

УДК 553.494:004.942

**Зацерковний Віталій Іванович**

Доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедри геоінформатики, *orcid.org/0000-0003-2346-9496*  
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ

**Оберемок Наталія Василівна**

Кандидат технічних наук, докторант, *orcid.org/0000-0002-7230-8149*  
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ

**Тішаєв Іван Васильович**

Кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри геоінформатики, *orcid.org/0000-0002-3442-5301*  
Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ

**Наливайко Оксана Михайлівна**

Студентка, кафедра аерокосмічної геодезії, *orcid.org/0000-0002-8142-5339*  
Національний авіаційний університет, Київ

## ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В МОДЕЛЮВАННІ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

**Анотація.** Україна має значні запаси енергетичних корисних покладів, серед яких провідне місце належить торффу. Енергетична структура України характеризується значною диференціацією рівнів забезпечення паливом окремих районів. Тому, необхідно вирішувати подвійне завдання: удосконалювати галузеву і територіальну структуру паливного балансу, а також визначати розташування основних споживачів палива. Серед основних перешкод, які стоять на шляху до підвищення енергоефективності в Україні, можна виділити: надмірне регулювання ринку; недостатній техніко-технологічний розвиток галузі; недостатній рівень популяризації й обізнаності щодо заходів енергоефективності та їх застосування. Аналіз наявних ринків теплопостачання та виробництва палива в Україні свідчить про економічну, інвестиційну, екологічну та соціальну виправданість проектів переходу комунальних котелень на торф'яне паливо. Доведено переваги застосування торффу для опалення щодо заощадження енергоресурсів. Для оцінки параметрів родовища торффу необхідно створити просторово-цифрову модель родовища, яка на основі геолого-структурної позиції з максимальною достовірністю відображає всі особливості зміни речового складу покладів торффу, що проявляються в їх технологічній неоднорідності. Обґрунтовано застосування геоінформаційних технологій для моделювання родовищ корисних копалин, зокрема родовищ торффу. Визначено параметри підземного пласта: загальну площу, об'єм та середню потужність. Впровадження геоінформаційних технологій в дослідження такого типу дозволяє збільшити достовірність моделей, зменшити час та вартість досліджень, а також підвищити продуктивність використання кар'єрів.

**Ключові слова:** цифрова модель; ArcView; ArcGis; TIN-моделі

### Вступ

Енергетична безпека держави є вагомою складовою частиною її національної безпеки. Вітчизняний паливно-енергетичний комплекс повинен повною мірою забезпечувати країну електричною, тепловою енергією, традиційними і альтернативними енергоресурсами. Одним з вітчизняних альтернативних енергоносіїв є торф. Прикладом могуть слугувати Фінляндія, Швеція, Ірландія, де від 10 до 20% енергії виробляється саме з торффу. Торфові ресурси України становлять 2,17 млрд т, балансові запаси – 934 млн т, що робить торф реальним резервом покращення паливно-енергетичного балансу України.

Актуальність теми дослідження визначається наявними гострими проблемами енергозабезпечення країни і її окремих регіонів. Перехід комунальних організацій і приватних осіб на опалення за допомогою торффу дозволяє зекономити до 30% коштів організацій і громадян. Крім того, торф'яна енергетика це й ще екологічно чистий спосіб отримання енергії та відновлюваний природний ресурс.

Різні класифікації ресурсів і запасів корисних копалин описують М.М. Коржнев, М.М. Курило, В.І. Ловинюков, В.А. Михайлов, О.В. Плотніков, Г.І. Рудько, В.О. Шумлянський. Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин Г.І. Рудько, М.М. Курило, С.В. Радованов привели за різними ознаками: за обсягом, за якісними і технологічними властивостями, за ступенем геологічного вивчення тощо.

Ними зокрема дається класифікація запасів за ступенем підготовленості до промислового освоєння.

Питання комплексного розвитку торфової галузі були обговорені у працях відомих вчених, таких як А.Ф. Боровков, Л.С. Балашов, Є.М. Брадїс, В.О. Гнеушев, В.Ф. Дїдух, Л.І. Інішева, В.В. Конїшук, Р.С. Трускавецький та інші.

### Об'єкт, предмет та мета дослідження

Об'єкт дослідження – торф'яні ресурси Чернігівської області.

Предмет дослідження – торф'яні родовища та їх моделювання за допомогою геоінформаційних технологій.

Метою дослідження є аналіз географії торфових ґрунтів і торфовищ України, висвітлення їхніх морфологічних особливостей, фізичних й фізико-хімічних властивостей та можливості їх використання в енергетичній і сільськогосподарській галузях та моделювання торф'яних родовищ і оцінка їх запасів.

### Виклад основного матеріалу

Україна має значні запаси корисних покладів (рис. 1), які здатні багато десятиліть служити справі підвищення енергетичного потенціалу і продуктивності агропромислового комплексу, гармонійно поєднуючись з відновленням агроландшафтів.

За ступенем заболоченості та заторфованості територію України поділяють на такі торфово-болотні райони: найбільш заболоченим і найбільш заторфованим є 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%) [2]. В Україні виявлено і розвідано 1562 торф'яних родовищ із загальними запасами 1853 млн т, а загальна їх площа становить 639,5 тис. га (табл. 1).

