

УДК 630*54:620.9

Ю.Г. МАСІКЕВИЧ, докт. біол. наук, проф., НТУ «ХП»,
В.Д. СОЛОДКИЙ, канд. біол. наук, проф., НТУ «ХП»,
А.Ю. МАСІКЕВИЧ, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХП»,
В.Ф. МОІСЕЄВ, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХП»

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ЛІСОНАСАДЖЕНЬ ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ

Дана загальна характеристика енергетичних запасів лісових ресурсів Чернівецької області. Проведено оцінку середньорічних таксаційних, асиміляційних та енергетичних параметрів окремих показників фітомаси лісонасаджень. Проаналізовано економічну доцільність використання технологій утилізації первинних лісових відходів в регіоні

Дана общая характеристика энергетических запасов лесных ресурсов Черновицкой области. Проведено оценку среднегодовых таксационных, ассимиляционных и энергетических параметров отдельных показателей фитомассы лесонасаждений. Проанализировано экономическую целесообразность использования технологий утилизации первичных лесных отходов в регионе

The general characteristics of the energy reserves of forest resources of Chernivtsi region. The estimation of average annual forest valuation, assimilation and energy parameters of individual indicators phytomass afforestation. Analyzed the economic feasibility of technologies for utilization of primary forest waste in the region

Вступ.

Проведені дослідження направлені на вивчення енергетичних запасів деревостанів та обґрунтування раціонального використання біомаси лісу. За існуючого сучасного підходу до використання деревних ресурсів, даному виду ресурсу загрожує перехід в категорію «вичерпних невідновних». Покращити ситуацію можна частково за рахунок більш ефективного використання лісової сировини як енергетичного ресурсу. Мова йде, перш за все, про утилізацію відходів із деревини для отримання тепла, що значно скорочує витрати на закупівлю енергоносіїв і дозволяє вирішити важливу екологічну проблему переробки відходів підприємств лісового господарства (первинні лісові відходи) та деревообробної промисловості (вторинні лісові відходи). Даний підхід

відповідає принципам сталого лісокористування і здатний сприяти, на наш погляд, вирішенню проблеми забезпечення енергією людства та уникнення навислої над ним екологічної катастрофи. Особливо актуальним даний підхід є для регіонів, де ліси вкривають більше третини території, і є основним природним ресурсом.

Актуальність проблеми.

Підготовлений нещодавно Всесвітнім фондом охорони дикої природи (WWF) в співпраці з консалтинговим агентством в сфері енергетики Ecofys «Енергетичний звіт» [1] свідчить, що сучасна парадигма енергозабезпечення людства, що базується на енергії викопного палива, є вкрай не збалансованою. В зв'язку із прогресуючим зменшенням на планеті запасів невідновних (викопних) природних енергетичних ресурсів (газ, нафта, вугілля) та нагальною потребою зменшення шкідливих викидів в навколишнє природне середовище, особливої актуальності набуває питання використання альтернативних видів палива [2]. Серед різних видів альтернативного палива особливе місце займає біопаливо і, зокрема деревина, оскільки вона за своїми енергетичними показниками рівноцінна бурому вугіллю [3] та характеризується відсутністю сірки та фосфору. На сьогоднішній день напрацьована фундаментальна теоретична база для оцінки фітомаси лісостанів, обґрунтовано математичні моделі конверсійних коефіцієнтів головних лісотвірних порід [5], створена база даних «Фітомаса лісів України» [6], проаналізовано стан управління енергозабезпеченням шляхом використання вторинних енергоресурсів [7] проведено оцінку запасів енергії деревостанів ряду регіонів України [8, 9]. Незважаючи на те, що загальна площа земель лісового фонду Чернівецької області становить 32 % її території [4] питання оцінки енергетичних запасів ділової деревини та первинних лісових відходів регіону вивчені недостатньо. Саме дані мотиви послужили метою проведення досліджень.

Матеріали і методика дослідження.

Оцінка енергетичного потенціалу деревостанів базується на комплексній оцінці наземної фітомаси, методика якої детально описана в наукових працях проф. П.І. Лакиди та його школи [6, 8]. Розрахунок запасів енергії різних компонентів фітомаси проводився відповідно до

алгоритмів запропонованих для розрахунку вуглецю у фітомасі [8] з врахуванням енергетичного еквіваленту одиниці ваги вуглецю (одна тона вуглецю= 35,76 ГДж енергії) [10].

