

БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ЛЕСОСЫРЬЕВЫХ РЕСУРСОВ В УКРАИНЕ

П.И. ЛАКИДА, доктор сельскохозяйственных наук,

М.М. ПЕТРЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук,

Р.Д. ВАСИЛИШИН, аспирант

Национальный аграрный университет, Киев

Наведена оцeнка ресурсного и энергетического потенциала биомассы лесов Украины по данным инвентаризации лесов на 1.01.2002 года. В лесной биомассе (фитомассе) сосредоточено 22,9 ЕДж энергии, из которых 17,7 ЕДж в надземной древесине. Приведены результаты анализа потенциальной возможности использования отдельных компонентов фитомассы лесов для получения биоэнергии. Общйй объем древесины, которая может быть использована для получения биоэнергии, составляет 8,6 млн. м³ с содержанием энергии около 78,7 ПДж/год. Это приблизительно 0,6% от общей энергоемкости биомассы лесов Украины. На основе статистических данных проведен анализ регионального распределения лесного энергетического сырья и его потенциала для замещения отдельных ископаемых видов топлива. Определено, что такой потенциал составляет 1,7% и имеет существенное различие в зависимости от географии.

Ключевые слова: биоэнергия, топливная древесина, ископаемое топливо, потенциал замещения ископаемого топлива

Сегодня исследования запасов ресурсов и энергии является актуальной проблемой, которую невозможно отделить границами отдельного государства, как и большинство мировых экологических проблем. Решение такого рода задач на региональном и национальном уровнях является отдельным шагом на пути предупреждения глобальных экологических и энергетических кризисов.

В конце прошлого столетия из общего массива исследований биологической продуктивности лесов по компонентам фитомассы отделилось направление исследования составляющих биопродукционного процесса лесных биогеоценозов, где лес рассматривался как лаборатория преобразования и аккумуляции энергии [5]. Практический аспект исследований биопродуктивности лесов по компонентам фитомассы в этом направлении был сформирован в 70-тых годах прошлого столетия, в период так званого энергетического кризиса. Исследования фитомассы в этот период в большинстве стран Европы, а особенно в США, приобретали энергетический характер, где фитомасса рассматривалась как важнейший источник возобновляемой энергии. Ценность фитомассы, как нетрадиционного источника энергии отображена в научных работах В.С.Бондара, Д.А.Телишевского [2], С.Н.Козьякова [4], В.А.Усольцева [9], А.З.Швиденка [11] и многих других. Такого рода исследования остаются актуальными и сегодня, поскольку химическая энергия, которая накоплена в компонентах фитомассы, в процессе преобразования легко переходит в тепловую энергию и может быть использована для энергетических нужд населения. Также стоит отметить, что ископаемые виды топлива ежегодно истощаются и по своей природе являются невозобновляемыми. В таких условиях возвращение к возобновляемым энергоресурсам леса, других природных комплексов и явлений становится приоритетным направлением энергетического развития большинства развитых стран мира. Так, за данными материалов Европейской комиссии, до 2050 года в Европе планируется использовать до 30% возобновляемой энергии [1, 6].

Одним из наиболее емких источников возобновляемой энергии является биомасса, которая широко используется для получения электроэнергии, тепла и транспортного топлива (этанол). В развитых странах доля энергии из биомассы составляет около 35% [1].

За экспертными оценками [7] в Украине общее количество возможного энергетического потенциала за счет использования возобновляемых ресурсов биомассы составляет около 22 млн. тон условного топлива (т.у.т.) в год, это приблизительно 7% от годового потребления первичных энергоресурсов.

Оценка потенциальных объемов биомассы в лесах Украины, с точки зрения использования ее для энергетических нужд – проблема решения не только экономической стабильности сегодня, а и поиска альтернативных источников энергии на перспективу. В сложившихся условиях недостаточного обеспечения Украины собственными топливно-энергетическими ресурсами древесина выходит на первый план, как один из наиболее доступных, экономических и перспективных источников возобновляемой энергии, особенно для сельского населения и предприятий лесоперерабатывающей промышленности.

