

Hrynyk H.H. Exposition-orographic models of locations places of optimum-productive spruces forests stands in Ukrainian Carpathians

The features of distributing of areas of spruces forests stands in Ukrainian Carpathians after certain height ranges above a sea level, by expositions and steepness of slope are investigational. Certainly mean values of relative stocking classes for the proper exposition-orographic groups of forests stands. The proper display orographic models of optimum-productive places of locations of spruces forests stands in Ukrainian Carpathians are proposed.

Keywords: spruce, Ukrainian Carpathians, mountain forests stands, models of locations places of optimum-productive forests stands.

УДК 004.9 Асист. М.Ю. Лесів¹, канд. техн. наук; проф. Д.Г. Щепашенко², д-р біол. наук; проф. А.З. Швіденко², д-р с.-г. наук; проф. Р.А. Бунь¹, д-р техн. наук

ПОБУДОВА КАРТИ ЛІСІВ УКРАЇНИ ЗА ДАНИМИ ГЛОБАЛЬНИХ ЦИФРОВИХ КАРТ ЗЕМЕЛЬНОГО ПОКРИВУ

Представлено метод побудови цифрової карти лісів України на основі даних про лісові землі з глобальних цифрових карт. Проаналізовано найновіші глобальні карти, що охоплюють територію України: GlobCover 2009, MODIS v.5 та GLC-2000. На основі розробленого методу створено цифрову карту лісів України з інформацією про ділянки з високою ймовірністю лісів, в яких дані всіх глобальних карт збігаються, а також землі з малою та середньою ймовірністю розміщення на них лісів. Порівняно отримані результати з даними обліку лісових земель по областях. Найкраще визначено лісові масиви в Лісовій природній зоні, у Карпатах та Криму, найгірше – у Степу.

Ключові слова: глобальна карта, земельний покрив, ліс, цифрова карта лісів.

Постановка завдання. Створення цифрової карти земельного покриття є вкрай актуальним завданням для кожної країни. Ці карти є джерелом базової інформації для широкого кола застосувань, наприклад: як вхідні дані у моделях землекористування та змін у землекористуванні, кліматичних моделях; під час оцінювання наявних земельних ресурсів для виробництва біопалива; для забезпечення людства продуктами, і під час моделювання розподілу орних земель тощо. Далі під "глобальними продуктами земельного покриття" будемо мати на увазі – глобальні цифрові карти (від англійського терміну – "global land cover products").

Чимало країн розробили свої власні продукти земельного покриття. Наприклад, для країн Європейського союзу розроблено Corine Land Cover 2000 – векторна і растрова карти, створені в рамках європейської програми з координування інформації про навколишнє середовище [1]. Ця карта містить також і детальну інформацію про розміщення лісів і паркових зон. Для Росії створено гібридну цифрову карту земельного покриття на основі даних дистанційного зондування та статистичної інформації [2]. На жаль, для України не створено відповідної карти земельного покриття, зокрема немає належної

карти лісів, яку можна було б використати у моделюванні біомаси та оцінюванні вуглецевого балансу.

За останні роки збільшилась кількість глобальних баз даних та розроблено ефективніші алгоритми класифікації земельного покриття. GlobCover 2009, MODIS v.5 та GLC-2000 – це найновіші глобальні продукти земельного покриття. Причому GlobCover 2009 (300 м) має краще просторове розширення порівняно з іншими аналогічними продуктами, такими як MODIS v.5 (500 м) та GLC-2000 (1 км). Ці три глобальні карти теж охоплюють територію України, проте для багатьох ділянок території ці продукти показують різні результати.

Мета цієї роботи – розроблення методики побудови узагальненої цифрової карти лісів України на основі даних глобальних продуктів земельного покриття.

Опис глобальних продуктів земельного покриття. Глобальну базу даних GLC-2000 створено Відділенням глобального моніторингу рослинності в Об'єднаному дослідному центрі (Global Vegetation Monitoring Unit of the Joint Research Center – JRC) Європейського союзу в співпраці з партнерами з різних частин світу [3]. Метою цього проекту було створення глобальної георозподіленої бази даних земельного покриття для 2000 р. на основі даних щоденного спостереження за 14 місяців спеціальним інструментом Vegetation на борту супутника SPOT4. Експерти створили карти 19 регіонів, проте з різними легендами, які пізніше було узагальнено, використовуючи Систему класифікації земельного покриття (LCCS) [4]. Ця система класифікації є стандартизованою системою апріорної класифікації, призначеною для задоволення конкретних потреб користувачів, зокрема побудови карт незалежно від масштабу або використаних засобів. Класифікація ґрунтується на великій кількості незалежних діагностичних критеріїв, які дають змогу виявити кореляцію з існуючими класифікаціями і легендами.