Результати статистично опрацьовані [12], дані достовірні при $p < 0,05$.

Результати досліджень та їх обговорення.

Слід зазначити, що більшість існуючих в Україні таксаційних нормативів характеризують ріст та продуктивність високоповнотних та високопродуктивних деревостанів, яких практично не залишилося внаслідок інтенсивної господарської діяльності. Фактично існуючі деревостани є середьоповнотними насадженнями, які прийнято називати модальними. В своїх дослідженнях ми виходили з розрахунків саме таких середньоповнотних насаджень із відносною повнотою 0,7-0,8. В дослідженнях нами були використані лісотаксаційні показники відображені в «Економічній доповіді» Головного управління статистики у Чернівецькій області за 2010 рік [4]. Використовуючи методичний підхід описаний Лакидою [6] нами було досліджено зв'язок між основними таксаційними показниками та ваговими характеристиками фітомаси (таблиця 1). Для цього були використані перевідні конверсійні коефіцієнти із суміщенням у подальшому їх з банками даних [6]. Під конверсійним коефіцієнтом ($Phfr/M$) розуміють співвідношення фітомаси до маси стовбурової деревини. Через розраховані значення фітомаси в подальшому визначалися показники депонованого вуглецю у фітомасі та запас енергії використовуючи алгоритми запропоновані в праці [8]. Маса вуглецю (M_c) у загальній фітомасі визначалася, як:

$$M_c = (M^{CT} + M^{Гіл}) \times 0,5 + M^L \times 0,45, \quad (1)$$

де M^{CT} – фітомаса стовбурів (т/га), $M^{Гіл}$ – фітомаса гілок (т/га), M^L – фітомаса листя (т/га).

Отримані результати наведені в таблиці 1. З таблиці 1 видно, що у лісах Чернівецької області станом на 2010 рік знаходилося 44,3 млн.т фітомаси, в якій депоновано 22,15 млн.т вуглецю еквівалентного 7,92 ПДж енергії. Згідно досліджень Лакиди та спів. [9] потенціал лісової біомаси в Україні складав 312, 24 ПДж енергії, в т.ч. на первинні лісові

відходи припадало 28,7 ПДж енергії (9,19 %). За даними Головного управління статистики у Чернівецькій області [4] запас деревини в лісах області складає 62,9 млн.м³, при питомій вазі лісових насаджень області у загальнодержавному лісовому фонді – 2,4%. Отже, Чернівецька область маючи в своєму складі 2,4 % лісових площ України (при тому, що загальна площа області становить тільки 8100 км² - 1,34 % площі України) зосереджує в них 15,84 ПДж енергії, що становить 5,07 % енергетичного потенціалу лісів України. В перерахунку на одиницю площі (км²) Чернівецька область в 3,8 рази перевищує середньо державний показник (517,3 ГДж/км²) за енергопотенціалом лісових ресурсів. Саме тому для енергозабезпечення регіону потенціал лісової біомаси є пріоритетним.

Таблиця 1

Основні лісотаксаційні, асиміляційні та енергетичні показники
деревостанів Чернівецької області

Площа вкрита лісовою рослинністю , тис. га	Запаси стовбурової деревини, млн. м ³	Запаси деревини на 1 га, м ³	Запаси загальної фітомаси, млн.т	Маса вуглецю депонованого у фітомасі, млн.т	Запас енергії, ПДЖ (1 Пета Дж = 10 ¹⁵ Дж)
258,8	62,9	243,0	44,3	22,15	15,84

За даними статистики останніх років щорічно в Чернівецькій області в середньому заготовлюється близько 850 тис. м³ ліквідної деревини [4]. Проведений нами розрахунок асиміляційних та енергетичних показників деревини заготовленої в 2010 році наведений в таблиці 2.