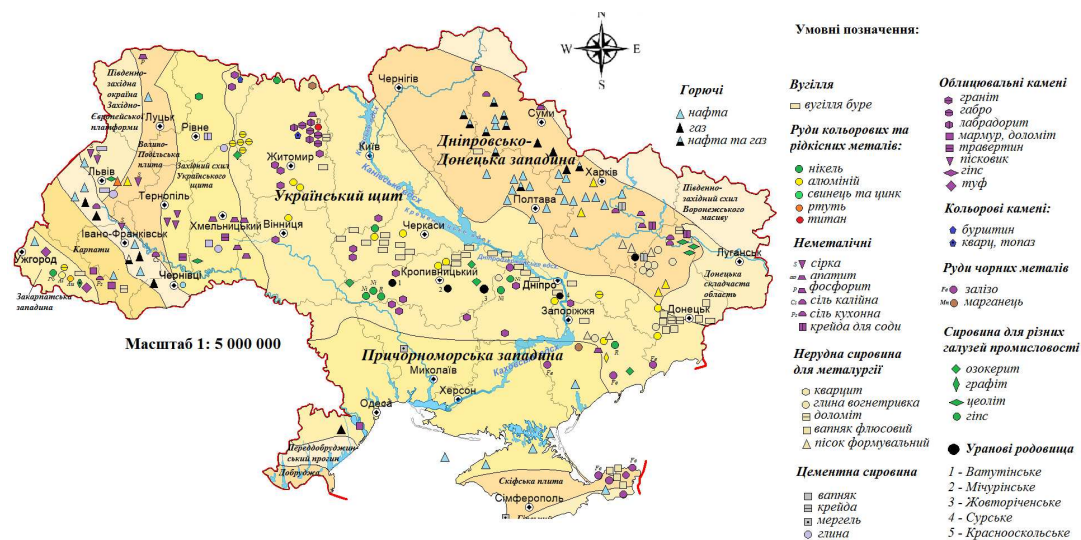


Рисунок 1 – Картограма корисних копалин України

Таблиця 1 – Розвідані запаси родовищ торфу України

Адміністративна область	Кількість родовищ		Запаси, тис. т		Видобуток, тис. т
	Всього	Розробляються	Загальні	Підтверджені	
Рівненська	330	46	361951	135822	207
Волинська	226	86	372153	160706	206
Чернігівська	198	88	250019	63925	92
Житомирська	187	59	83707	31791	31
Львівська	128	46	200050	67360	86
Сумська	115	53	1014 56	55511	3
Хмельницька	80	30	61519	24214	--
Тернопільська	76	27	102124	26375	25
Київська	51	14	147810	36978	10
Полтавська	49	20	69806	27230	1
Вінницька	47	8	33728	3713	–
Черкаська	37	12	52127	22346	26
Ів.-Франківська	35	13	13324	5228	20
Херсонська	3	1	2726	1664	6
<b>Україна</b>	<b>1562</b>	<b>503</b>	<b>1852500</b>	<b>662863</b>	<b>713</b>

У Поліссі зосереджено біля 70% торфового фонду України. На території України в зональному розрізі виділяють п'ять торфово-болотних областей: Полісся, Мале Полісся, Лісостеп, Степ, Карпати і Прикарпаття. Частка запасів торфу-сирцю в кожній з них показана на рис. 2.

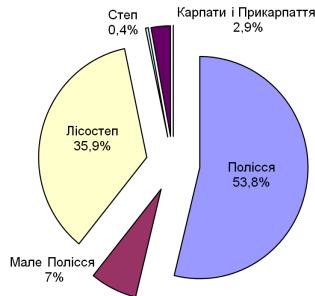


Рисунок 2 – Розподіл запасів торфу на території України

Близько 96% торф'яних ресурсів України належить до низинного типу, 1,8% – верхового, 1,6% – перехідному і 0,6% – змішаному. Найбільші ресурси торфу зосереджені в північних регіонах країни (на Поліссі) – Волинській, Рівненській, Сумській, Чернігівській та Житомирській областях.

На їх території виявлено і розвідано 1056 родовищ, запаси яких складають 1160 млн т.

Близько 81% видобутого торфу використовується як паливо, а 19% – як добрива. Загальний енергетичний потенціал торфу по областях України показано на рис. 3 і табл. 2.