Moderate Resolution Imaging Spectoradiometer (MODIS) було запущено у 1999 р. на борту супутника Terra. Це основний сенсор для моніторингу екосистем для NASA Earth Observing System з розширенням 250-1000 м. На відміну від GLC-2000, глобальний продукт земельного покриття MODIS розроблено в Бостонському університеті з використанням підходу зверху-вниз на основі серії знімків за 2005 р. [5].

З роздільною здатністю 300 м, глобальний продукт GlobCover 2009 мав би бути найкращим у порівнянні з іншими. Очікувалося, що більше просторове розширення забезпечить поліпшення точності продукту, оскільки загальне число класів, що попадають в один піксель, зменшиться [6]. На відміну від GLC-2000, процедури побудови MODIS та GlobCover є автоматизованими [7], а це означає, що ці бази даних можна легко оновлювати і продукувати регулярно.

Методика. Усі три продукти (GlobCover 2009, GLC-2000, MODIS v.5) мають різні легенди карт земельного покриття. У легенді GlobCover 2009 виділено такі класи, що відповідають лісам за означенням:

- близькі до відкритих (> 15 %) широколистяні вічнозелені та напівлистопадні ліси (> 5 м);

¹ НУ "Львівська політехніка";

² Міжнародний інститут прикладного системного аналізу, Австрія

- закриті (> 40 %) листопадні широколистяні ліси (> 5 м);
- відкриті (15-40 %) листопадні широколистяні ліси (> 5 м);
- закриті (> 40 %) вічнозелені хвойні ліси (> 5 м);
- відкриті (15-40 %) хвойні листопадні або вічнозелені ліси;
- близькі до відкритих (> 15 %) мішані широколистяні та хвойні ліси (> 5 м).

У легенді MODIS v.5 ліси прокласифіковано так: вічнозелені хвойні; вічнозелені широколистяні; листопадні хвойні; листопадні широколистяні; мішані.

До лісів в MODIS v.5 за означенням також можна віднести деревні савани та савани. Практично в Україні саван немає. Але згідно з означенням, що подано в описі легенди, деревні савани – це території, покриті трав'яною рослинністю і з лісовим пологом 30-60 % території, а савани – з лісовим пологом 10-30 %. Припускаємо, що для України це ймовірні території з лісами.

У легенді GLC-2000 присутні такі класи лісів: вічнозелені хвойні; широколистяні; хвойні/широколистяні; мішані; широколистяні/хвойні; листопадні хвойні. За основу у побудові цифрової карти лісів України взято GlobCover 2009, тому що цей продукт має найбільшу роздільну здатність – 300 м на екваторі (для України це приблизно 309×204 м), тобто ця карта є більш деталізованою порівняно з іншими.

Запропоновано такий алгоритм для побудови карти лісів України:

- 1) з глобальних цифрових карт земельного покриття вирізаємо територію України, тим пікселям, що не належать території України присвоюємо значення "No Data";
- 2) растрові карти GLC-2000 та MODIS v.5 розбиваємо сіткою 300×300 м з прив'язкою до GlobCover 2009;
- 3) здійснюємо попиксельний аналіз даних з GlobCover 2009, GLC-2000 та MODIS v.5:
 - якщо всі три продукти вказують, що в аналізованому пікселі є ліс одного й того ж типу, то цьому пікселю присвоюємо відповідне значення – "мішаний ліс", "хвойний ліс" чи "широколистяний ліс";
 - якщо три продукти вказують, що в аналізованому пікселі є ліс, але класифікація не співпадає, то пікселю присвоюємо значення – "ліс";
 - якщо тільки два продукти вказують, що в аналізованому пікселі є ліс, то пікселю присвоюємо значення – "ліс з середньою ймовірністю";
 - якщо тільки один продукт вказує, що в аналізованому пікселі є ліс, то пікселю присвоюємо значення – "ліс з малою ймовірністю";
 - якщо жоден із продуктів не вказує про наявність в аналізованому пікселі лісу, то пікселю присвоюємо значення – "немає лісу".

