

# Моделювання в економіці, організація виробництва та управління проектами

УДК 528.94: 502.4

С.М. Андреев, І.Ю. Вовк, В.А. Жилін

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків

## МЕТОДИКА ОЦІНКИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ТОРФОВИХ РОДОВИЩ З ВИКОРИСТАННЯМ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

Проведено аналіз заболоченості території Волинської області України на предмет кількісної оцінки запасів торфу. Розроблено методику оцінки енергетичного потенціалу торфових родовищ. Створено картографічну модель болотних угідь Волинської області, а також базу даних, що містить результати оцінки енергетичного потенціалу торфових родовищ.

**Ключові слова:** дешифрування космічних знімків, енергетичний потенціал торфових родовищ, картографічна модель.

### Вступ

Україна має потужну і розвинену мінерально-сировинну базу, що ставить її в ряд провідних видобувних країн світу. Тут відомі понад 20 тис. родовищ і проявів металічних і неметалічних корисних копалин, сотні родовищ горючих корисних копалин, значна частина з яких розробляється чи розроблялася раніше. Горючі корисні копалини (нафта, газ, вугілля, торф, горючі сланці, метан вугільних родовищ) відіграють провідну роль у вирішенні енергетичних проблем, які останнім часом все гостріше постають перед нашою країною.

**Огляд сучасного стану торфового виробництва в Україні.** Порівняно з вугіллям, газом і нафтою, торф є дешевим органічним паливом для України. На теперішній час загальна площа торфових родовищ світу (без боліт та заболочених земель) сягає близько 176 млн. га з запасами торфу до 500 млрд. т.

Заболоченість території України становить лише 1,7%. Проте, на значній її частині болота є важливим елементом природи і мають чимале господарське значення. Заторфованість і тип торфових покладів в окремих регіонах України розрізняються внаслідок різноманітності природних умов – геоморфології та гідрогеології у поєднанні із кліматичними умовами. За ступенем заболоченості та заторфованості територію України поділяють на такі торфво-болотні райони: найзаболоченіше і найзаторфованіше Полісся (відповідно 6,3 і 4,3 %), Мале Полісся (5,3 і 4,4 %), Лісостеп (1,5 і 1,0 %), Степ (до 0,1%), Карпати та Прикарпаття (0,46 і 0,38 %).

В Поліссі зосереджено біля 70 % торфового фонду України. Значні запаси торфу та інтенсивна протягом десятиліть експлуатація торфових родовищ вимагають розробки раціональної структури та

обсягів ефективного та економічного їх використання. Геологічні запаси торфу в областях України представлені на рис. 1 [1].

В Україні, на жаль, при наявності різноманітної торфво-сировини понад 80 % торфу, незалежно від його властивостей, спалюють, в той час як у світі більше 80 % торфу використовують у сільському господарстві як джерело гумусу.



Рис. 1. Геологічні запаси торфу в областях України

Торфове родовище є важливою ланкою екологічної системи. З його осушенням для промислової розробки порушується екологічна рівновага, яка склалась у районі його розташування. Прилегла територія здебільшого в декілька разів перевищує площу родовища. Тому вироблені площі необхідно якнайшвидше повернути до свого первісного стану [2]. Водночас нагальною є необхідність удосконалення існуючих методичних підходів до розв'язання задачі еколого-економічної оцінки доцільності осушувальних меліорацій [3].

**Постановка задачі.** В даній роботі проведено аналіз заболочених земель Волинської області на предмет кількісної оцінки запасів торфу та оцінки енергетичного потенціалу торфових родовищ. Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі задачі:

- 1) Аналіз заболоченості територій з точки зору оцінки енергетичного потенціалу торф'яних родовищ.
- 2) Розробка бази даних, що містять показники енергетичного потенціалу Волинської області за 1986, 1998 і 2015 роки.
- 3) Розробка карт болотних угідь з підключеними базами даних по торф'яних родовищах.