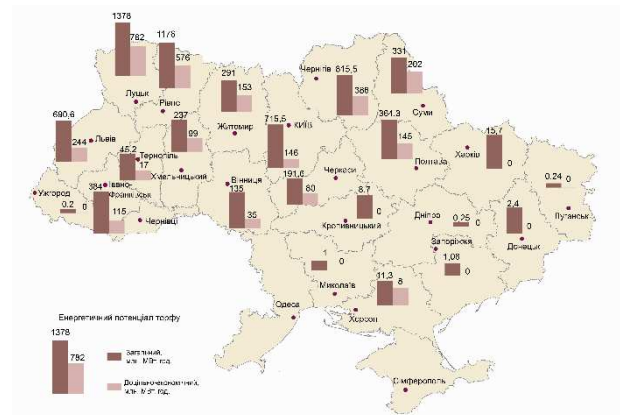


Рисунок 3 – Енергетичний потенціал запасу торфу по областях України

Таблиця 2 – Загальний енергетичний потенціал торфу по областях України

Область	Загальний енергетичний потенціал торфу, млн МВт×Год	Доцільно-економічний потенціал, млн МВт×Год
Вінницька	136,4	34,6
Волинська	1378,1	761,8
Дніпропетровська	0,25	–
Донецька	2,4	–
Житомирська	290,5	159,2
Закарпатська	0,2	–
Запорізька	1,08	–
Івано-Франківська	45,2	17,19
Київська	716,5	146,5
Кіровоградська	8,7	–
Луганська	0,24	–
Львівська	690,6	244,1
Миколаївська	1,26	–
Одеська	–	–
Полтавська	364,3	143
Рівненська	1176,2	575,3
Сумська	331,0	575,3
Тернопільська	384,3	114,8
Харківська	15,7	–
Херсонська	11,3	7,96
Хмельницька	236,6	99,04
Черкаська	191,6	79,7
Чернівецька	–	–
Чернігівська	818,5	356
АР Крим	–	–
Всього	6801	2941

За основу геолого-економічної оцінки ресурсів торфу в Україні взяті Державний облік запасів торфу, геологічна вивченість родовищ торфу і потреби в торфі економіки України. За даними Держкомгеології на території України виявлено і розвідано 3118 торфових родовищ із геологічними запасами близько 2,2 млрд т.

Загальна площа родовищ становить близько 3 млн га, в промислових межах – близько 600 тис. га, балансові запаси торфу становлять близько 735 млн т. Запаси торфу на відведених під промислове розроблення родовищах становлять 22,6 млн т, а підготовлені промислові потужності з його видобування – 2100 тис. т (з виробництва торфобрикетів – 700 тис. т).

Ресурси торфу – це значний енергетичний та агрохімічний потенціал нашої країни. Торф на сьогодні успішно використовується як комунально-побутове місцеве паливо і є джерелом сировини для інших галузей економіки України.

Комплексне використання торфу, тобто використання торфу одного родовища одночасно для потреб сільського господарства та промисловості, обумовлюється наявністю великої різноманітності його видів навіть у межах одного родовища.

Загальний енергетичний потенціал промислових запасів торфу в Україні, що складається з енергетичних потенціалів усіх його геологічних запасів, у перерахунку на умовне паливо становить 836,5 млн т у.п., а доцільно-економічний потенціал, або енергетичний потенціал балансових родовищ, – становить близько 362 млн т у.п.

Для оцінки параметрів родовища торфу необхідно створити просторово-цифрову модель родовища, яка на основі геолого-структурної позиції з максимальною достовірністю відображає всі особливості зміни речового складу покладів торфу, що проявляються в їх технологічній неоднорідності. При цьому всю необхідну інформацію керівництво підприємством і управлінці отримують на основі аналізу моделі родовища.

Переваги й особливості використання ГІС в задачі моделювання родовищ торфу продемонстровані на прикладі торфовища Бурівське (Чернігівська область, Ріпкінський район). Ситуаційний план ділянки моделювання в масштабі М 1:200 000 представлений на рис. 4.



Рисунок 4 – Ситуаційний план розташування ділянки робіт

Торфовище "Бурівське" знаходиться в заплаві р. Замглай, правої притоки р. Десни.

Адміністративно об'єкт розташований у Городянському районі Чернігівської області.

Масив "Бурівське" є частиною родовища "Замглай", що простягається вздовж русла однойменної річки майже на 40 км. Він має витягнуту форму з півночі на південь. Його довжина становить 2,2 км, ширина близько 1 км.

До 1992 р. досліджувана територія використовувалася як дослідна осушувальна система Чернігівським НДІ мікробіології. Тут вирощувалися зернові культури та коренеплоди. Окремі ділянки використовувалися як сіножаті.

Після передачі площ Замглайському торфобрикетному заводу верхня "підсушена" частина родовища була розроблена фрезерним способом, після чого залишилися на даний час в центральній, західній і східній частинах масиву гряди згорілого торфу, а також збереглися нарізки карт глибиною до 0,5 м. За виключенням цих форм рельєфу поверхня болота майже ідеально рівна. Коливання абсолютних позначок місцевості у межах торфовища становить 125,2-126,0 м. Варто сказати, що відстані 2-х км при русі з півночі на південь між 5Д та 4Д масив практично не пересікає жодна горизонталь. І лише окремі бугри за межами нульової залежи мають абсолютні позначки до 127,0 м.

Рельєф дна родовища хвилястий, з різким коритоподібним зниженням з півдня і сходу до середини масиву. Його риси добре прослідковуються у крайній північно-східній частині об'єкту, де часто торф вибраний практично повністю.

Рельєф східної і південної частини оточуючої місцевості підвищений, горбистий. З півночі і заходу до об'єкта примикають вироблені кар'єри цього ж родовища ("Замглай").

Із заходу і півдня, за виключенням невеликої південно-західної частини, масив обмежує каналізоване русло р. Замглай. Східна частина масиву обмежується боковим каналом осушувальної системи – 1ГД. Цей канал виходить далеко за межі досліджуваного масиву, дреноючи велику частину болота "Центральний Замглай". Крім того він приймає ряд бокових каналів, що дреноють схили болотного масиву.

По центру об'єкта з півночі на південь, поділяючи його на дві частини проходить магістральний канал осушувальної системи дослідного господарства інституту сільськогосподарської мікробіології – 5ГД.

Отже, практично, з усіх сторін масив обмежують транзитні водостоки (канали), рівень води в яких диктує положення рівня ґрунтових вод на масиві.