Розроблено геоінформаційний інструмент на базі ArcGIS, що дає змогу автоматизувати запропонований алгоритм побудови карти лісу.

Результати. Використовуючи розроблену геоінформаційну технологію побудовано цифрову карту лісів, в якій кожен піксель, що відповідає ділянці розміром приблизно 309×204 м, містить інформацію про:

- наявність лісу певного типу (якщо відповідні дані з глобальних продуктів повністю збігаються);
- ймовірну наявність лісу (якщо відповідні дані з глобальних продуктів частково збігаються).

Отримані результати наведено у таблиці, а також проілюстровано на рис. 1.

Табл. Результати попиксельного аналізу глобальних цифрових карт для території України

Ліси	Кількість пікселів	Площа, га
Мішані ліси	94276	848 484
Закриті хвойні	408	3 672
Відкриті хвойні	56075	504 675
Закриті широколистяні	130205	1 171 845
Ліси	536798	4831182
Ліси з середньою ймовірністю	347355	3126195
Ліси з малою ймовірністю	729133	6 648 147
Всього		17 134 200

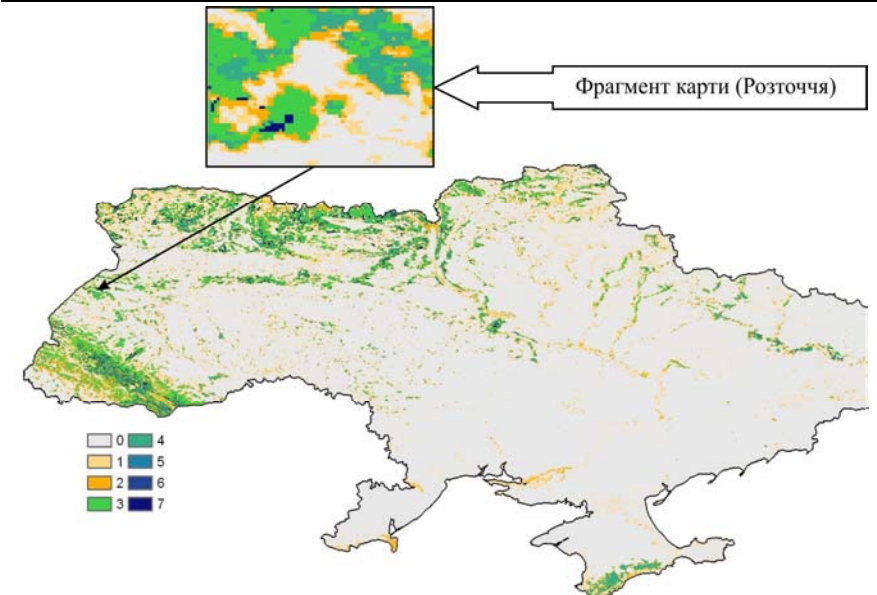


Рис. 1. Карта лісів України: 7) мішані ліси, 6) закриті хвойні ліси; 5) відкриті хвойні ліси, 4) закриті широколистяні ліси, 3) ліси, 2) ліси з середньою ймовірністю, 1) ліси з малою ймовірністю, 0) немає лісу)

Отриману цифрову карту лісів України порівняно з даними державного обліку лісових територій по областях. Узагальнені результати порівняння наведено на рис. 2. Області посортовані у порядку спадання частки лісів, визначених усіма трьома глобальними продуктами, до суми площі усіх лісів в області. На рис. 2 введено позначення: "Ліси: 3 продукти" – це території лісу, які визначено однаково в усіх трьох глобальних продуктах земельного покриття (GlobCover 2009, GLC-2000, MODIS v.5), аналогічно – "Ліси: 2 продукти" та "Ліси: 1 продукт"; "Лісгоспи" – ліси, що підпорядковані державним лісовим підприємствам, а це приблизно 66 % усіх лісів України; "Усі ліси" – всі ліси України.

