

УДК 528.71:528.531:67.08

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ МЕТОДІВ ОТРИМАННЯ ДАНИХ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОБ'ЄМІВ ВІДХОДІВ ТА ДОННИХ ВІДКЛАДІВ

В. Лозинський

Національний університет "Львівська політехніка"

Ключові слова: дистанційні та контактні методи отримання даних, промислові та побутові відходи, донні відклади, об'єм.

Постановка проблеми

Надмірна концентрація підприємств промисловості та сільського господарства в Україні призводить до накопичення речовин, які утворені в результаті техногенної діяльності людини (відвал, хвостосховище, полігон ТПВ, водосховище ГЕС, ставки-охолоджувачі АЕС, ГЕС, гудронні озера, ставки-відстійники шахтних вод), що зумовлюють катастрофічне забруднення повітря, води та ґрунту. Аналіз основних тенденцій і характеру змін чинників екологічної безпеки регіонів переконливо доводить, що збереження високої енерго- та ресурсоемності економіки України за умов подальшого виснаження земельних, водних, мінерально-сировинних та біотичних ресурсів неминуче призведе до формування масштабних загроз національній безпеці в екологічній і природно-техногенній сферах [19].

Накопичення відходів та донних відкладів є надзвичайно важливою проблемою сьогодення. Вони нагромаджуються в результаті діяльності підприємств паливно-енергетичного комплексу (ПЕК), гірничодобувної, важкої, легкої, харчової промисловості та господарської діяльності людини. В Україні накопичено близько 33,0 млрд т різних промислових відходів, серед яких: відходів добування та збагачення корисних копалин – 28 млрд т, металургійних шлаків – більше ніж 3 млрд т, золи та шлаків спалювання вугілля – 0,5 млрд т, відходів будівельних матеріалів – 0,2 млрд т, інших – близько 0,3 млрд т [20]. Причому швидкість накопичення цих речовин постійно зростає. Для прикладу, у 2013 р. утворилось близько 59 млн м³ побутових відходів. Така кількість щорічно призводить до утворення значної кількості сміттєзвалищ, які вже перевантажені або не відповідають санітарно-технічним нормам.

Визначення та прогнозування швидкості зміни об'ємів речовин, що накопичуються, дасть змогу спрогнозувати і вчасно запобігти забрудненню природних об'єктів, погіршенню стану здоров'я населення, а також зміни природних ландшафтів. Тому завдання, що стосуються визначення геометричних параметрів та об'ємів накопичених речовин різного фізичного стану, а також характеристика геодезичних методів та їхньої точності є актуальними питаннями і потребують додаткових наукових досліджень.

У праці [58] зацентовано увагу на відновленні природного середовища деастрованих ландшафтів Львівсько-Волинського вугільного басейну, які негативно впливають на здоров'я населення, зокрема

відбувається процес горіння, а також небезпечні геодинамічні процеси, викликані надмірними навантаженнями териконів, хвостовідстійників масивних інженерних споруд тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення цієї проблеми

Сьогодні в Україні чинна Інструкція з топографічного знімання [6], згідно з якою встановлено технічні вимоги до геодезичної основи, точності, змісту, методів створення та оновлення топографічних планів. Знімання виконують згідно з вимогами залежно від характеристик рельєфу.

У зв'язку з розвитком сучасних технологій, знімальних робіт у галузі топографічного знімання шельфу та внутрішніх водойм поліпшується якість та пришивиджується виконання промірних та камеральних робіт.

Міжнародна гідрографічна організація (МГО) виділила чотири категорії точності топографічного знімання дна [8]:

1. Спеціальна категорія (Special Order Surveys).
2. Категорія 1a (Order 1a Surveys).
3. Категорія 1b (Order 1b Surveys).
4. Друга категорія (Order 2 Surveys).

Сумарна похибка обчислюється за формулою:

$$m_h = \pm \sqrt{a^2 + (b \cdot h)^2}, \quad (1)$$

де a – постійне значення похибки, незалежної від глибини; b – коефіцієнт, який виражає частину похибки, яка змінюється залежно від глибини; h – глибина.