## Загальна частина

Найбільш заболоченою територією України є Волинська область, тому в даній роботі розробка методики енергетичного потенціалу торф'яних родовищ розглядається на прикладі її території. Заболоченість Західного (Волинського) Полісся в Україні є найвищою і становить понад 10 % [4].

На рис. 2 представлено структурну схему створеної методики оцінки енергетичного потенціалу торф'яних родовищ.

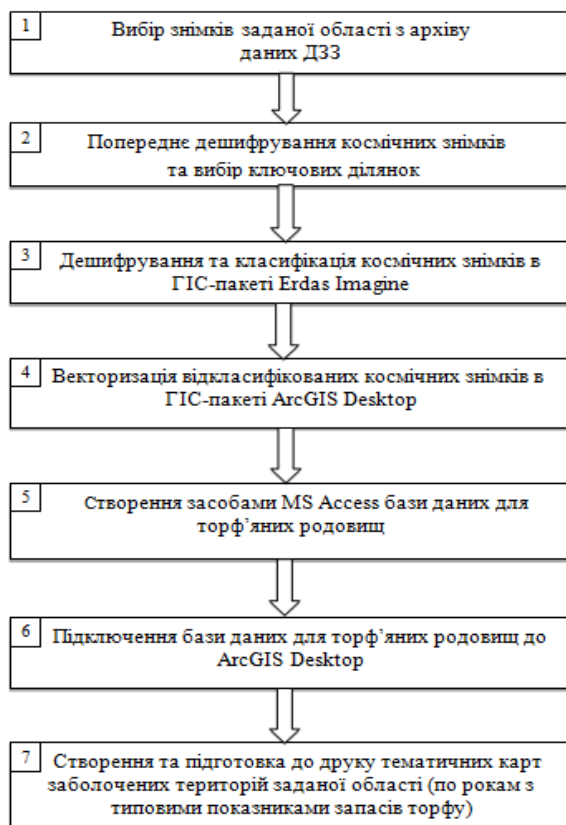


Рис. 2. Структурна схема методики оцінки енергетичного потенціалу торф'яних родовищ

Основним завданням даної роботи являється виявлення площі торф'яних родовищ і заболочених земель з подальшим визначенням вмісту їх енергетичного потенціалу. Нижче наведено опис етапів методики оцінки енергетичного потенціалу торф'яних родовищ.

**1. Вибір знімків заданої області з архіву даних ДЗЗ.** Програма Landsat є найбільш тривалим проектом по отриманню супутникових фотознімків Землі. Геологічна служба США надає безкоштовного доступу до космознімків Землі, зокрема, на Internet-порталі <http://earthexplorer.usgs.gov>.

Вибираємо вкладку "SearchCriteria" => "Coordinates" (наблизити потрібну область) => натискаємо "Usemap". Масштабуємо карту (Віддалити) для зручного перегляду, "мишкою" коректувати положення крайових точок червоного прямокутника так, щоб він покривав цікаву територію. Вибираємо вкладку "DateRange" – виділяємо тільки весняні і літні місяці (опція "Searchmonth").

Далі вибираємо вкладку "Datasets" – вибрати ресурс (Landsatarchive). Вибираємо вкладку "AdditionalCriteria" – в опції "CloudCover" виставити "параметр" less than 10%. Натискаємо на кнопку "Results". У вкладці "Showresultcontors" – встановлюємо "галочку" на першу позицію. У списку знімків натискаючи на значок "Стопа", можна побачити, яку область перекриває знімок. Праворуч від значка "Стопа" знаходиться значок завантаження знімка на ПК.

**2. Попереднє дешифрування космічних знімків та вибір ключових ділянок.** Проведено попереднє дешифрування космічних знімків та вибір ключових ділянок, які зайняті болотними комплексами з використанням існуючих карт Волинської області (масштабом 1:100000) [5].