Цель и методика исследований. Целью этой работы является изучение энергетического потенциала лесов Украины, аккумулированного в фитомассе и мортмассе, обоснование оптимальных лесоводственных и экономических критериев их рационального использования.

С целью оценки биоэнергетического потенциала для анализа использовались несколько источников получения энергетического сырья. К категории топливная древесина были отнесены такие категории сырья: дрова топливные, хворост от рубок ухода, порубочные остатки, отходы деревообрабатывающего производства.

В процессе проведенных исследований были использованы методические подходы, которые отображают изучение биологической продуктивности лесных фитоценозов за компонентами фитомассы [5, 9] и статистические показатели развития лесной отрасли на основании данных Государственного комитета лесного хозяйства и Государственного комитета статистики Украины [8].

Для оценки содержания энергии в исследованных компонентах фитомассы лесов Украины были использованы средние агрегированные данные из научных литературных источников [11], где обозначено, что среднее содержание энергии в одной тонне аккумулированного в фитомассе углерода составляет 35,76 ГДж. Кроме этого, были использованы отдельные переводные коэффициенты, которые обеспечивают конверсию числовых значений с единиц массы в тонны условного топлива, что широко используются в топливно-энергетической отрасли. Так, в Украине условным топливом считается топливо, при сгорании 1 кг которого выделяется $29,3 \cdot 10^6$ Дж энергии.

Объем топливных дров был найден за статистическими данными Государственного комитета лесного хозяйства Украины. Так, в 2002 году было заготовлено около 5,4 млн. м³ топливных дров. Порубочные остатки определялись как масса ветвей крон деревьев, которые будут срублены в процессе проведения рубок ухода и рубок главного пользования. Эти ветви, как правило, собираются в кучи на лесосеке и сжигаются. Объем хвороста рассчитывался как доля от заготовленной древесины в процессе проведения рубок ухода за молодняками. Реализация хвороста на лесохозяйственных предприятиях очень низкая из-за отсутствия спроса на эту продукцию. Объем отходов деревообрабатывающего производства был получен из данных отчетности Государственного комитета статистики Украины. В 2002 году на предприятиях лесоперерабатывающей промышленности было получено 1856,4 тыс. м³ отходов древесины, из которых приблизительно 50% были использованы для вторичной переработки. Общий объем энергетического сырья на этих предприятиях составляет около 1,2 млн. м³ ежегодно. Для анализа возможности замещения ископаемого топлива были использованы только те виды, которые поддаются сжиганию. При этом не все виды топлива могут быть замещены древесиной, например те, которые поступают на химическую переработку.

Результаты исследований и их обсуждение. Расчет общего содержания энергии в биомассе лесов Украины производился на основании данных государственного учета лесов в период с 1988 по 2002 год, а расчет биоэнергетического потенциала древесины производился

на основании статистических данных 2002 года, в целом по Украине и по административным областям. Результаты оценки общего содержания энергии в биомассе наведены в таблице 1.

Таблица 1 – Общее содержание энергии в биомассе лесов Украины

Показатели	Годы		
	1988	1996	2002
Покрытые лесом земли, тыс. га	8620,9	9399,6	9490,9
Запас стволовой древесины, млн. м ³	1319,8	1736,1	1765,3
Фитомасса, млн. т	938,0	1237,2	1293,6
Депонированный углерод, млн. т	464,5	615,7	640,8
в т.ч. в надземной древесной фитомассе, млн. т	365,2	487,2	495,2
Содержание энергии в лесной биомассе, ПДж	16619,8	22029,7	22927,8
в т.ч. в надземной древесной фитомассе, ПДж	13066,8	17432,0	17718,2

Исходя из данных табл. 1 можно заметить, что в биомассе лесов Украины сосредоточено 22927,8 ПДж энергии (779,5 млн. т.у.т.), с которых 17718,2 ПДж (602,4 млн. т.у.т.) в надземной древесной биомассе. Для сравнения, за данными Государственного комитета статистики Украины [8], в 2002 году потребление ископаемого топлива составляло 63,7 млн. тон условного топлива.