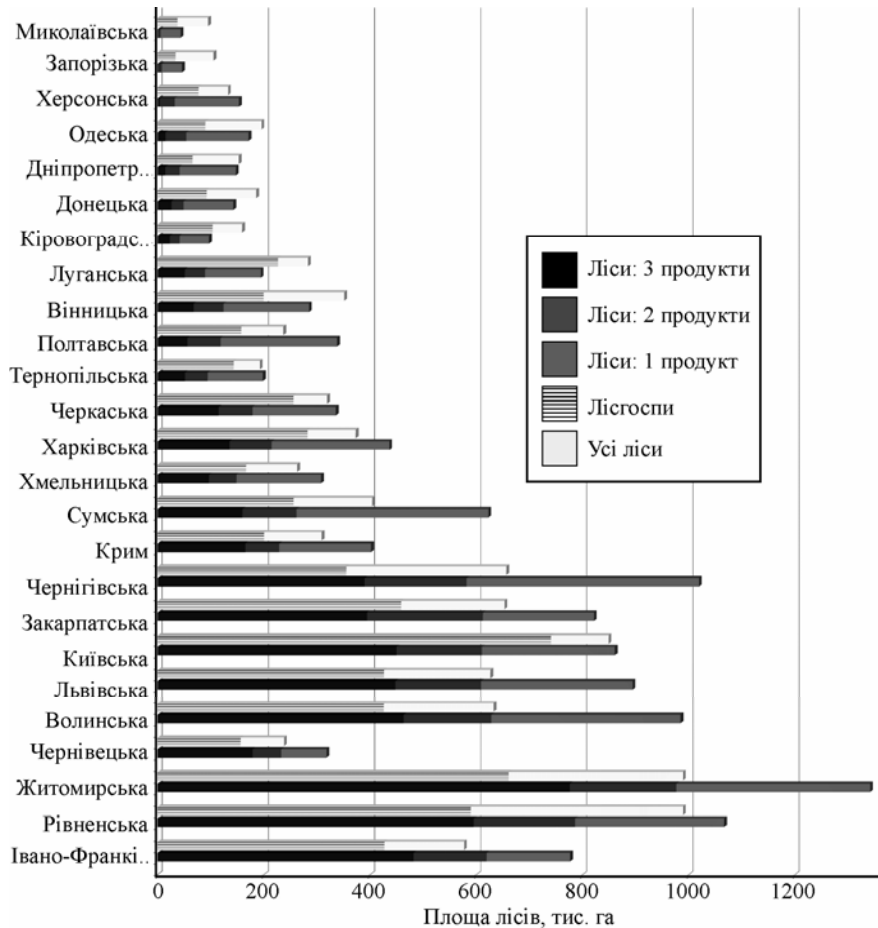


Рис. 2. Порівняльний аналіз площ лісів за даними глобальних цифрових карт та даними державного обліку лісових земель (2010)

Результати, які отримано у вигляді цифрової растрової карти лісів, показали, що за допомогою глобальних цифрових карт земельного покриття можна точно визначити розміщення приблизно 50 % лісових земель. Інші території можна ідентифікувати під час аналізу ймовірних територій з лісами, попередньо визначивши коефіцієнти довіри для окремих продуктів. Потрібно зазначити, що глобальні цифрові карти дуже добре ідентифікують території великих лісових масивів, тому й найкраще оцінено відповідно області Лісової зони, а також Карпат – це Івано-Франківська, Рівненська, Житомирська, Чернівецька, Волинська та інші області.

Найменше інформації про лісові землі можна отримати з глобальних карт у Степовій зоні, особливо в Миколаївській та Запорізькій областях, де частка визначених лісових земель менша ніж 2 %. Це пояснюється тим, що

лісові ділянки у цих областях досить невеликі за розміром, які важко ідентифікувати, особливо за такої малої роздільної здатності, як 1×1 км, або ж 500×500 м. Відповідно, також паркові зони у великих містах глобальні продукти GLC-2000, MODIS v.5 не ідентифікують, а GlobCover 2009 визначає лише частково ці території.

Висновки. Отже, запропоновано методику побудови цифрової карти лісу на основі глобальних карт земельного покриття для території України. Використовуючи засоби ArcGIS, побудовано растрову карту лісу України з інформацією про лісові землі, які однаково визначені в усіх трьох продуктах земельного покриття, або лише в двох чи одному. Отримані результати порівняно з даними державного обліку лісів по областях та по природних зонах. Лише 50 % території лісів України можна точно визначити за допомогою глобальних цифрових карт земельного покриття. Це переважно області Лісової зони та Карпат. Невеликі лісові ділянки дуже важко ідентифікувати, тому в Степовій зоні визначено лише приблизно 11 % території лісів.