Таблиця 2

Оцінка середньорічних асиміляційних та енергетичних показників
заготовленої деревини в Чернівецькій області

Заготовлено ліквідної деревини, тис. м ³ (2010 рік)	Запас фітомаси, тис.т	Маса депонованого вуглецю, тис.т	Енергетичний потенціал, ТДж (1 тетра Дж=10 ¹² Дж)
899,9	633,7	316,85	113,2

Отримані результати свідчать, що за існуючих темпів приросту та заготівлі лісу в Чернівецькій області, баланс деревини відповідає 70-річному циклу відтворення, що дещо нижче віку стиглості основних корінних лісоформуєчих порід (ялиці, бука, дуба, ялини). А отже, ми беремо в борг лісовий ресурс в майбутніх поколіннях.

Слід зазначити, що загальна фітомаса складається з окремих фракцій (стовбурова частина, гілки, листя/хвоя, кора, коренева система), які використовуються вкрай нераціонально. При веденні лісового господарства можна описати три основні варіанти використання фітомаси:

а) стовбурова частина дерев використовується як ділова деревина, а інші компоненти фітомаси (гілки + листя) залишаються на місці (складені у купи або подрібнені та розкидані на площі лісосіки);

б) стовбурова частина та крона цілком використовуються як енергетична сировина (дрова, пеллети, брикети тощо);

в) стовбурова частина використовується як ділова деревина, а інші компоненти фітомаси (гілки + листя) утилізуються як енергетична сировина.

На жаль, в Україні в більшості випадків мають місце варіанти «а» і «б». Так, в основному використовується фітомаса стовбурової частини, тоді як первинні лісові відходи (гілки, листя/хвоя) залишаються на лісосіці не вивезеними (з причин економічної не вигідності) під маркою «екологічної доцільності». І, це в той час, коли на долю первинних лісових відходів припадає близько 20 % фітомаси. Пні та корені, на наш погляд, слід виключити із поняття «первинні лісові відходи», в силу їх важливого значення в підтриманні гідрологічного режиму лісосік, протидії ерозії ґрунтів (особливо в гірській місцевості) та сприяння гумусоутворення.

Оцінка фракційного (компонентного) складу фітомаси деревостанів Чернівецької області проводилося з врахуванням фракційного розподілу запропонованого в праці [11].

Енергетична оцінка лісових ресурсів за окремими компонентами фітомаси представлена в таблиці 3. Дані таблиці свідчать, що річні первинні лісові відходи складають 133,1 тис. т фітомаси, яка задепонувала 66,6 тис. т вуглецю з енергетичним еквівалентом рівним

23,7 ТДж. За даними Регіонального звіту «Вплив енергетики на довкілля Чернівецької області» [13] в 2009 році в області використано енергетичних матеріалів еквівалентом 264300 т. у.п. (1 т.у.п. =29,3 ГДж [14]). Найвні в науковій літературі дані [15] свідчать, що річний потенціал порубочних залишків в Україні складає 1,406 млн. м³ (0,314 млн.т у.п.). Розрахунки свідчать, що в Чернівецькій області на лісосіках щорічно залишається 23700 ГДж енергії, що складає 808,8 т.у.п.

Таблиця 3

Енергетична оцінка компонентів фітомаси річної заготівлі ліквідної
деревини в Чернівецькій області

№ п/п	Компонент фітомаси	Розподіл в % (за [11])	Фітомаса, тис. т	Маса депонованого вуглецю, тис.т	Енергетичний потенціал, ТДж (І тетра Дж=10 ¹² Дж)
1	Дерешина і кора стовбурів	63,0	399,2	199,6	71,3
2	Дерешина і кора гілок	18,0	114,1	57,05	20,4
3	Хвоя (листя)	3,0	19,0	9,5	3,4
4	Пні та корені	16,0	1091,4	50,7	18,1
Всього:		100,0	633,7	316,85	113,2

Висновки.

За результатами проведених досліджень енергетичних запасів деревостанів встановлено, що лісовими насадженнями Чернівецької області накопичено 44,3 млн. т фітомаси, в якій акумульовано 22,15 млн. т вуглецю, що еквівалентно 7,92 ПДж енергії і становить 5,07 % від енергетичного потенціалу лісів України. Переробляючи первинні лісові відходи, що складають 21 % від запасу ділової деревини, можна додатково отримувати 23,8 ПДж енергії для нужд регіону.