Потенциал использования топливной древесины для биоэнергии рассчитывался отдельно для каждой категории энергетического сырья. Результаты оценки биоэнергетического потенциала древесины наведены в таблице 2.

Таблица 2 – Потенциал использования древесины для биоэнергии в Украине (2002 г.)

Категории энергетического сырья	Количество, млн. м ³	Углерод, млн. т	Энергетический потенциал	
			ПДж	млн. т.у.т.
Топливные дрова	5,4	1,38	49,5	1,68
Хворост от рубок ухода и порубочные остатки	2,0	0,52	17,4	0,61
Древесные отходы деревообрабатывающего производства	1,2	0,33	11,8	0,40
Итого	8,6	2,23	78,7	2,7

Таким образом, общие объемы заготовки энергетического сырья в 2002 году составили около 8,6 млн. м³. В единицах массы это равняется 4,4 млн. т абсолютно сухого вещества, в котором аккумулировано более 2,2 млн. т углерода.

Конечно, сжигание энергетической древесины тянет за собой выброс в атмосферу такого же количества углерода. Но, учитывая то, что по приблизительным подсчетам длительное депонирование атмосферного углерода в лесах Украины составляет около 10 млн. тон в год, энергетическое использование древесины не вызывает особой боязни с экологической точки зрения. При этом стоит помнить, что древесное топливо не содержит вредных для атмосферы химических элементов в сравнении с ископаемым топливом.

Региональное распределение потенциала использования древесных ресурсов для энергетических нужд представлено в таблице 3. В этой таблице сначала поданы данные об общем объеме древесины, которая может быть использована для энергетических нужд (дрова топливные + хворост + порубочные остатки + отходы деревообрабатывающего производства). Данный объем является не корректным с точки зрения потенциала биоэнергии, поскольку топливные дрова уже теперь используются как топливо. Поэтому отдельно был установлен объем топливной древесины без учета дров. Этот объем и есть потенциалом, который можно использовать для замещения потребления ископаемого топлива.

Таблица 3 – Потенциал использования древесных ресурсов для энергетических нужд

Область	Топливная древесина		Топливная древесина без учета дров		Потребление ископаемого топлива		Потенциал замещения ископаемого топлива
	тис. т.у.т.	%	тис. т.у.т.	%	тис. т.у.т.	%	
АР Крым	14,9	0,5	1,5	0,1	1177,7	1,8	0,1
Винницкая	88,6	3,2	38,9	3,6	1751,7	2,7	2,2
Волынская	135,4	4,9	59,5	5,6	524,8	0,8	11,3
Днепропетровская	28,0	1,0	3,6	0,3	8214,4	12,9	0,0
Донецкая	39,0	1,4	3,3	0,3	11257,0	17,7	0,0
Житомирская	302,2	11,0	112,7	10,6	814,6	1,3	13,8
Закарпатская	231,5	8,4	122,0	11,4	488,5	0,8	25,0
Запорожская	9,0	0,3	0,2	0,0	3076,6	4,8	0,0
Ивано-Франковская	122,7	4,5	53,6	5,0	2921,2	4,6	1,8
Киевская	261,9	9,5	114,9	10,8	6452,3	10,1	1,8
Кировоградская	38,7	1,4	9,3	0,9	584,6	0,9	1,6
Луганская	60,2	2,2	20,7	1,9	4185,6	6,6	0,5
Львовская	178,7	6,5	68,9	6,5	2809,0	4,4	2,5
Николаевская	13,5	0,5	3,9	0,4	1135,8	1,8	0,3
Одесская	23,3	0,8	-0,4	0,0	2261,8	3,5	0,0
Полтавская	58,8	2,1	27,2	2,6	3769,1	5,9	0,7
Ровенская	206,2	7,5	68,8	6,5	1063,9	1,7	6,5
Сумская	183,3	6,7	73,2	6,9	1633,0	2,6	4,5
Тернопольская	44,3	1,6	22,4	2,1	727,8	1,1	3,1
Харьковская	105,6	3,8	26,3	2,5	3693,6	5,8	0,7
Херсонская	7,7	0,3	-6,6	-0,6	462,3	0,7	-1,4
Хмельницкая	119,4	4,3	50,8	4,8	1054,6	1,7	4,8
Черкасская	92,6	3,4	35,3	3,3	2381,2	3,7	1,5
Черновицкая	146,7	5,3	71,5	6,7	352,0	0,6	20,3
Черниговская	238,7	8,7	85,3	8,0	969,2	1,5	8,8
Всего	2750,8	100,0	1066,6	100,0	63762,3	100	1,7