**3. Дешифрування та класифікація космічних знімків в ГІС-пакеті Erdas Imagine.** Відібрані знімки (за період з 1 березня по 30 травня за 1986, 1998 і 2015 роки) за допомогою програмного продукту ErdasImagine було зшито, після чого було проведено автономну класифікацію знімків, призначено імена, кольори і різні характеристики отриманим класам пікселів. Розбиття на класи потрібне для виділення болотяних територій, а також річок, озер, лісів, полів на знімку. Такий розподіл дає можливість переходити від знімка місцевості до схематичного зображення.

**4. Векторизація відкласифікованих космічних знімків в ГІС-пакеті ArcGIS.** Далі за допомогою ArcGIS виділено робочу площу, проведено векторизацію, створено три шари – «Заболоченні землі за 1986 рік», «Заболоченні землі за 1998 рік» і «Заболоченні землі за 2015 рік». Наприкінці обчислено площу всіх шарів і порівняно між собою показники знімків трьох різних періодів. Приклад відкласифікованого знімка за 2015 рік представлено на рис. 3, а розраховані площі болотних масивів переставлено в табл. 1.

**5. Створення засобами MSAccess бази даних для торф'яних родовищ.** Для аналізу, оцінки і контролю заболочених земель Волинської області було створено спеціальну базу даних. Ця база, за умови її регулярної актуалізації, дає можливість проводити моніторинг боліт, стежити за їх станом, визначати їх

характеристики по типу і виду торфу, а також визначати енергетичний потенціал торф'яних родовищ.

Для визначення певних показників енергетичного потенціалу торф'яних родовищ застосовано співвідношення, що використовуються при гідромеханізованому видобутку торфу та при виробництві торф'яної продукції енергетичного призначення, а саме [6, 7]:

1) Розрахунок біоенергетичного потенціалу торф'яно-болотяних ґрунтів:

$$Q = S * h_n * d_n * C_{орг} * 37,334, \quad (1)$$

де Q – запас енергії в гумусових з'єднаннях ґрунту, ГДж/га; S – розрахункова площа, га;  $h_n$  – потужність горизонту ґрунту, м;  $d_n$  – щільність ґрунту, т/м<sup>3</sup>;  $C_{орг}$  – вміст вуглецю в гумусових з'єднаннях ґрунту %; 37,334 – вміст енергії у вуглеці, ГДж/т.

2) Загальні промислові запаси торфу в покладі по кожній з ділянок в куб. метрах без урахування втрат:

$$V_{пр} = 10000S (h - h_1), \quad (2)$$

де S – площа, га.

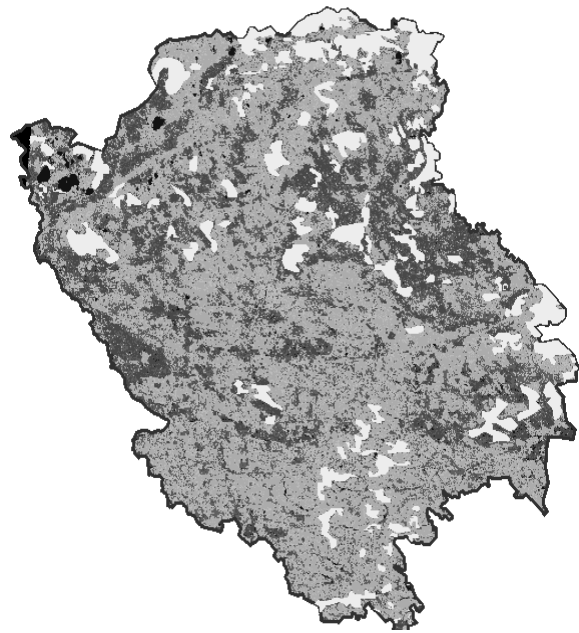


Рис. 3. Виділені болотяні масиви Волинської області

Таблиця 1

Площі болотних угідь Волинської області

№ знімку	Роки	Площа, км <sup>2</sup>	%
1	Болотні угіддя за 1986 рік	960,570048	4,77
2	Болотні угіддя за 1998 рік	436,218251	2,17
3	Болотні угіддя за 2015 рік	2277,925271	11,31
Загальна площа Волинської області		20144	100

3) Запаси покладу (тис. м<sup>3</sup>) в кожному розрахунковому шарі між двома ізолініями:

$$V_n = \frac{10h(F_{ВІ} + F_{НІ})}{2}, \quad (3)$$

де  $F_{ВІ}$  і  $F_{НІ}$  – площа відповідно по верхній і нижній ізолінії розрахункового шару, га; h – товщина розрахункового шару покладу між двома ізолініями, м.