Рослинний покрив торф'яного родовища складається з двох ярусів: торф'яного та чагарникового. У торф'яному ярусі домінують осоки та очерети. Зустрічаються кропива, хвощі. Серед мохів переважає гіпновий. Очеретами вкрито біля 15% поверхні масиву.

Північна частина масиву (65% площі) вкрита чагарником, який представлений переважно лозовим різновидом. В крайній північно-західній частині масиву висота чагарнику сягає 3-3,5 м, повнота 0,5-0,7. На більшості території це молода лозова

поросль, висотою до 1,0 м, що густою щіткою покриває болото. У крайній північно-східній частині зустрічаються берегові чагарники, серед яких іноді виділяються берези діаметром до 0,1-0,15 м.

На торфовищі є кілька великих дерев (верби), більша частина яких приурочена до шлюзів на 5ГД і на р. Замглай. Торфовий покрив підстиляють супіщані ґрунти у північній частині масиву і піщані у південній. За межами розповсюдження торф'яників розвинені супіщано-суглинисті та піщані ґрунти.

Площа торфовища використовується у крайній його південно-східній та південно-західній частині під випаси та сіножаті. 80% території масиву у сільськогосподарському відношенні не використовується. Масив на період вишукувань знаходиться на більшості своєї площі у затопленому стані. Влітку ґрунтові води тут можуть знижуватися на 0,3-0,5 м нижче денної поверхні.

В геоструктурному відношенні досліджуваний район знаходиться у межах Дніпровсько-Донецької западини, в басейні р. Десна. По розподілу торф'яних областей родовище знаходиться в Поліській торф'яній області, Східно-Поліського району. Згідно схеми геоморфологічного районування України (Ю.Л. Грубрін) досліджувана територія відноситься до Дніпровсько-Замглайської рівнини.

Долина р. Замглай є реліктовою долиною, по якій протікала річка Дніпро ще в верхньочетвертинний час. Тоді ж, внаслідок неоктонічних рухів центральна частина долини, по якій зараз проходить шосейна дорога Ріпки-Городня, була припіднята. Річка Дніпро покинула своє Замглайське русло. Її стоки обмежилися сучасною долиною.

На масиві "Замглай" почалися процеси заболочування, заторфовування, утворення боліт.

В геологічній будові району робіт від поверхні до першого регіонального водоупору, яким є відклади київської світи, приймає участь широкий комплекс порід різного генезису, літологічного складу, віку.

Потужність алювіальних відкладів 4-8 м. Вони повсюдно переkritі торфами.

Сучасні болотні відклади мають повсюдне розповсюдження у заплаві р. Замглай. За літологічним складом – це торф та торфомулісті ґрунти, що його підстиляють. Торф темно-коричневого та темно-бурого кольору, іноді з кореннями рослин та раковинами прісноводних моллюсків. За ботанічним складом торф переважно тростинний, рідше осоково-толстинний, дереворослинний, вахто-рослинний. Ступінь розкладу торфу середній, іноді малий і сильний. Зольність коливається у межах від 15 до 45%. Замулені ґрунти зустрічаються у вигляді малопотужного прошарку, як правило, під торфом. Максимальна потужність болотних відкладів 2,8 м, в т.ч. торфу – 2,6 м.

Цифрова карта – це цифрова модель земної поверхні, яка сформована з урахуванням законів картографічної генералізації у прийнятих для карт проекціях, розграфці, системі координат та висот. Вона складається з окремих шарів. Шари карти

містять графічну (точки, лінії, полігони) та атрибутивну (характеристики графічних об'єктів) інформації.

Найпростішим способом введення інформації є сканування першоджерел (карт) з використанням сканерів різних типів (найчастіше звичайних – планшетних). В результаті сканування отримано растрові зображення.

Зшивання растрових зображень відбувалось поетапно. Спочатку було завантажено растрові зображення в масштабі один до одного і за допомогою відповідних інструментів з'єднано одні й ті ж точки на сусідніх растрах (рис. 5).

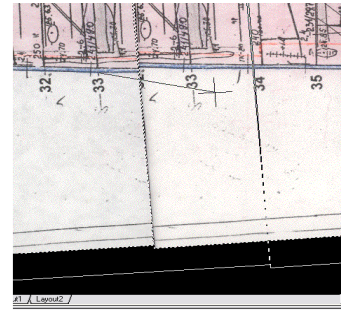


Рисунок 5 – Зшивання растрових зображень

Потім за допомогою інструментів переміщення елементи растра були розміщені точно за їх географічними координатами.

Растрове зображення необхідно перетворити (конвертувати) у векторний формат. Для цього використовується програмне забезпечення (ПЗ) AutoCAD, призначене для роботи з документами у форматах DWG, BMP і JPEG (кольорових, градації сірого, індексований колір), яке має великий набір інструментів.

Оцифровка елементів растра здійснюється в різних шарах (рис. 6).

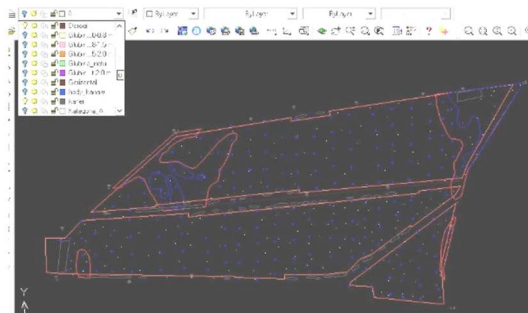


Рисунок 6 – Векторизація растрових зображень

Це також стосується як точкових, так і полігональних об'єктів. Таким чином отримується векторна карта з шарами рельєфу (висоти), розташування свердловин і глибини залягання пласту, а також з межею граничного залягання торфу та межею охоронних зон каналів та згарищ торфу.