За умов загострення в світі екологічних та економічних проблем питання подальшого енергозабезпечення потрібно вирішувати з врахуванням принципів сталого розвитку (сталій розвиток передбачає рівний доступ до засобів розвитку одночасно трьох сфер: економічної, екологічної та соціальної) та раціонального використання відновних

ресурсів, зокрема біомаси деревостанів, первинних та вторинних лісових відходів. По мірі вичерпання запасів викопних паливних ресурсів на планеті значимість відновних джерел енергії зростатиме. Перехід людства на 100 % забезпечення енергетичних потреб за рахунок відновлюваної енергетики є актуальним та має науково-обґрунтовані перспективи.

Список літератури: 1. 100 % відновлюваної енергії до 2050 р. Енергетичний звіт. – 2011 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: [//www.glavcom.ua / articles / 3037. html](http://www.glavcom.ua/articles/3037.html). 2. Деревні пеллети-гроші з відходів. – 2011 [Електронний ресурс]. - Режим доступу до ресурсу: <http://sgpinfo.org.ua/upload/brosh2.pdf>.- 2011. 3. Дзюпин О.В. Утилізація відходів деревини з отриманням тепла / О.В. Дзюпин // Буд майстер. – 2000. – № 8. – С. 8 – 11. 4. Лісове та мисливське господарство Чернівецької області у 2010 році. Економічна доповідь / Відповідальна за випуск М.В. Коропотницька. – Чернівці: Головне управління статистики у Чернівецькій області, – 2011. – 17 с. 5. Миклуш С.І. Продуктивність рівнинних букових лісів та особливості організації сталого господарства в них: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д. с-г. наук: спец. 06.03.02 «Лісовпорядкування та лісова таксація» / С.І. Миклуш. – К., – 2009. – 37 с. 6. Лакида П.І. Фітомаса лісів України: монографія / П.І. Лакида. – Тернопіль: Вид-во «Збруч», – 2002. – 256 с. 7. Дзяди́кевич Ю.В. Управління енергозабезпеченням шляхом використання вторинних енергоресурсів / Ю.В. Дзяди́кевич, Р.І. Розум, М.В. Буряк // Всеукраїнський науково-виробничий журнал «Інноваційна економіка» [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: http://www.nbu.gov.ua/portal/Soc_Gum/inek/2010_2/44.pdf. 8. Лакида П.І. Оцінка запасів енергії м'яких листяних деревостанів Українського Полісся / П.І. Лакида, А.М., Білоус, Р.Д. Васи́лишин, Л.М. Матушевич // Збірник науково-технічних праць. Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип.21.6. – С. 8 – 14. 9. Енергетичний потенціал біомаси в Україні / [Лакида П.І., Гелету́ха Г.Г., Васи́лишин Р.Д. та ін.], відповід. наук. ред. д. с-г. н, проф. П.І. Лакида; Навчально-науковий інститут лісового і садово-паркового господарства НУБіП України. – К.: Видавничий центр НУБіП України, – 2011. – 28 с. 10. Shvidenko A. Wood for bioenergy in Russia: Potential and Reality / A. Shvidenko, S. Nilsson, M. Obersteiner // Wood Energy. – 2004. – P. 323 – 340. 11. Васи́лишин Р.Д. Фітомаса та депонований вуглець лісів Львівської області в контексті лісорослинного районування / Р.Д. Васи́лишин, Г.С. Домашовець // Збірник науково-технічних праць. Науковий вісник НЛТУ України. – 2008. – Вип.18.3. – С. 50 – 58. 12. Горошко П.М. Біометрія: навч. посібник / П.М. Горошко, С.І. Миклуш, П.Г. Хомюк. – Львів: Вид-во «Камула», – 2004. – 236 с. 13. Вплив енергетики на довкілля Чернівецької області: Регіональна доповідь [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [http:// 5 ka. at. ua / logo.gov.ua/ energetici / 18-1-0-10611](http://5 ka.at.ua/logo.gov.ua/energetici/18-1-0-10611). 14. Праховник А.В. Визначення термінів і одиниць виміру та аналіз енергетичної ситуації / А.В. Праховник, Є.М. Іншеков, В.В. Усачова // Вісник СумДУ. – 2006. №5 (89). – С. 22 – 30.

Надійшла до редколегії 01.07.12