Анализируя данные таблицы можно сделать вывод, что общий потенциал замещения ископаемого топлива древесиной в Украине составляет 1,7%. При этом наблюдается значительное колебание данного показателя по регионам: от 0% до 25%. Значение этого процента прямо пропорционально зависит от площади лесов (лесистости) каждой области и обратно пропорционально от их промышленных мощностей. Отрицательные абсолютные и относительные значения объемов древесины для получения биоэнергии в отдельных областях (Одесская и Херсонская) указывают на то, что ее потребление в этих регионах уже превышает объемы ее заготовки. Эта недостача покрывается за счет ввоза топливной древесины из других областей.

Значительный потенциал замещения ископаемого топлива прослеживается в Волынской (11,3%), Житомирской (13,8%), Черновицкой (20,3%) и Закарпатской (25,0%) областях. В этих регионах происходит объединение двух факторов: большие объемы заготовки древесины – с одной стороны, и относительно низкий уровень промышленного производства – с другой.

Значительные объемы топливной древесины находятся в северных областях Украины, где сосредоточены наибольшие площади лесов. Кроме того, наблюдается значительный градиент разницы запасов топливной древесины в направлении от юго-востока к северо-западу. При этом разница по этому показателю между крайними группами областей составляет 910%.

На рис. 1 изображено распределение топливной древесины без учета дров, которая может быть использована для получения биоэнергии.