4) Балансові запаси (тис. м<sup>3</sup>) по середній глибині:

$$V_б = \sum 10F_{п}h_{ср}, \quad (4)$$

де  $F_{п}$  – площа окремих стратиграфічних або типових ділянок торф'яного родовища в промисловій межі залягання торфу, га;  $h_{ср}$  – середня глибина покладу торфу на ділянці, м.

5) Запас торфу, що залишився, в покладі для витягання способом гідромеханізації  $V_{пр}$ :

$$V_{пр} = 10000S(h - h_1) 0,99 \frac{100 - v}{100}, \quad (5)$$

де S – площа покладу, га, у межах глибини розробки; h – середня глибина покладу, м;  $h_1$  – середня товщина шару очосу, м; 0,99 – коефіцієнт використання покладу з урахуванням втрат першого роду (1%);  $\frac{100 - v}{100}$  – коефіцієнт використання покладу з урахуванням втрат другого роду в кар'єрах.

Для створення бази даних виконано такі шаги:

1) Пуск – Всі програми – Microsoft Office –

Microsoft Access 2010.

2) Вибір команди «Нова база даних». Після чого введення Файл – Моніторинг болотних масивів Волинської області і натискання кнопки «Створити». Після виконаних кроків відкривається робоча область створення таблиць в базі даних.

4) В конструкторі таблиці виконується створення її структури з наданням назви і зберіганням.

5) Заповнення даними всіх таблиць, а саме: характеристики нижнього торфу, перехідного торфу, верхового торфу, типові показники за 1986 рік, типові показники за 1998 рік, типові показники за 2015 рік.

Дана база даних призначена для співробітників наукових інститутів, державних органів у справах навколишнього середовища Волинської області. Вона надає відомості про рівень розкладання, зольність, рН (KCL), теплотворну здатність, зольний склад ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{2+}$ ) низинного, перехідного та верхового торфу різних типів і груп. Також за площею торфових родовищ можна визначити величину енергетичного запасу торфових масивів.

**6. Підключення бази даних для торфових родовищ в ArcGIS.** Кожен запис атрибутивної таблиці містить унікальний ідентифікатор об'єкта (ID). Ці ідентифікатори повинні мати унікальні значення.

Введення додаткових атрибутів географічних об'єктів може мати на увазі зв'язування нової інформації про кожен об'єкт з уже існуючими записами.

