0,4	0,0	231,5	275
	Твердолистяні	21,8	1,3	3,5	9,7	5,5	33,3	46,4	99,6	457
	У т.ч. дуб	1,9	0,1	2,3	6,5	0,1	0,2	0,0	9,1	479
	М’ягколистяні	7,5	0,0	0,4	5,0	1,0	2,6	25,6	34,6	459
	У т.ч. береза	0,8	0,0	0,0	2,7	0,0	0,0	0,0	2,7	342
	осика	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	295
	Інші деревні породи	2,6	0,2	0,8	1,3	0,6	0,9	1,6	5,3	206
	Усього	116,3	13,6	138,2	101,0	7,5	37,2	73,6	371,1	319
Хмельницька	Хвойні	84,1	20,0	113,3	147,4	81,2	19,9	0,3	382,1	454
	У т.ч. сосна	70,8	14,7	64,7	126,9	79,0	18,6	0,2	304,2	429
	ялина	11,6	5,1	42,4	17,8	2,0	1,1	0,0	68,4	591
	Твердолистяні	153,3	41,5	159,5	504,2	115,4	123,9	45,0	989,4	646
	У т.ч. дуб	123,9	38,4	143,9	469,5	80,8	50,3	5,0	788,0	636
	бук	1,3	0,7	1,9	2,9	0,2	1,1	0,4	7,2	569
	М’ягколистяні	27,5	1,5	5,5	38,5	35,5	34,2	4,9	120,2	437
	У т.ч. береза	15,7	0,6	1,9	18,9	27,2	26,8	3,4	78,8	503
	осика	0,5	0,0	0,2	0,1	0,4	1,0	0,3	2,0	414
	Інші деревні породи	0,3	0,0	0,0	0,5	0,1	0,1	0,0	0,8	300
	Усього	265,1	63,0	278,3	690,6	232,2	178,2	50,2	1492,5	563

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Черкаська	Хвойні	99,0	17,8	107,1	257,7	55,8	14,7	0,2	453,4	458
	У т.ч. сосна	98,6	17,8	106,3	256,9	55,7	14,6	0,2	451,4	458
	ялина	0,3	0,1	0,8	0,7	0,1	0,1	0,0	1,8	563
	Твердолистяні	199,3	33,5	169,6	794,1	199,3	124,0	54,0	1374,6	690
	У т.ч. дуб	154,9	21,8	132,9	750,9	156,3	36,6	4,8	1103,4	712
	М’ягколистяні	15,3	1,8	4,8	36,3	13,4	12,4	4,7	73,4	478
	У т.ч. береза	2,7	0,4	1,3	8,5	3,2	0,9	0,1	14,4	522
	осика	0,5	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,1	2,0	428
	Інші деревні породи	1,5	0,0	0,1	1,8	0,6	0,3	1,0	3,8	256
	Усього	315,1	53,3	281,6	1089,8	269,2	151,4	60,0	1905,2	605
Чернівецька	Хвойні	118,5	40,9	91,9	163,1	64,6	165,5	5,3	531,3	448
	У т.ч. сосна	1,3	0,2	1,9	3,7	0,2	0,4	0,0	6,2	479
	ялина	77,6	12,9	69,7	144,5	34,9	44,7	1,0	307,8	397
	ялиця	39,5	27,6	20,2	14,9	29,5	120,3	4,3	216,8	549
	Твердолистяні	113,5	21,8	93,1	398,2	144,2	103,5	19,8	780,5	687
	У т.ч. дуб	44,4	7,9	55,8	175,4	33,3	25,3	7,1	304,8	686
	бук	61,7	12,2	30,8	213,8	101,2	59,5	8,5	426,0	691
	М’ягколистяні	3,4	0,1	1,3	5,5	4,0	3,8	1,5	16,2	473
	У т.ч. береза	1,4	0,0	0,7	2,1	2,9	1,4	0,1	7,2	518
	осика	0,2	0,0	0,1	0,0	0,4	0,2	0,1	0,9	501
	Інші деревні породи	1,2	0,0	0,3	2,5	0,6	0,1	0,0	3,6	297
	Усього	236,7	62,8	186,6	569,4	213,3	272,9	26,7	1331,6	563