Числові параметри a і b – це постійні значення похибок, які для кожної з категорій визначені у [8].

Виконання гідрографічних робіт в Україні здійснюється згідно з Інструкцією для створення топографічних карт шельфу і внутрішніх водойм [9]. На детальність знімання впливають такі чинники:

- характер рельєфу;
- ступінь розчленованості рельєфу;
- глибина знімання;
- спосіб знімання.

Знімання виконують галсами (маршрутами) з відповідною відстанню між ними і точками вимірювання глибини.

Виконання знімання хвостосховищ поділяють на дві частини:

- гідрографічне знімання дна акваторії;
- топографічне знімання пляжів сухих хвостів.

У [32] зазначено, що інструкцій або методичних вказівок щодо виконання цих робіт в Україні все ще не підготовлено, а видані ще в 80-ті роки минулого століття нормативні документи щодо проведення контрольних спостережень за деформаціями гребель і

дамб хвостосховищ [33, 34] не відповідають сучасному рівню розвитку маркшейдерсько-геодезичного приладобудування та методикам виконання вимірювань. А знімання води і хвостів, накопичених у хвостосховищах, виконується відповідно до вимог інструкцій [6, 35], які не враховують особливостей рельєфу покладених хвостів. У [35] зазначено, що знімання виконують, дотримуючись вимог, встановлених для знімання відвалів у масштабі 1:2000 або 1:5000. Своєю чергою, відстань між пікетами за масштабу 1:5000 не повинна перевищувати 100 м, для масштабу 1 : 2000 – 20 м.

Ще одним документом, який встановлює нормативні вимоги до виконання знімальних робіт відвалів, є [7], в ньому рекомендовано виконання знімання в масштабах 1:2000, 1:5000. Відстань між пікетами повинна бути не більшою, ніж 200 метрів.

Зокрема, в [32, 37, 38, 41–47, 50, 53] розглядаються методи отримання даних для визначення об'ємів відходів та донних відкладів.

Постановка завдання

Велика кількість сучасних геодезичних та гідрографічних методів дає змогу вибрати найоптимальніший з них, відповідно до поставленого завдання та типу досліджуваного об'єкта. Кожен з методів має переваги та недоліки і характеризується своєю точністю та особливостями використання. Тому виникає потреба в тому, щоб виділити об'єкти за способом та джерелом утворення, а також класифікувати методи визначення об'ємів та їх геометричних параметрів відповідно до типу об'єкта та точності вимірювань.

Метою дослідження є аналіз нормативних документів, літературних джерел з метою визначення методів знімання для геометричного опису об'єктів, де складуються відходи виробництва та життєдіяльності людини.

Виклад основного матеріалу

Забруднення літосфери, гідросфери та атмосфери здебільшого спричинене речовинами, що накопичуються в результаті техногенної діяльності людини. Оскільки накопичення цих речовин є практично безперервним процесом, то виникає потреба їх зберігання та складування. До речовин, що накопичуються в результаті техногенної діяльності людини, належать промислові та побутові відходи, а також донні відклади різних гідрографічних об'єктів.

Згідно із Законом України “Про відходи” [1] відходи – це будь-які речовини, матеріали і предмети, що утворилися у процесі виробництва чи споживання, а також товари (продукція), що повністю або частково втратили свої споживчі властивості й не мають подальшого використання за місцем їх утворення чи виявлення, і від яких їх власник позбувається, має намір або повинен позбутися шляхом утилізації чи видалення. Детальнішу класифікацію відходів наведено в Класифікаторі відходів ДК 005-96 [2].