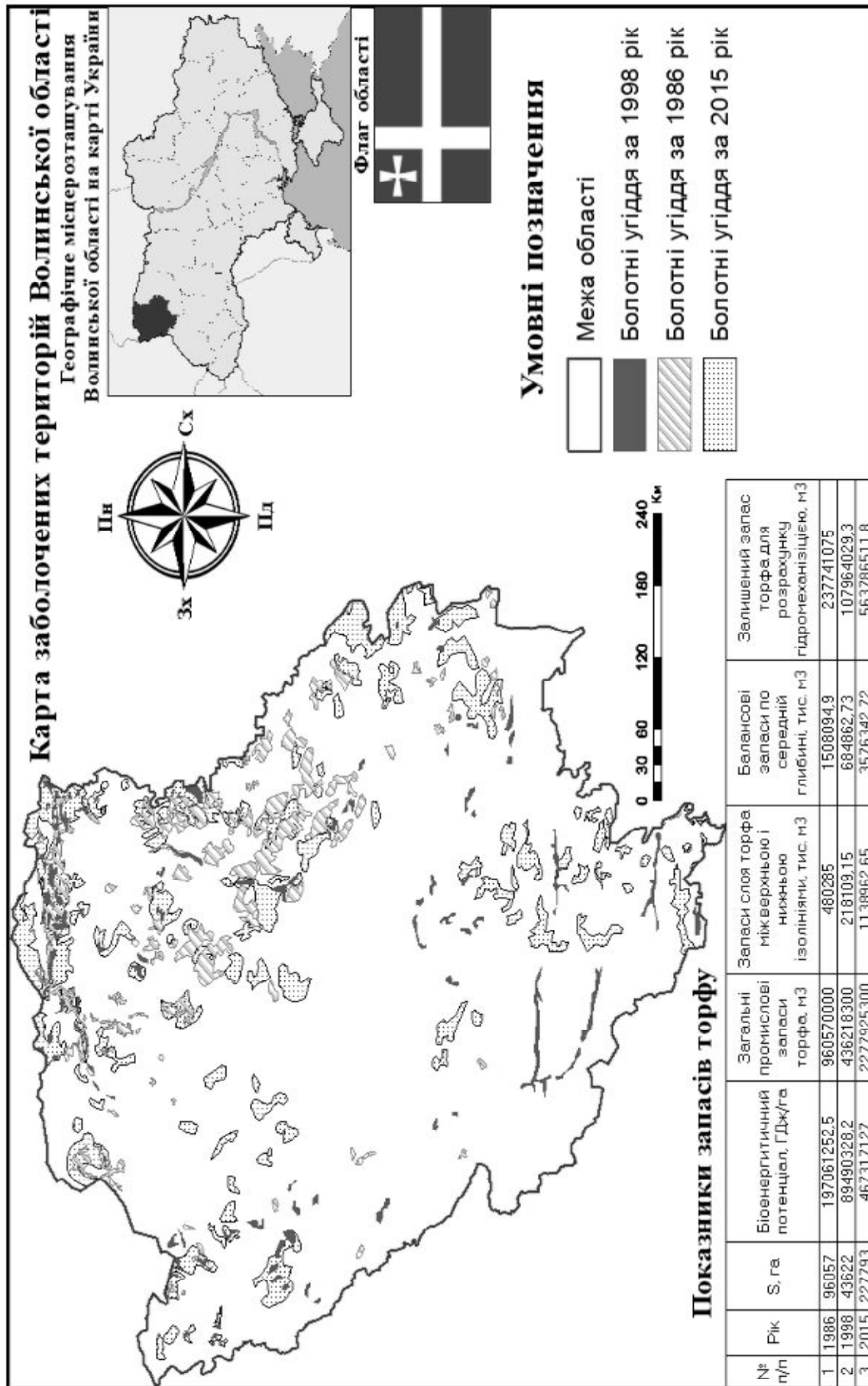


Рис. 4. Карта заболочених територій Волинської області

У цьому випадку записи у двох таблицях можуть бути пов'язані завдяки загальному атрибуту, найчастіше за загальним ідентифікатору ID. Злиття за загальним атрибутом пов'язує запис в одній таблиці з відповідним записом в іншій таблиці.

Для коректної взаємодії файлів бази даних (БД) з інтерфейсом середовища ArcGIS використовується кодова прив'язка елементів карти та осередків бази даних. Для цього при створенні бази даних у таблиці створюється додаткова колонка, що несе в собі код елемента таблиці. Після того, як значення ID для всіх необхідних об'єктів визначені і внесені в базу даних, необхідно провести з'єднання бази даних з атрибутами shape-шару. Для цього слід натиснути правою клавішею миші на потрібному шарі, і вибрати пункт «З'єднання і зв'язку», а потім «З'єднання».

У вікні спочатку вказується назва стовпчика атрибутивної таблиці, за яким буде відбуватися прив'язка до БД, потім вказується шлях до БД, а так само назва стовпчика з яким зв'язується стовпець атрибутивної таблиці.