Для конвертування файлу у формат, що підтримується ArcView (ArcGIS) його потрібно зберегти у форматі DXF. Побудова топології і внесення атрибутивних даних виконується в ArcView

(ArcGIS), для чого використовуються файли формату DXF. Для цього потрібно підключити модуль Cad reader в ArcView і завантажити потрібні шари з файлів (рис. 7 – 9).

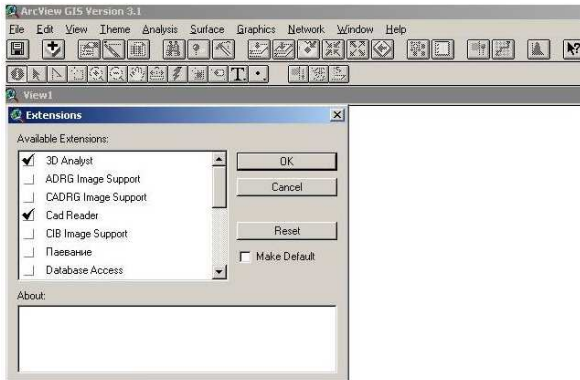


Рисунок 7 – Побудова топології і внесення атрибутивних даних

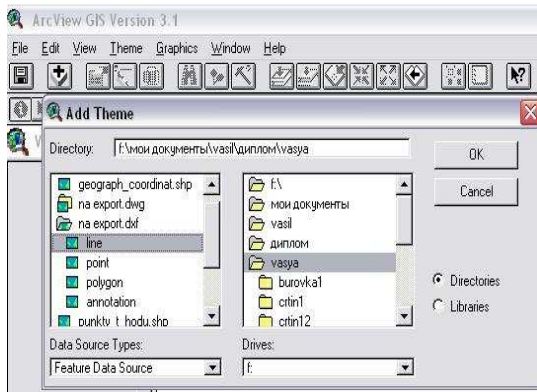


Рисунок 8 – Завантаження шарів і файлів

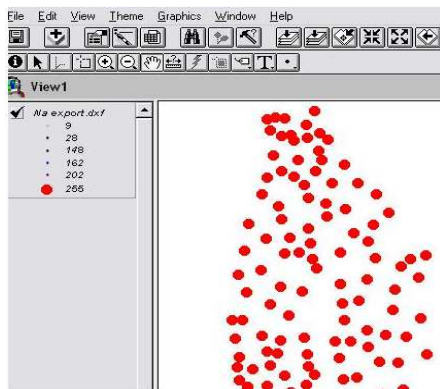


Рисунок 9 – Підключення 3D-модуля

Потім створюємо потрібні теми у форматі .shp і вводимо атрибутивні дані в їх таблиці, для чого створюємо в них ще один стовпчик (рис. 10).

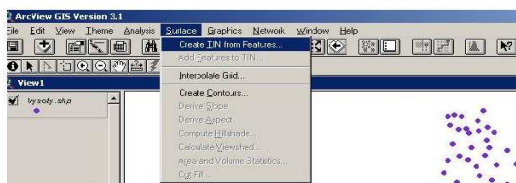


Рисунок 10 – Підключення 3D модуля

Ці дані – висоти рельєфу, а в темі свердловин – це дві висоти, абсолютна висота устя шару торфу і абсолютна висота підшви його шару. Далі теми зберігаються у форматі .shp. Тепер є .shp-файли, з яких можна побудувати TIN-поверхню.

Для побудови з наявних даних TIN-поверхні, потрібно підключити 3D-модуль і виконати операції з кожною темою. Це будуть поверхні: рельєфу, верхньої і нижньої границі залягання торфу. Для цього потрібно в меню Surface вибрати пункт створення TIN-поверхні з даних, і в наступному вікні вказати з якого поля таблиці взяти дані для створення поверхні.

Отже одержано три TIN-поверхні, на яких різними кольорами позначається рівень висот (рис. 11).

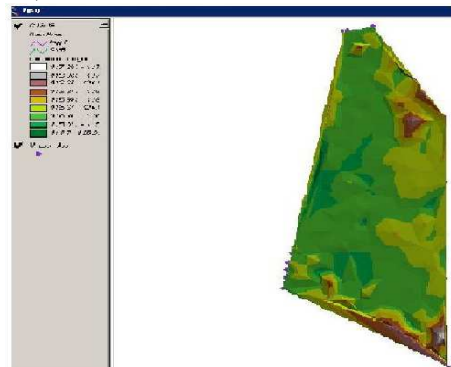


Рисунок 11 – TIN- поверхня

Але трикутноподібна система TIN-поверхні неточно відображає всі нерівності, отже для кожної поверхні треба зробити інтерполяцію (в середовищі ArcMap).