Джерелами утворення відходів є потенційно небезпечні об'єкти, вказані в “Класифікаторі потенційно небезпечних об'єктів” [3], що розробив Науководослідний, проектно-конструкторський та технологічний

інститут мікрографії Державного департаменту страхового фонду документації (НДІ мікрографії). Згідно з цією класифікацією виділимо основні потенційно небезпечні об'єкти, що накопичують відходи та відклади:

- **підприємства з виробництва та постачання електричної та теплової енергії** (атомні електростанції, гідроелектростанції, теплові електростанції, теплоелектроцентралі);

- **підприємства з видобування руд та нерудних копалин** (шахти з підземного видобутку вугілля, розрізи з відкритого видобутку вугілля, породні відвали вугільних шахт, що експлуатуються, недіючі породні відвали висотою понад 30 м, що піддаються горінню, недіючі породні відвали заввишки понад 50 м, що не схильні до горіння, збагачувальні фабрики, гірничо-збагачувальні фабрики, комбінати);

- **санітарно-технічні споруди комунального призначення** (полігони твердих побутових відходів, сміттєспалювальні та сміттєпереробні заводи);

- **гідроспоруди** (водосховища, хвостосховища, шламонакопичувачі, мулонакопичувачі, золонакпичувачі, стави-відстійники (освітлювачі) шламових вод, шахтних вод);

- **об'єкти транспорту;**

- **грубопроводи та споруди на них;**

- **сховища газу, нафти і нафтопродуктів.**

З переліку цих потенційно небезпечних об'єктів бачимо, що не всі вони утворюють відходи та відклади, які можна визначити геодезичними чи гідрографічними методами.

Отже, розглянемо основні об'єкти, на яких можуть накопичуватися ці речовини. Значна частка промислових відходів утворюється такими галузями ПЕК, як паливна промисловість та електроенергетика. Розглянемо їх детальніше.

Паливна промисловість. Визначальним із власних первинних енергоресурсів для України є вугілля. Запаси вугілля зосереджені в Донецькому, Львівсько-Волинському та Дніпровському басейнах. Під час видобування і оброблення вугілля виникає значна кількість відходів та порожньої породи, яка утворює відвали (терикони). Також важливим об'єктом для дослідження є стави-відстійники шахтних вод, у які відкачується вода.

Негативний вплив териконів на навколишнє середовище зумовлений тим, що вони займають значні площі й об'єми, в них відбувається процес самозаймання і диміння, просідання земної поверхні та їх підтоплення, а також негативно впливають на стан здоров'я місцевого населення.

Ще одним джерелом для отримання електроенергії є нафта та газ. На території України виділяють три нафтогазоносні території: Східноукраїнська, Західноукраїнська і Південноукраїнська. Відходами нафтогазової промисловості є нафтовий шлам, гудрони та мул. Нафтові шлами утворюються у резервуарах для збереження нафти, на очисних спорудах, а також в системі оборотного водопостачання і під час очищення резервуарів [23]. Оскільки нафтовий шлам можна утилізувати різними методами [21], загострюється проблема з гудронними озерами, які накопи-

чують мул та небезпечні речовини. За розрахунками Державної екологічної інспекції у Львівській області шкода, заподіяна державі внаслідок забруднення поверхневих вод продуктами нафтопереробки, становить близько 72 млн грн, земельних ресурсів 18 млн грн [29].

Вплив технологічних процесів нафтогазового виробництва призводить до [22]:

- забруднення атмосфери, ґрунтів та водних об'єктів;
- наявність великої кількості та об'ємів відходів;
- небезпечність продукції (пожежо- та вибухо-небезпечна).

Базова галузь економіки України – *електроенергетика*, яка об'єднує виробництво та транспортування електроенергії. Основну частину електроенергії в Україні виробляють:

- атомні електростанції (АЕС);
- теплові електростанції (ТЕС), до яких входять (ДРЕС та ТЕЦ);
- гідроелектростанції (ГЕС), що поділяються на (ГЕС та ГАЕС).

АЕС. Основним паливом для АЕС є радіоактивні елементи (уран, торій, плутоній), а отримання енергії ґрунтується на реакціях радіоактивного розпаду цих елементів. Наприклад, на Південноукраїнській АЕС ставок-охолоджувач працює в дуже напруженому режимі. У жаркі літні місяці його охолоджувальна здатність знижується. Необхідного об'єму води потрібної температури недостатньо для роботи усіх енергоблоків станції, через це сумарна потужність АЕС обмежується [24]. Отже, може виникнути потреба у визначенні об'ємів води. Також зауважимо, що замулення в цих водоймах буде значно меншим, ніж на ГЕС.