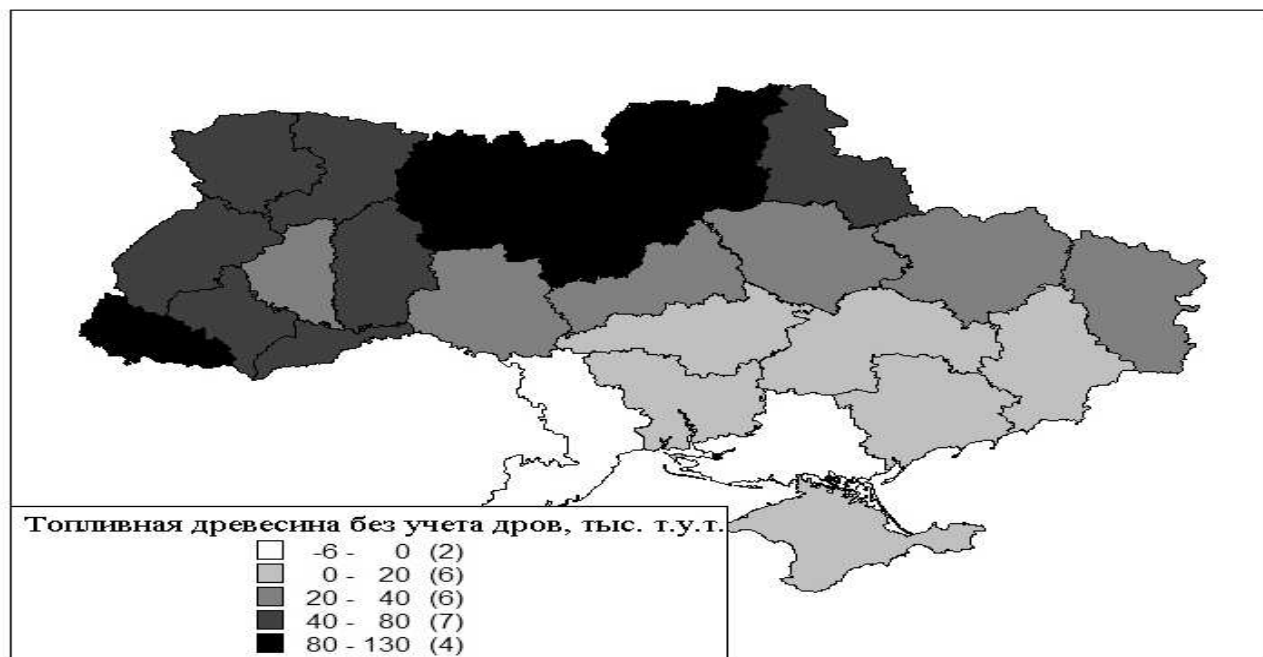


Рис. 1 – Распределение топливной древесины без учета дров (2002 г.)

Исходя из данных рис. 1 можно заметить, что зависимость от региона сохраняется. Разница между крайними группами – 105%. Но без учета дров запасы древесины для биоэнергии уменьшаются в среднем на 71%, хотя четкой географической зависимости в этом не найдено: в Днепропетровской области показатель уменьшается на 47%, в Киевской - 61%, в Донецкой – 87%.

На рис. 2 представлено географическое распределение использования ископаемого топлива в Украине, которое можно заменить топливной древесиной для биоэнергии. Больше всего энергоресурса используют промышленно развитые регионы – Донецкая и Днепропетровская области. Несколько меньше Киевская область за счет промышленности и населения г. Киева. Можно проследить некоторый условный градиент объемов потребления, обратный направлению градиента топливной древесины – больше потребления на юго-востоке, меньше на северо-западе, хотя такая зависимость менее выраженная. Заметный уровень потребления топлива во Львовской и Ивано-Франковской областях.

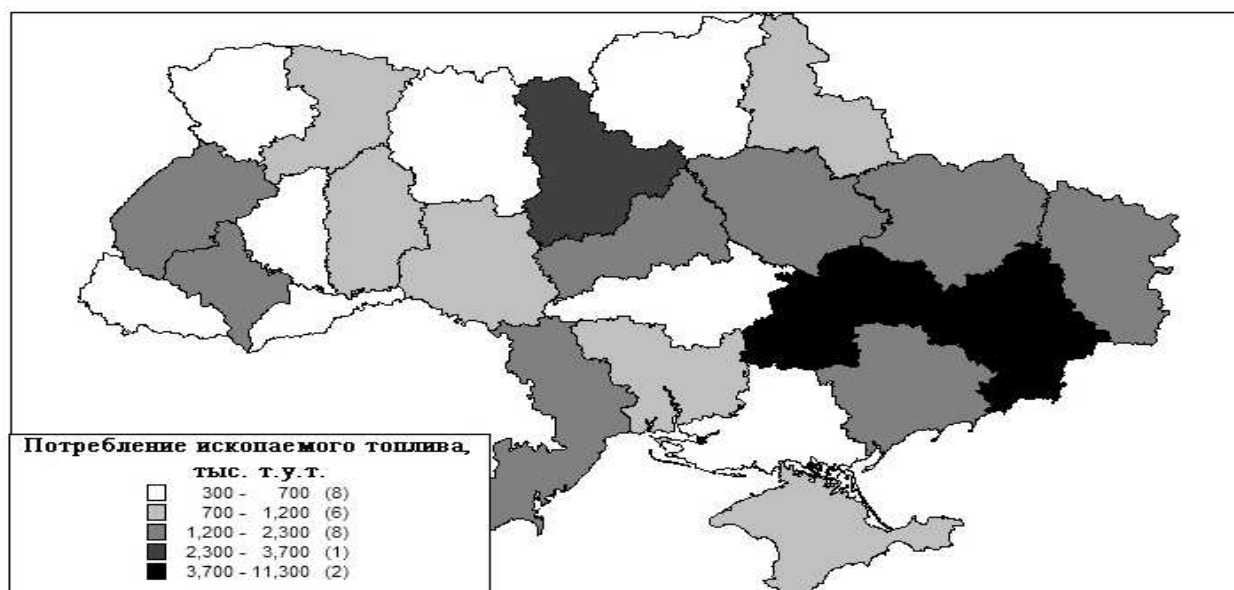


Рис. 2 – Потребление ископаемого топлива по областям в 2002 г.