Для цього в меню 3D Аналіз обираємо "трансформувати в ґрид", а тоді в тому ж меню обираємо спосіб інтерполяції потрібного растру. Тепер можна побачити умовні горизонталі, що розділяють ґрид. Кожен з них візуально поділяється кольоровим діапазоном за рівнем висот. Щоб позначити границі висот точніше, в кожній темі Grid заходимо у властивості (викликаємо його за допомогою контекстного меню) і за допомогою редактору класів (об'єктів) розбиваєм кольорову гаму Grid на класи, що мають кожен свій колір (рис. 12).

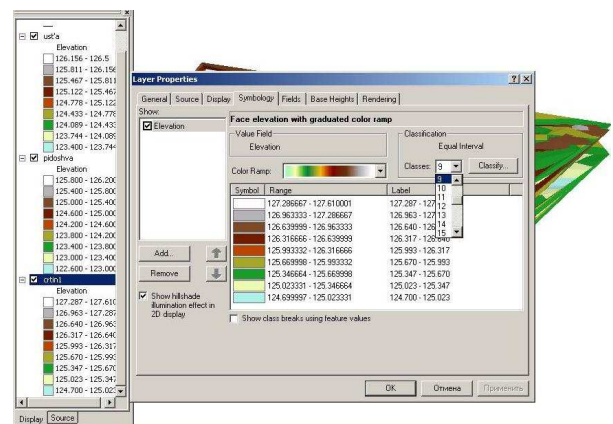


Рисунок 12 – Інтерполяція TIN- поверхні

Кожен клас має максимальну і мінімальну висоту, а між ними проходять горизонталі – отже кількість класів треба виставити залежно від їх кількості.

Тепер можна легко порівняти рівень висот у кожній точці. Залишилось тільки натягнути TIN-поверхні на растр в ArcScene і завантажити в цей додаток всі три моделі.

Порожнина між верхнім і нижнім частинами залягання і є пласт торфу, об'єм і площу якого нам і треба обрахувати. До того ж можна легко побачити місце, де є найменша відстань від земної поверхні до верхньої границі пласту і найбільша відстань між верхньою і нижньою його границею – там доцільно закладати кар'єр. Таким чином ми отримали тривимірне положення всіх частин пласта (рис. 13).

Щоб обрахувати об'єм родовища і його площу, в меню 3D Analyst потрібно обрати відповідну операцію розрахунку (рис. 14), а в діалоговому вікні, що з'явиться, обирати по черзі верхню і нижню межі пласту як вхідного файлу, з якого буде братись точка відліку.

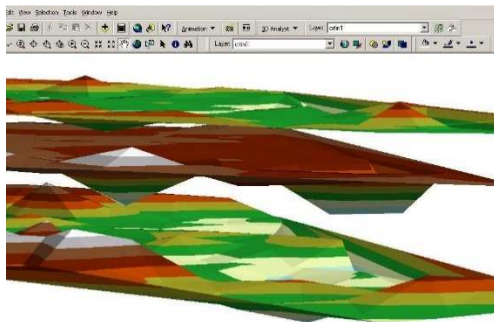


Рисунок 13 – Тривимірне зображення частин пласту торфу

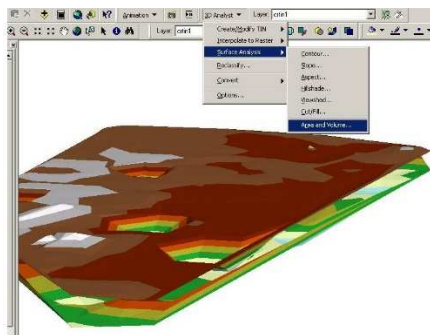


Рисунок 14 – Вибір інструментарію для обчислення об'єму

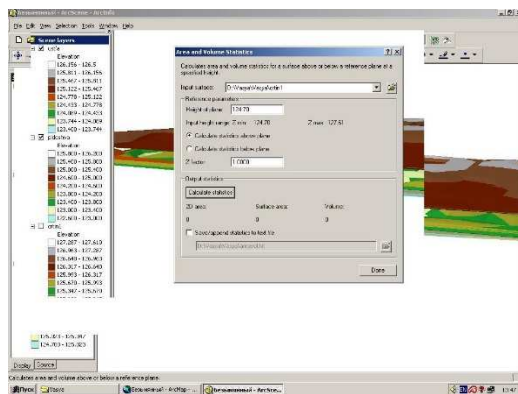


Рисунок 15 – Вибір параметрів обчислення

Тут же в опціях обирається мінімальна або максимальна висота межі, до якої потрібно виконувати виміри, а також ставиться примітка: «вгору або вниз до сусідньої межі». Позначка вказує в якому напрямку від межі будуть обчислюватись параметри (рис. 15.)

Далі потрібно натиснути кнопку "обрахувати статистику" і отримати результати обчислення параметрів покладу відносно верхньої і нижньої площин. Їх різниця і покаже об'єм і площу підземного пласту торфу. За даними моделювання була отримана відповідь:

$$S = 226,3 \text{ га.}$$

$$V = 4035 \text{ тис. м}^3.$$

Середня глибина торф'яного покладу – 1,8 м.

## Висновки

Енергетична структура України характеризується значною диференціацією рівнів забезпечення паливом окремих районів. Тому необхідно вирішувати подвійне завдання: удосконалювати галузеву і територіальну структуру паливного балансу, а також визначати розташування основних споживачів палива.

Структуру споживання паливно-енергетичних ресурсів доцільно наблизити до структури західних країн: у промисловості має споживатися близько 30% енергії (наразі 60%), а решта – в інших галузях економіки.