ТЕС. Основною сировиною для ТЕС є вугілля, яке спалюється, в результаті горіння утворюються шлак і зола. Місце, де накопичуються і зберігаються відходи від ТЕС, називається хвостосховищем.

Хвостосховище (золосховище, шламсховище, шлакосховище, басейн для накопичення рідких відходів виробництва) – штучна гідротехнічна споруда у природному ландшафті, що може бути замкненою або напівзамкненою, для зберігання рідких хвостів, що можуть бути токсичними та екологічно небезпечними, які переміщуються з місць їх утворення гідравлічним способом [5].

Поява таких об'єктів, як хвостосховище, спричиняє такі негативні наслідки:

- зміна природного ландшафту;
- забруднення ґрунтових вод стоками;
- відведення значних територій під золовідвали, де нагромаджується велика кількість важких металів та спостерігається підвищений рівень радіоактивності;
- затоплення та підтоплення земель, їх засолення та заболочення;
- порушення структури ґрунтів.

ГЕС. Хоча ГЕС є безвідхідним процесом виробництва електроенергії, проте на дні водосховища накопичуються донні відклади, які є різними за складом, властивостями і походженням. Вони утворюються за рахунок продуктів руйнації берегів і дна [36]. Замулення водосховища зменшує корисний об'єм

води, безпосередньо впливає на роботу ГЕС, змінюються всі фізичні, хімічні та біологічні властивості прилеглих територій, але найголовніше – це зменшення корисного об'єму водосховища.

Основною сировиною для ГЕС є напір води, який забезпечується за допомогою певних гідротехнічних споруд, до яких належать греблі, канали, водосховища та інші.

Враховуючи те, що замулення водосховищ – це постійний процес надходження різних відкладів, воно може призвести до вкрай тяжких наслідків, таких як:

- затоплення великої кількості територій;
- абразія берегів;
- зміна рівня ґрунтових вод;
- знищення флори та фауни;
- негативний вплив на рельєф, клімат, господарську діяльність людини в зоні можливого затоплення.

Побутові відходи. Питання побутових відходів є надзвичайно актуальною проблемою сьогодення, яка стосується кожного з нас. В Україні простежується тенденція до збільшення кількості полігонів твердих побутових відходів (ТПВ) поблизу великих міст, містечок та сіл. Проблема сміттєзвалищ якимось вирішується у містах, проте у малих містах та селах вона критична, оскільки утворюються все нові й нові несанкціоновані звалища.

У науковій літературі виокремлено класифікацію відходів за агрегатним станом, а саме на тверді та рідкі.

Оскільки рідкі відходи зберігаються в спеціальних резервуарах, а також є різні методи очищення (механічний, фізико-хімічний, біологічний та інші), вони завдають значно меншої шкоди довкіллю.

Відомі такі способи поводження з ТПВ:

- основним є їх складування та зберігання на сміттєзвалищах (полігонах ТПВ);
- знищення спалюванням.

Сміття ввозять на звалища, які займають сотні й тисячі гектарів цінних земель в околицях великих та малих міст, забруднюють повітря, ґрунтові води, ґрунт, спотворюють навколишній ландшафт.

Важливим під час дослідження об'єктів, що згадувались вище, є визначення їхніх геометричних параметрів, які будуть визначальними для оцінки їхніх екологічних наслідків. Зокрема, в результаті технологічних процесів формуються параметри породних відвалів, які визначають ступінь їх екологічної небезпеки. До них зарахуємо: висоту відвалу, площу основи та об'єм відвалу [48, 49].

Серед наукових публікацій є дослідження [41], пов'язані з розрахунком площі, об'єму та площі бічної поверхні відвалу, які провели науковці Донецького національного технічного університету. Також серед вітчизняних науковців працівники Житомирського державного технологічного університету в [42] розглянули обчислення об'ємів складів готової продукції за допомогою різних способів, використовуючи програме забезпечення AutoCAD Civil 3D 2012, наведено приклади відхилення від еталонного значення об'ємів величин. Серед закордонних публікацій можна виділити [43–47]. У [44] наведено фізичні, хімічні характеристики матеріалів, а також визначено геометричні