**7. Створення та підготовка до друку тематичних карт заболочених територій заданої області (по рокам з типовими показниками запасів торфу).** Для отримання векторної карти (рис. 4) у головному меню вибираємо View (Вид), а потім Layout View (Вид компонування). У Головному меню вибираємо Insert (Вставка), а потім додаємо Legend (Легенда), NorthArrow (Стрілка півночі). Діалогове вікно NorthArrowSelector дозволяє вибрати вид стрілки півночі. Вибираємо опцію Insert (Вставка), а потім ScaleBar. Таким чином додаємо масштабну лінійку. Вибираємо опцію Insert (Вставка), а потім Picture (Зображення). Додаємо зображення прапора і зображення окремим кольором Волинської області на карті України до компонування. Вибираємо опцію Insert (Вставка), а потім Object (Об'єкт). Таким чином додаємо таблицю Запаси торфу у компонування.

По результатах розробки даної методики створено векторні карти енергетичного потенціалу заболочених територій Волинської області за три роки.

## Висновки

Проведено аналіз заболочених земель Волинської області на предмет кількісної оцінки запасів торфу. Виконано розробку методики оцінки енергетичного потенціалу торф'яних родовищ з використанням ГІС-технологій, яка передбачає картографічні роботи із визначення площі родовищ на прикладі боліт Волинської області.

Розроблена методика забезпечує проведення еколого-економічної оцінки доцільності осушувальних меліоративних робіт з метою видобутку торфу.

## Список літератури

1. Торф'яно-болотний фонд УРСР, його районування та використання [Текст] / Є.М. Брад'єс, А.І. Кузьмичов, Т.Я. Андрієнко та ін. – К.: Наук. думка, 1973. – 264 с.
2. Каницурак В.В. Охорона і раціональне використання водно-болотних угідь на Україні [Текст] / В.В. Каницурак, Г.В. Парчук. – М., 2011. – 24 с.
3. Климович П.В. Еколого-меліоративний аналіз природних комплексів Волинського Полісся [Текст] / П.В. Климович. – Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2000. – 235 с.
4. Болотний фонд Волинської області [Текст] / Р.В. Мігас, С.Г. Якубишена, В.Й. Петрук та ін. – Л.: Ініціал, 2003. – 24 с.
5. Теорія і методи тематичної обробки аерокосмічних зображень на основі багаторівневої сегментації 25.00.34 аерокосмічних досліджень землі, фотограмметрія. Методика виявлення заболочених територій за даними багатозональної зйомки космічного апарата Landsat 7. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://refdb.ru/look/2613062-p3.html>. (Дата звернення: 30.05.2015).
6. Енергетика України. Енергетичний потенціал торфу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uaenergy.com.ua/post/7176>. (Дата звернення: 30.05.2015).
7. Штін С.М. Гідро-механізований видобуток торфу і виробництво торф'яної продукції енергетичного призначення [Текст] / С.М. Штін. – М.: Видавництво «Гірська книга», 2012. – 360 с.

Надійшла до редколегії 5.05.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.С. Бутенко, Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків.

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

С.М. Андреев, И.Ю. Вовк, В.А. Жилин

Проведен анализ заболоченности территории Волинской области Украины на предмет количественной оценки запасов торфа. Разработана методика оценки энергетического потенциала торфяных месторождений. Создана картографическая модель болотных угодий Волинской области, а также база данных, которая содержит результаты оценки энергетического потенциала торфяных месторождений.

**Ключевые слова:** дешифрирование космических снимков, энергетический потенциал торфяных месторождений, картографическая модель.

## METHOD OF ASSESSMENT OF ENERGY POTENTIAL PEAT DEPOSITS WITH THE USE OF GIS TECHNOLOGIES

S.M. Andreev, I.Y. Vovk, V.A. Zhilin

The analysis of the wetlands of the Volyn region of Ukraine for quantifying peat reserves. A method for evaluating the energy potential of peat deposits. Established cartographic model wetlands Volyn region, as well as a database that contains the results of the evaluation of the energy potential of peat deposits.

**Keywords:** decryption of satellite images, the energy potential of peat deposits, cartographic model.