За результатами виконаної роботи можна зробити такі висновки:

1. Серед основних перешкод, які стоять на шляху до підвищення енергоефективності в Україні, можна назвати: надмірне регулювання ринку; недостатній техніко-технологічний розвиток галузі; недостатній рівень популяризації та обізнаності щодо заходів енергоефективності та їх застосування.

2. Україна має потенціал, щоб забезпечити себе різними видами палива й не бути залежною від імпорту енергоносіїв. Це стосується як традиційних (газ; вугілля; нафта) видів палива, так і альтернативних (сонце, повітря, біопаливо, торф тощо). Має достатньо родовищ, фахівців, технологій, є стратегія розвитку галузі. Однак цього недостатньо, якщо радикально не зменшити споживання до рівня, що співвідноситься з європейськими країнами.

3. Сфера використання торфу як палива, з розвитком сучасних технологій видобутку, виробництва торф'яного палива і його згоряння оцінюється провідними вченими і фахівцями, як найбільш перспективний напрямок розвитку енергетики в майбутньому.

4. Аналіз існуючих ринків теплопостачання та виробництва палива в Україні свідчить про економічну, інвестиційну, екологічну та соціальну виправданість проектів переходу комунальних котельень на торф'яне паливо. Доведені переваги застосування торфу для опалення щодо заощадження енергоресурсів.

5. Для можливості використання торфу в енергетиці це має бути низинний торф зі ступенем розкладання не менше 35% низинного типу з вологістю не більше 65%, зольністю в межах 15%, теплою згоряння в інтервалі 8200-20500 кДж/кг.

6. Застосування геоінформаційного моделювання для аналізу запасів корисних копалин дозволяє вдосконалити оперативність підрахунку запасів і сприяє підвищенню надійності та об'єктивності комплексної геолого-економічної оцінки родовищ.

## Список літератури

1. Бурачек В.Г. Геоінформаційний аналіз просторових даних / В.Г. Бурачек, О.О. Железняк, В.І. Зацерковний. – Ніжин: ТОВ Видавництво «Аспект-Поліграф», 2011. – 440 с.
2. Стадник О.С., Гнєшув В.О. Використання торфових ресурсів України з урахуванням їх балансу у природі. / Проблеми раціонального використання соціально-економічного та природно-ресурсного потенціалу регіону: фінансова політика та інвестиції. – Зб. наук. праць. – Вип. XVI № 4. – Київ: СЕУ / Рівне: НУВГП, 2010. – С. 480-488.
3. ДСТУ 5019:2008 Торф. Терміни та визначення понять. – К. : Держспоживстандарт, 2008. – 54 с.
4. Закон України «Про затвердження Загальнодержавної програми розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2011, No 44, ст.457) (Із змінами, внесеними згідно із Законом No 4731-VI від 17.05.2012, ВВР, 2013, No 15, ст.98.
5. Зацерковний В. І Моделі, методи та програмно-технічні засоби геоінформаційної підтримки прийняття рішень у системах управління територіями / автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.13.06. К., Інститут ПММС: 2013. 40 с.
6. Зацерковний В.І. Геоінформаційні системи в науках про Землю / В.І.Зацерковний, І.В.Тішаєв, І.В. Вірило, В.К. Демидов. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2016. – 510 с.

Стаття надійшла до редколегії 14.03.2017

**Рецензент:** д-р геол. наук, проф. О.М. Карпенко, Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ.

### **Зацерковний Віталій Іванович**

Доктор технічних наук, доцент, заведуючий кафедрою геоінформатики, [orcid.org/0000-0003-2346-9496](http://orcid.org/0000-0003-2346-9496)

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ

### **Оберемок Наталія Васильевна**

Кандидат технічних наук, докторант, [orcid.org/0000-0002-7230-8149](http://orcid.org/0000-0002-7230-8149)

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ

### **Тішаєв Іван Васильевич**

Кандидат фізико-математических наук, доцент, доцент кафедри геоінформатики, [orcid.org/0000-0002-3442-5301](http://orcid.org/0000-0002-3442-5301)

Київський національний університет ім. Тараса Шевченка, Київ

### **Наливайко Оксана Михайлівна**

Студентка кафедри аерокосмічної геодезії, [orcid.org/0000-0002-8142-5339](http://orcid.org/0000-0002-8142-5339)

Національний авіаційний університет, Київ

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОДЕЛИРОВАНИИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

**Аннотація.** Україна має значительные запаси энергетических залежей, среди которых ведущее место принадлежит торфу. Энергетическая структура Украины характеризуется значительной дифференциацией уровней обеспечения топливом отдельных районов. Поэтому, необходимо решать двойную задачу: совершенствовать отраслевую и территориальную структуру топливного баланса, а также определять расположение основных потребителей топлива. Среди основных препятствий, стоящих на пути к повышению энергоэффективности в Украине, можно выделить: чрезмерное регулирование рынка; недостаточное технико-технологическое развитие отрасли; недостаточный уровень популяризации и осведомленности о мерах энергоэффективности и их применение. Анализ существующих рынков теплоснабжения и производства топлива в Украине свидетельствует об экономической, инвестиционной, экологической и социальной оправданности проектов перехода коммунальных котельных на торфяное топливо. Доказаны преимущества применения торфа для отопления по экономии энергоресурсов. Для оценки параметров месторождения торфа необходимо создать пространственно-цифровую модель месторождения, которая на основе геолого-структурной позиции с максимальной достоверностью отражает все особенности изменения вещественного состава залежей торфа, которые проявляются в их технологической неоднородности. Обосновано применение геоинформационных технологий для моделирования месторождений полезных ископаемых, в частности месторождений торфа. Определены параметры подземного пласта: общая площадь, объем и средняя мощность. Внедрение геоинформационных технологий в исследования такого типа позволяет увеличить достоверность моделей, уменьшить время и стоимость исследований, а также повысить производительность использования карьеров.