параметри (кут нахилу, висота), об'єм і площу покриття відвалів. Результати представлені 3D-моделлю та профілями відвалів. У [43] описане обладнання, необхідне для геодезичних вимірювань відвалів, а також опрацювання даних, які подано у вигляді цифрової моделі місцевості до та після видобутку копалин. У завершальній частині наведено результати і порівняння визначеного об'єму отриманих різними методами і з різною щільністю виміряних точок. Можливість використання тахеометричного, GNSS, лідарного, супутникового стереознімання та наземного лазерного сканування відзначено в [45]. У роботі здійснено порівняння визначення площі, об'єму, тонуажу, затрат часу на знімання та обробку і, зрештою, наведено оцінку рейтингу кожного із представлених методів. Ефективність використання фотограмметричного методу та методу лазерного сканування висвітлено в [47]. Автори визначили об'єми, навели різницю визначення об'ємів та їхню точність у відсотковому відношенні. Порівняння стандартного методу та методу сканування за допомогою Topcon Imaging Station з щільністю 0,3 м та 0,1 м розглянуто в [46]. З використанням методу сканування досягнута точність визначення об'ємів 99,95 % від фактичного об'єму, та 94,66 % для стандартного методу. Доволі високий відсоток показує, що метод сканування є точнішим для розрахунку об'єму, і результати були практично ідентичні з фактичним обсягом. Результати цього методу істотно перевищують стандартний метод за швидкістю і точністю.

Методику визначення об'ємів води і заповнення хвостів у хвостосховищі на гірничо-збагачувальних комбінатах Кривбасу розглянуто в роботі [32]. В цьому досліді автори проводили маркшейдерські роботи із заповнення хвостосховищ, а саме: гідрографічне знімання дна акваторії та топографічне знімання пляжів сухих хвостів. Опрацювання результатів виконано за допомогою програмного пакета CREDO ТОПОПЛАН, CREDODAT, у результаті чого створено цифровий план хвостосховища з перетином горизонталей через 1,0 м.

3D-моделювання техногенних зон із застосуванням лазерного сканування та GNSS-технологій розглянуто в [53]. В результаті проведених робіт автори побудували TIN-модель шлакових штабелів, але в роботі не вказано об'єм цих штабелів.

Працівники Національного університету "Львівська політехніка" проводили дослідження замулення Тереблянського водосховища, зокрема в роботі [38] визначили об'єми замулення, побудували профілі різних частин водосховища, на яких відображається замулення, а також склали прогноз замулення на 2010–2020 роки.

В Україні перші дослідження щодо сміттєзвалищ за допомогою ДЗЗ виконало ДНВП "Природа". В [37] розглянуто можливість використання космічних знімків для аналізу розміщення полігонів ТПВ, їх картографування, вивчення динаміки розмірів полігонів.

В Україні створена така структура ПЕК, що потребує значних сировинних ресурсів (вугілля, нафта, газ), які згодом спричиняють утворення та накопичення відходів та відкладів. Важливим аспек-

том відходів є те, що їх можна розглядати як "корисні копалини", оскільки вони за компонентним складом є цінною мінеральною сировиною, а саме кольорових, рідкісних і навіть дорогоцінних металів, також їх можна використовувати для засипання різних ярів, балок, байраків [5]. Використовувати відходи видобувної промисловості, а саме порожньої породи, можна у виробництві будівельних матеріалів [28], дорожньому виробництві [25]. Доволі перспективним є спосіб використання відвальних порід як енергетичної сировини [26, 27]. Відвали відпрацьованої гірської маси за обсягами і процентним вмістом корисних елементів є техногенними родовищами, які зможуть доповнити сировинну базу України у разі їх перероблення за допомогою комплексної безвідхідної технології, звільнити для народного господарства колосальні земельні території та поліпшити екологічну ситуацію [40].

Оскільки виникає потреба в повторному використанні цих речовин, потрібно визначати об'єми різних об'єктів (відвалів, складів, насипів тощо), що є одним із основних завдань маркшейдерії. Важливим є питання точності, яка залежить від багатьох чинників: способу знімання, точності приладу, знімальної основи, камеральної обробки. Варто зазначити, що вартість корисних копалин постійно зростає і питання, які стосуються визначення геометричних параметрів, зокрема точності визначення об'ємів, оптимізації параметрів знімання для досягнення максимальних результатів, залишаються надзвичайно важливими.