Итоговую ситуацию демонстрирует рис. 3, который показывает ресурс областей с точки зрения возможности замены ископаемого топлива на топливную древесину. Значительный потенциал (от 10% до 25%) в этом соотношении имеют те области, где значительные объемы заготовки и переработки древесины совпадают со сравнительно низким уровнем промышленного производства. Сюда следует отнести 4 области – Волынскую, Житомирскую, Закарпатскую и Черновицкую. Кроме того, существенный потенциал (от 5% до 10%) можно отметить в Ровенской и Черниговской областях. Для другой территории значительного замещения (до 5%) ожидать нельзя. Одесская и Николаевская области даже не смогут покрыть потребление топливных дров за счет собственного лесного хозяйства, часть необходимо завозить с других областей.

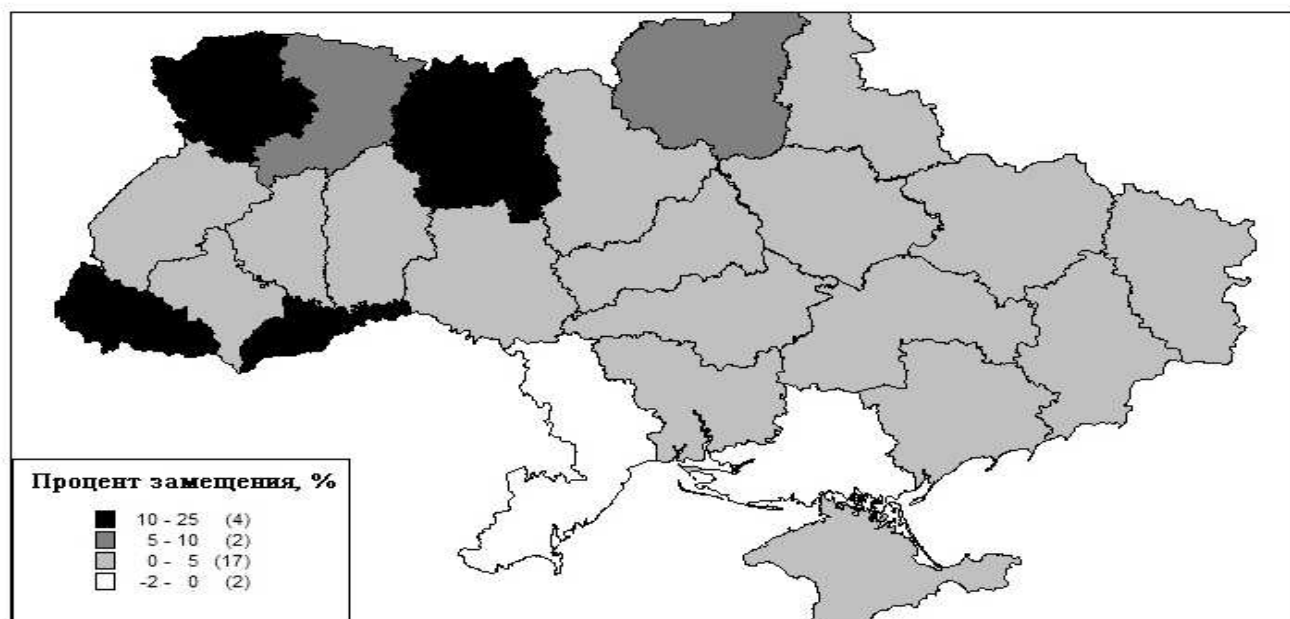


Рис. 3 – Потенциал замещения потребления ископаемого топлива на топливную древесину

Для того, чтобы оценить экономическую целесообразность перевозок древесины для топливной энергии, нужно провести дополнительные расчеты. Такие расчеты также могут показать экономическую целесообразность замещения потребления ископаемого топлива на биоэнергию из древесины. Возможно, для таких областей экономически более выгодным будет пересмотр структуры потребления разных товарных категорий древесины. Например, дрова технические использовать в качестве источника биоэнергии.