**Ключевые слова:** цифровая модель; ArcView; ArcGis; TIN-модели



**Zatserkovnyi Vitalii**

Doctor of Technical Sciences, Head of the Department of geoinformatics, [orcid.org/0000-0003-2346-9496](https://orcid.org/0000-0003-2346-9496)  
Taras Shevchenko national University of Kyiv, Kyiv

**Oberemok Nataliia**

Ph.D. in Technical Sciences, postdoctoral student, [orcid.org/0000-0002-7230-8149](https://orcid.org/0000-0002-7230-8149)  
Taras Shevchenko national University of Kyiv, Kyiv

**Tishaiev Ivan**

Ph.D. of in Physics and Mathematics, Associate Professor, [orcid.org/0000-0002-3442-5301](https://orcid.org/0000-0002-3442-5301)  
Taras Shevchenko national University of Kyiv, Kyiv

**Nalyvaiko Oksana**

Student, The Department of aerospace geoinformatics, [orcid.org/0000-0002-8142-5339](https://orcid.org/0000-0002-8142-5339)  
National Aviation University of Kyiv, Kyiv

### APPLICATION OF GEOINFORMATION TECHNOLOGIES IN MODELING OF MINERAL RESOURCES DEPOSITS

**Abstract.** Ukraine has considerable reserves of energy mineral deposits, among them the leading place belongs peat. Ukraine Energy structure characterized by a significant difference in the fuel specific areas. Therefore, it is necessary to solve a double task: to improve sectoral and territorial structure of the fuel balance and to determine the location of the main consumers of fuel. Among the major obstacles that stand in the way to improve energy efficiency in Ukraine are: excessive market regulation; insufficient technical-technological development area; insufficient promotion and awareness of energy efficiency measures and their application. Analysis of existing markets heat and fuel production in Ukraine evidence of economic, investment, environmental and social justification for public projects transition houses on peat fuel. Proven benefits of peat for heating to save more energy. To estimate the parameters of peat deposits need to create space-digital model of the deposit, which is based on geological and structural position of maximum reliability features displays all changes in material composition of peat deposits that occur in their technology heterogeneity. Application of GIS technology to model the mineral, including peat deposits. The parameters of the underground reservoir: total area, volume and average power. Implementation of GIS in research of this type increases the reliability of models, reduce time and cost of research and improve performance using quarries.

**Keywords:** digital model; ArcView; ArcGis; TIN-model

#### References

1. Kostyrko, T.N. (2011). Universities of Ukraine: joining to open access motion. *News of ONU*, 16, 1/2 (5/6), 283–289.
2. Hirsch, J.E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Arhiv: physics (0508025)*, 5, 29, 5.
3. Burachec, V. (2011). *Geoinformation analysis of spatial data / V. Burachec, O. Zheleznyak, V. Zatserkovnyi. Nizhyn: Ltd Vidavnytstvo «Aspekt-Polihraf», 440.*
4. Stadnyk, O.S., Hnyeushev, V.O. (2010). Use of Ukrainian torph sources incounting their balance in the nature. *Problemy ratsional'noho vykorystannya sotsial'no-ekonomichnoho ta pryrodno-resursnoho potentsialu rehionu: finansova polityka ta investytsiyi*, XVI, 4. Kyiv: SEU / Rivne: NUVHP, 480-488.
5. DSTU 5019:2008 Torf. *Terminy ta vyznachennya ponyat'*. – K.: Derzhspozhyvstandart, 2008. – 54.
6. Law of Ukraine "On Approval national program of mineral resources of Ukraine till 2030" (Supreme Council of Ukraine (VVR), 2011, No 44, st.457) (As amended by the Law No 4731- VI of 17.05.2012, BD 2013, No 15, article 98.
7. Zatserkovnyi, V.I. (2013). *Programms, methods and programme-technical tools of geoinformation support of management od territories. DSc thesis: 05.13.06. K., Instytut PMMS: 40.*
8. Zatserkovnyi, V.I. (2016) *geoinformation systems in the Earth sciences. / V.I. Zatserkovnyy, I.V. Tishayev, I.V. Virshylo, V.K. Demydov. Nizhyn: NDU im. M. Hoholya, 510.*

#### Посилання на публікацію

- APA Zatserkovnyi, Vitalii, Oberemok, Nataliia, Tishaiev, Ivan & Nalyvaiko, Oksana. (2017). Application of geoinformation technologies in modeling of mineral resources deposits. *Management of Development of Complex Systems*, 30, 147 – 155.
- ДСТУ Зацерковний, В.І. Застосування геоінформаційних технологій в моделюванні родовищ корисних копалин / В.І. Зацерковний, Н.В. Оберемок, І.В. Тишаєв, О.М. Наливайко // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 30. – С. 147 – 155.