Питання відходів вирішувалося б значно краще, якби в Україні використовувалися сучасні технології переробки відходів та створювалися спеціальні підприємства, які займалися б видобутком мінеральної сировини з цих відходів. Складна також ситуація з ТПВ, оскільки в Україні працюють лише два сміттєспалювальні заводи, а лівова частка відходів захоронюється на полігонах ТПВ. Альтернативою поводження з ТПВ є їх сортування та переробка.

Ефективним вирішенням цієї проблеми є 3D-моделювання, яке розширяє можливості для розв'язання таких задач [55]:

- візуалізувати в тривимірній моделі просторову інформацію в єдиній системі координат: рельєф, об'єкти інфраструктури, комунікації, конструкції, установки, технологічне обладнання, за допомогою якого можна оптимізувати технологічні процеси, спланувати і створити сприятливі умови для транспортних і логістичних операцій, коригувати проектні рішення;

- розробляти проекти, реконструкції, реставрації, капітального ремонту та (пере)планування стратегічно і функціонально важливих об'єктів;

- проводити контрольні роботи, тобто отримувати достовірну інформацію про фактичний стан об'єктів інфраструктури, будівельних елементів і комунікацій будівель і приміщень, що визначає оптимальний підхід до організації виробничої діяльності;

- виконувати інвентаризацію та облік об'єктів, приміщень, а також площ.

Геодезичні роботи повинні виконуватись з метою:

1. Визначення геометричних параметрів того чи іншого об'єкта.
2. Для подальшої оцінки нових джерел цінної мінеральної сировини.
3. З метою ліквідації екологічно шкідливих об'єктів, що забруднюють навколишнє середовище.

Пропонуємо класифікацію речовин, що мають здатність накопичуватися в результаті техногенної діяльності людини, відповідно до геодезичних методів та технологій, що використовуються для досліджень об'єктів різного типу, наведену на рис. 6.



Рис. 1. Терикон та ставок-відстійник Центральної збагачувальної фабрики “Червоноградська” у Львівській області [54]



Рис. 2. Ставок-охолоджувач Південноукраїнської АЕС [24]



Рис. 3. Калуське хвостосховище [56]



Рис. 4. Водосховище Тереля-Ріцької ГЕС [57]



Рис. 5. Львівський полігон ТПВ та гудронні озера на космознімку Google Earth [4]