Подяка. Цю роботу виконано в рамках проекту GESAPU (Marie Curie Project n°247645 FP7-PEOPLE-2009-IRSES): "Геоінформаційні технології, просторово-часові підходи та оцінювання повного вуглецевого балансу для підвищення точності інвентаризації парникових газів" (2010-2014 pp.).

Література

1. Corine Land Cover / European Environmental Agency. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>.
2. Schepaschenko D. A new hybrid land cover dataset for Russia: a methodology for integrating statistics, remote sensing and in situ information / D. Schepaschenko, I. McCallum et al // Journal of Land Use Science. – 2011. – Vol. 6, No. 4. – P. 245-259.
3. Bartholomé E. GLC2000: a new approach to global land cover mapping from earth observation data / E. Bartholomé and A.S. Belward // Int. J. Remote Sensing. – 2005. – Vol. 26. – P. 1959-1977.
4. Land Cover Classification System: Classification Concepts and User Manual / A. Di Gregorio and L. Jansen. – 2000. – 190 p.
5. Bontemps S. GLOBCOVER 2009: Products Description and Validation Report (ESA and UCLouvain) / S. Bontemps et al // 2011. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.ionia1.esrin.esa.int/docs/GLOBCOVER2009_Validation_Report_2.2.pdf.
6. Friedl M. MODIS Collection 5 global land cover: algorithm refinements and characterization of new datasets / M. Friedl et al // Remote Sensing Environ. – 2010. – Vol. 114. – P. 168-182.
7. Fritz S. Highlighting continued uncertainty in global land cover maps for the user community / S. Fritz, L. See et al // Environ. Res. Lett. 6. – October-December 2011, 044005. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.iopscience.iop.org/1748-9326/6/4/044005/fulltext/#erl403921bib15>.

Лесив М.Ю., Щепашенко Д.Г., Швиденко А.З., Бунь Р.А. Построение карты лесов Украины по данным глобальных цифровых карт земельного покрова

Представлен метод построения цифровой карты лесов Украины на основе данных о лесных землях из глобальных цифровых карт. Проанализированы новейшие глобальные карты, охватывающие территорию Украины: GlobCover 2009, MODIS v.5 и GLC-2000. На основе разработанной методики создана цифровая карта лесов Украины с информацией об участках с высокой вероятностью лесов, в которых данные всех глобальных продуктов совпадают, а также землях с малой и средней вероятностью размещения на них лесов. Сравнены полученные результаты с данными

учета лесных земель по областям. Лучше определены лесные массивы в Лесной природной зоне, в Карпатах и Крыму, хуже – в Степи.

Ключевые слова: глобальная карта, земельный покров, лес, цифровая карта лесов.

Lesiv M. Yu., Schepaschenko D.G., Shvidenko A.Z., Bun R.A. Creation of forest map for Ukraine using global land cover maps

The method for building forest digital map for Ukraine is presented based on the information of forest land in the global digital maps. The latest global maps covering the territory of Ukraine: Glob Cover 2009, MODIS v.5 and GLC-2000 were analyzed. Based on the developed method the digital map of Ukrainian forests was created with the information on forest land with high probability (all global products agreed) and land with low and medium probability of growing forest. The achieved results were compared with the national data of forest land account. The forest land was better defined in the Forest natural area, the Carpathians, and the Crimea; small forest was really badly identified in the steppe.

Keywords: global map, land cover, forest, digital forest map.

УДК 630*95 Ст. викл. О.П. Павліщук, канд. екон. наук; доц. С.В. Розвод, канд. екон. наук – НУ біоресурсів і природокористування України, м. Київ

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ЗАСАДИ ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ВУГЛЕЦЕДЕПОНУВАЛЬНОЇ ФУНКЦІЇ ЛІСІВ НА ОСНОВІ РЕНТНОГО ПІДХОДУ

Обґрунтовано можливість використання рентного підходу для економічної оцінки вуглецедепонуальної функції лісів. Наведено основні фактори, що визначають особливості практичного застосування рентного підходу з цією метою, а також труднощі у його використанні для економічної оцінки вуглецедепонуальної функції лісів. Окреслено напрями подальших досліджень у контексті використання рентного підходу для економічної оцінки вуглецедепонуальної функції лісів.