Выводы и рекомендации. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. В целом по стране потенциал использования лесосерьевых ресурсов для энергетических нужд низкий – 1,7%. Только в некоторых областях он достигает 20-25% (Закарпатская и Черновицкая).

2. Наибольший потенциал для использования древесины в качестве биоэнергии имеют области с большими объемами заготовки и переработки древесины при относительно небольшом уровне промышленного производства.

3. Размещение объемов древесины, которой можно заменить ископаемое топливо уменьшается с северо-востока страны в направлении юго-запада. Употребление ископаемого топлива имеет обратную тенденцию.

4. Возможный путь для роста потенциала биоэнергии с топливной древесиной заключается в росте ее условной энергоемкости с помощью технологической переработки и пересмотра политики использования товарной структуры древесины.

5. Необходимы дополнительные экономические расчеты эффективности смены ископаемого топлива биоэнергией с древесины, транспортирование топливной древесины в другие области и смены структуры использования разных сортиментов древесины.

Литература

1. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії / О. Адаменко, В. Височанський, В. Лютко, М. Михайлів. – Івано-Франківськ: Полум'я, 2000. – 257 с.
2. Бондар В.С., Телішевський Д.А. Комплексне використання та охорона лісів. – К.: Урожай, 1985. – 184 с.
3. Відновлювальні джерела енергії у локальних об'єктах / Якименко Ю.І., Сокол Є.І., Жуйков В.Я., Петергеря Ю.С., Іванін О.Л. – К.: Політехніка, 2001. – 114 с.
4. Козьяков С.Н. Научные основы учета недревесного растительного сырья в процессе лесоустройства: Автореф. дис ... д-ра с.-х. наук: 06.03.02 / УСХА – К., 1984. – 50 с.
5. Лакида П.І. Фітомаса лісів України. – Тернопіль: Збруч, 2002. – 254 с.
6. Нетрадиционные источники энергии в СНГ: Нынешнее положение и перспективы. – ООН, Экономический и Социальный Совет: Комитет по энергетике, 1995. – 45 с.
7. Паливно-енергетичний комплекс України / Під. ред. А.К. Шидловського, Є.І. Удода. – К.: ВЕК, 2000. – 48 с.
8. Статистичний щорічник України за 2002 рік. – К: Консультант, 2003. – 592 с.
9. Усольцев В.А. Формирование банков данных о фитомассе лесов. – Екатеринбург: Уро РАН, 1998. – 542 с.
10. Lakyda P., Kolosok O., Petrenko M., Lashchenko A., Matushevych L. Biomass and Carbon Dynamics of Ukrainian Forests // Abstracts of International Conference "Climate Changes and their Impact on Boreal and Temperate Forests" (June 5-7, 2006, Ekaterinburg, Russia). – Ekaterinburg, 2006. – P. 54-55.
11. Shvidenko A., Nilsson S., Obersteiner M. Wood for bioenergy in Russia: Potential and Reality // Wood Energy. – May 2004. – P. 323-340.

Lakyda P.I., Petrenko M.M., Vasylyshyn R.D.

BIOENERGY POTENTIAL OF FOREST RESOURCES IN UKRAINE

Estimate of resources and energy potential of biomass in Ukrainian forests according to the State Forest Cadastre of Ukraine on 1.01.2002 is presented. Forest live biomass (phytomass) contains 22.9 EJ of energy of which 17.7 EJ is stored in above ground wood. Results of analysis of potentials for use of separate forest phytomass components for bioenergy have been given. It has been estimated a potential possibility of use of wood which is not used or is used insufficiently for bioenergy production. The total amount of wood could be used for bioenergy production is 8.6 million m³ with the energy content of about 78.7 PJ/year. This amount comprises 0.6% of the energy stored in all forest phytomass in Ukraine now. On the basis of statistical data an analysis of regional distribution of forest energy raw materials and its potential for replacement of separate fossil fuels has been presented. It has been determined that this potential is 1,7% and has considerable difference depending of geography.

Key words: bioenergy, fuel wood, fossil fuel, potential of fossil fuel replacement