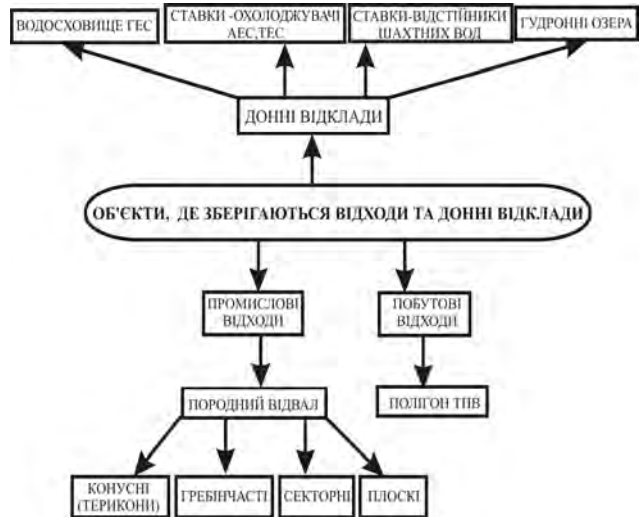


Рис. 6. Класифікація об'єктів, на яких зберігаються відходи та донні відклади

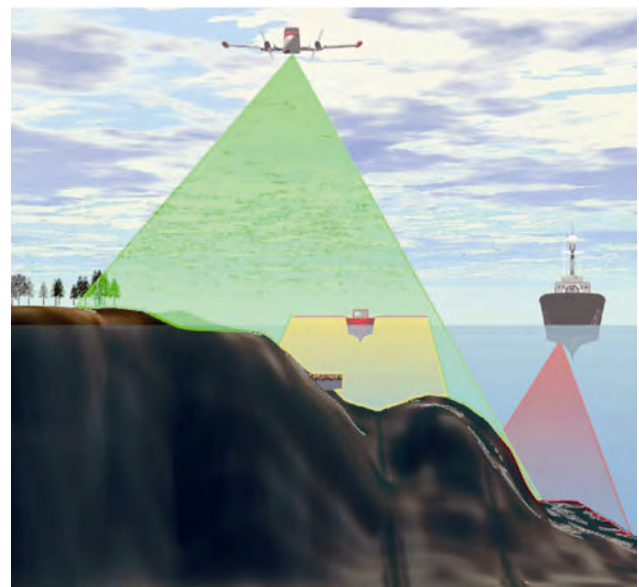


Рис. 7. Види батиметричного знімання та порівняння ширини смуги знімання різними системами

Ми виділили такі об'єкти для дослідження: відвал, хвостосховище (шлако-, шламо-, золосховище), полігон ТПВ, водосховище ГЕС, ставки-охолоджувачі АЕС, ГЕС, гудронні озера, ставки-відстійники шахтних вод.

Проаналізувавши галузі *ЛЕК*, можна з впевненістю сказати, що накопичені відходи та донні відклади є надзвичайно небезпечними об'єктами, які потребують постійного дослідження, визначення площ, територій, на яких вони зберігаються, та об'ємів цих відходів. Ці дослідження повинні відбуватися з певною періодичністю, оскільки постійно виникає загроза забруднення гідросфери, атмосфери, літосфери.

Для дослідження визначення об'ємів у сучасних умовах застосовують методи **дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)** та контактні методи. Розглянемо їх детальніше.

ДЗЗ – дає змогу отримати інформацію про об'єкти земної поверхні, явища і процеси, які відбуваються на її поверхні, а також поблизу цієї поверхні, тобто в атмосфері, в ґрунті й у воді, без прямого контакту з об'єктом [10].

ДЗЗ здійснюється за допомогою аерокосмічної апаратури, до якої належать штучні супутники Землі, літаки, БПЛА, гелікоптери та інші літальні апарати, також до ДЗЗ зараховують наземне цифрове знімання.

Космічне знімання. Сьогодні існує велика кількість космічних знімків різного просторового розрізнення. Згідно з класифікацією [11] їх можна поділити на такі:

- дуже низького розрізнення 10 000–100 000 м;
- низького розрізнення 300–1 000 м;
- середнього розрізнення 50–200 м;
- високого розрізнення :
 - порівняно високого розрізнення 20–40 м;
 - високого розрізнення 10–20 м;
 - дуже високого розрізнення 1–10 м;
 - надвисокого розрізнення 0,3–0,9 м.

У [10] наведено доволі широкий огляд технічних характеристик космічних систем ДЗЗ та вказано просторову розрізненість кожної космічної системи в панхроматичному або мультиспектральному діапазонах. У [10] зазначено, що просторова розрізненість варіюється від 0,1 (0,15) м для супутника Keyhole (США), WorldView – 1 (США) 0,46 (1,84) м і досягає значень десятків метрів.

Основною з переваг космічного знімання є те, що знімки можуть охопити значну площу території знімання, що надасть повну інформацію про місцевість. Ще однією перевагою супутникового знімання є наявність архівних знімків з певною періодичністю – через декілька хвилин, годин, діб та років. За цими архівними знітками можна простежити тенденцію зміни того чи іншого об'єкта, певних характеристик та параметрів. Серед основних недоліків космічного знімання – висока вартість знімків, необхідність дороговартісного програмного забезпечення і, залежно від поставлених завдань, недостатня точність цих знімків.

Аерофотознімання. В останні десятиріччя традиційне аерофотознімання є ефективним засобом для виконання різних геодезичних робіт, завдання яких такі: складання топографічних карт, визначення певних числових характеристик земельних, водних ресурсів, вивчення рельєфу, ландшафтів, пошуку корисних копалин та інші. Залежно від поставлених завдань можуть виконувати знімання: великомасштабне (1:1000 до 1:10 000), середньомасштабне

(1:10 000 до 1:50 000), дрібномасштабне (1: 50 000 до 1: 200 000). Аерофотознімання виконують із застосуванням літаків типу Ан30, Ан2.