Ключові слова: вуглецедепонуальна функція лісів, економічна оцінка, рентний підхід, лісоресурсна рента, лісористування.

Постановка проблеми. Актуальність проблеми подолання глобальних екологічних загроз, що проявляються через природні катаклізми, потепління клімату, збіднення біорізноманіття, зумовлює необхідність реалізації ефективної екологічної, зокрема лісової політики, що базується на системі екологічних, економічних та соціально-правових інструментів. В умовах дефіцитності окремих компонентів природних ресурсів, що пов'язано з їх вичерпністю, таких масштабів та потоків матеріальних ресурсів сучасного виробництва, які призводять до глобальної деградації вразливих екосистем, об'єктивною необхідністю є докласти спільних зусиль світовою спільнотою в напрямку збереження й раціонального використання довкілля та природних ресурсів, підвищення ефективності економіки, забезпечення екологізації суспільного розвитку.

Економічна оцінка лісових ресурсів є одним із ефективних інструментів, спрямованих на усунення небажаних трансформацій в екологічній сфері, стабілізацію навколишнього природного середовища. Використання науково обґрунтованих методів економічної оцінки лісових насаджень, земель лісового фонду, соціально-екологічних функцій лісів дасть змогу залучити різні компоненти лісу у систему економічних відносин, належним чином відобра-

зити їх цінність у складі національного багатства країни, є важливим для належного обґрунтування ефективності природоохоронних заходів, удосконалення економічного регулювання процесом лісористування в умовах ринкової економіки та зростання глобальних екологічних загроз. При цьому актуальність економічної оцінки вуглецедепонуальної функції лісів значною мірою зумовлена посиленням зусиль світової спільноти у протидії глобальній зміні клімату, що потребує визначення та реалізації відповідних заходів щодо лісористування як на національному, так і на регіональному та локальному рівнях.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Узагальнення досліджень науковців дає змогу виокремити такі методи економічної оцінки вуглецедепонуальної функції лісів [1]: метод відверненої шкоди (method of avoided damages); метод умовного оцінювання (contingent valuation method); метод альтернативних витрат на пом'якшення змін клімату (alternative cost of mitigation); метод граничних альтернативних суспільних витрат (marginal social opportunity cost); ринковий метод (market method); метод витрат на заміщення послуги (зокрема, шляхом її відновлення) (replacement cost method); метод витрат на створення замітника послуги (зокрема, депонуванням вуглецю ґрунтами, його утримуванням у підземних резервуарах тощо) (substitute cost method).

На цей час апробованим в Україні є ринковий метод економічної оцінки вуглецедепонуальної функції лісів, згідно з яким критерієм оцінювання обрано вартість річного обсягу зв'язаного лісовою екосистемою двоокису вуглецю, визначену за цінами на квоти на викид парникових газів на міжнародному ринку [2]. Запропонована методика є придатною для застосування органами державного управління в Україні на мезо- і макрорівні з метою обґрунтування рішень щодо лісористування.

Важливість забезпечення ефективного ведення лісового господарства в умовах ринкової економіки, необхідність реалізації практичних заходів щодо збільшення вуглецедепонуальної здатності лісів на підприємствах лісового господарства, як вагомого фактора протидії глобальній зміні клімату, вимагає подальшого пошуку методів економічної оцінки вуглецедепонуальної функції лісів як інструменту прийняття відповідних управлінських рішень як на національному, так і на локальному рівнях (рівень лісгосподарських підприємств). У цьому випадку, на нашу думку, заслуговує на увагу рентна концепція, оскільки цінність ресурсів для суспільства найбільш повно характеризується економічним ефектом від їх використання.

Формування та реалізація рентних лісоресурсних відносин має важливе значення у забезпеченні соціально-економічного розвитку лісового комплексу України, підвищенні визначеності лісгосподарських підприємств у динамічному ринковому середовищі, прийнятті ефективних управлінських рішень щодо забезпечення розширеного відтворення лісових ресурсів, їх охорони, збереження, раціонального використання без нанесення шкоди довкіллю та із урахуванням глобальних екологічних загроз [3].

Постановка мети і завдань дослідження. Метою дослідження є обґрунтування теоретико-методологічних засад економічної оцінки вуглеце-