Продовження додатку 5

Адміністративно-територіальна одиниця	Група порід та панівна порода	Площа, тис. га	ЧПП, тис. т вуглецю за групами віку							Щільність ЧПП, г С·(м^2)$^{-1}$
			мол 1	мол 2	середньо-вікові	пристиглі	стиглі	перестиглі	усього	
Чернігівська	Хвойні	415,0	56,0	231,4	737,8	562,4	88,1	0,3	1676,0	404
	У т.ч. сосна	407,8	52,8	213,4	732,4	559,2	87,5	0,2	1645,4	404
	ялина	7,1	3,2	18,0	5,2	3,1	0,5	0,0	30,1	427
	Твердолистяні	118,7	21,7	99,1	473,5	98,3	64,7	7,8	765,1	644
	У т.ч. дуб	110,7	14,9	82,7	464,0	83,6	60,6	2,8	708,4	640
	М’ягколистяні	127,4	14,3	56,1	245,5	118,3	127,3	22,3	583,8	458
	У т.ч. береза	67,2	6,8	33,2	169,4	69,6	54,2	0,8	334,0	497
	осика	13,3	3,1	8,5	6,8	13,4	18,8	5,4	56,0	421
	Інші деревні породи	4,6	0,0	0,0	0,2	0,6	1,4	6,8	9,0	195
	Усього	665,7	92,0	386,6	1457,1	779,6	281,6	37,2	3034,0	456
У цілому в Україні	Хвойні	4244,5	847,2	3701,5	8383,9	3159,3	1230,7	90,7	17413,3	410
	У т.ч. сосна	3399,1	587,2	2938,0	6742,7	2635,4	754,6	25,6	13683,5	403
	ялина	696,6	133,3	662,0	1427,4	381,5	289,7	43,3	2937,2	422
	ялиця	135,3	125,0	92,3	196,2	126,9	181,2	18,9	740,4	547
	Твердолистяні	4202,2	693,4	3056,7	14583,3	3499,6	3475,0	1519,3	26827,3	638
	У т.ч. дуб	2753,5	402,1	2259,5	10940,8	1948,9	1640,0	468,8	17660,1	641
	бук	758,1	159,3	324,4	2886,8	832,2	723,8	467,6	5394,1	712
	М’ягколистяні	1056,5	99,8	325,9	2054,9	1015,7	859,9	275,6	4631,7	438
	У т.ч. береза	504,0	57,3	196,1	1180,9	638,0	395,6	20,3	2488,3	494
	осика	53,4	9,9	26,5	28,5	45,6	83,3	32,0	225,8	423
	Інші деревні породи	70,7	8,1	17,7	59,4	26,4	26,1	31,7	169,4	240
	Усього	**9573,8**	**1648,4**	**7101,7**	**25081,5**	**7701,0**	**5591,7**	**1917,3**	**49041,7**	**512**

ЗМІСТ

ВСТУП **3**
INTRODUCTION **10**
1. ЛІСИ ТА ЛІСОВЕ ГОСПОДАРСТВО УКРАЇНИ 15
1.1. Загальна характеристика українських лісів 15
1.2. Динаміка лісистості 31
1.3. Лісова промисловість 37
Summary 45
2. ОЦІНКА ЗАПАСІВ ФІТОМАСИ УКРАЇНСЬКИХ ЛІСІВ 47
2.1. Методичний підхід і дані 47
2.2. Розробка моделей фітомаси 49
2.3. Результати оцінки фітомаси 57
2.4. Динаміка фітомаси лісів за 1988–2011 роки 62
2.5. Запаси вуглецю у деревині відпаду 66
Summary 70
3. ОЦІНКА ПЕРВИННОЇ НЕТТО-ПРОДУКЦІЇ **72**
3.1. Методологія, методика та моделі 72
3.1.1. Теоретичні засади оцінки первинної нетто-продукції 72
3.1.2. Метод та моделі оцінки первинної нетто-продукції 76
3.2. Первинна нетто-продукція українських лісів 80
Summary 84
4. ПРОГНОЗ ДИНАМІКИ ТА БІОСФЕРНОЇ РОЛІ УКРАЇНСЬКИХ ЛІСІВ **86**
4.1. Сценарії динаміки лісів 86
4.2. Вуглецевий бюджет лісів 89
4.2.1. Теоретичні засади оцінки вуглецевого бюджету лісів 89
4.2.2. Чиста екосистемна продукція лісових екосистем 94
4.2.3. Емісії вуглецю внаслідок порушень у лісових екосистемах 102

4.2.4. Чистий екосистемний бюджет лісів.....110
4.3. Очікувані кліматичні зміни в Україні 114
4.4. Вплив кліматичних змін та зовнішнього середовища на ліси ...123
4.4.1. Зміни клімату та ліси України.....123
4.4.2. Вплив зміни навколишнього середовища на продуктивність лісів 127
4.5. Прогноз динаміки лісів України та вуглецевого бюджету на 2015–2030 роки 134
4.5.1. Методичні передумови моделювання.....134
4.5.2. Інерційний сценарій.....137
4.5.3. Прогресивний сценарій.....140
4.6. Динаміка нетто-біомної продукції у 2011–2030 роках.....151
Summary 153
5 АДАПТАЦІЯ ЛІСІВ ТА РОЛЬ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ В ПОМ'ЯКШЕННІ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН.....156
5.1. Проблеми адаптації лісів до змін клімату.....156
5.2. Заходи з адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату..168
5.2.1. Збільшення площі лісів.....168
5.2.2. Система захисних лісів на сільськогосподарських землях 170
5.2.3. Заходи з адаптації та пом'якшення наслідків змін клімату в лісовому господарстві та лісоуправлінні.....176
5.2.4. Економічні передумови заходів з адаптації та пом'якшення кліматичних змін 183
Summary 188
ЗАМІСТЬ ВИСНОВКІВ.....190
CONCLUDING REMARKS.....199
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 206
ДОДАТКИ 225

Наукове видання

Швиденко Анатолій Зіновійович
ЛАКИДА Петро Іванович
ЩЕПАЩЕНКО Дмитро Геннадійович
ВАСИЛИШИН Роман Дмитрович
МАРЧУК Юрій Миколайович

ВУГЛЕЦЬ, КЛІМАТ ТА ЗЕМЛЕУПРАВЛІННЯ В УКРАЇНІ: ЛІСОВИЙ СЕКТОР

М о н о г р а ф і я

Редактор *Г.Г. Руденко*

Підп. до друку 25.03.2014. Формат 60х84/ 16. Папір офсет.

Обл. вид. арк. 15,25. Ум. друк. арк. 16,50.

Наклад 300 прим. Зам. 406.

Видавець та виготівник ФОП В.М. Гавришенко,
свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 3735 від 17.03.10.

19400, Черкаська обл., м. Корсунь-Шевченківський,
вул. Леніна, 22, тел./факс: (04735) 2-42-46
e-mail: irena22@ukr.net

View publication stats