Однак на точність знімання впливає низка параметрів аерофотознімання:

- масштаб;
- висота фотографування;
- повздовжнє та поперечне перекриття;
- тип фотокамери та інші [12].

У теперішніх умовах аерофотознімання виявилось нерентабельним та малоефективним у зв'язку з великими матеріальними затратами на утримання та експлуатацію літального апарата та усього знімального комплексу, собівартість застосування літаків та гелікоптерів в десятки разів більша. Враховуючи те, що оновлення даних про той чи інший об'єкт є доволі затратним, альтернативою класичному аерофотозніманню з літаків є використання *безпілотних літальних апаратів (БПЛА)*, яке нині широко застосовують в Україні та світі.

Крім високої економічної ефективності (здешевлення в десятки разів), БПЛА мають додаткові переваги порівняно з традиційним аеро- та космічним зніманням [13]:

- невелика висота знімання – можливо виконувати знімання на висотах від 10 до 200 метрів для отримання надвисокого розрізнення (одиниці й десятки сантиметра) на місцевості;
- точковість – можливість детального знімання невеликих об'єктів і малих ділянок там, де це цілком нерентабельно або технічно неможливо зробити іншими способами, наприклад, в умовах міської забудови;
- мобільність – не потрібні аеродроми або спеціально підготовлені злітні майданчики, БПЛА легко транспортуються легковими автомобілями (або переносяться вручну), відсутня складна процедура дозволів і узгодження польотів;
- висока оперативність – весь цикл, від виїзду на знімання до одержання результатів, займає кілька годин;
- екологічна чистота польотів – використовуються малопотужні бензинові або безшумні електричні двигуни, забезпечується практично нульове навантаження на навколишнє середовище.

На ринку БПЛА доволі широкий вибір фірм – виробників, кожна з них декларує певні характеристики БПЛА, але, на жаль, вони не завжди відповідають цим характеристикам [39]. Отже, виникає потреба перевіряти планову точність (X,Y) та по висоті (Z). Зокрема, в [30] розглянуто можливість використання БПЛА для моніторингу лавинонебезпечних ділянок транспортних магістралей та розрахунку таких параметрів, як висота фотографування, масштаб аерофотознімання, кількість маршрутів та розрахунок максимально допустимого розміру пікселя знімка. В [31] здійснено оцінку точності цифрової моделі місцевості, яку виконано двома методами за допомогою БПЛА та тахеометричного знімання. В роботі розраховано середньоквадратичне відхилення різниці координати Z, а також наведено висновки щодо отриманих моделей та їхні переваги і недоліки.

Визначення замулення можна виконувати за допомогою такого методу, як батиметрія. *Батиметрія* – це вивчення рельєфу водних об'єктів – від океанів, морів до річок та малих водойм.

Залежно від об'єктів дослідження знімання можна виконувати за допомогою:

1. *Повітряних батиметричних лазерно-локаційних систем* – лазерний сканер в них встановлений на носії в повітрі. Проміри з борту літака охоплюють доволі значну територію, але можуть використовуватися для дослідження водних об'єктів на глибині до 70 метрів та підходять для дослідження прибережних територій.

2. Ехолотів, які поділяють на *однопроменеві* та *багатпроменеві*. *Багатпроменеві* ехолоти виконують проміри на великих акваторіях, де потрібне доволі детальне знімання дна на глибині до 6000 метрів.

У геодезичному виробництві найпоширенішими залишаються *однопроменеві* ехолоти, які є найпрактичнішим засобом для промірів глибини, відображають профіль та структуру дна, з їх допомогою можна виконувати пошук та класифікацію різних об'єктів, а прийнятно-передавальна антена (трансдюсер) розміщена на самому човні. Хоча однопроменеві ехолоти мають меншу ширину знімання, завдяки мобільності та меншим економічним затратам вони набули значно більшого поширення в геодезичній галузі. Також у літературі [52] подано таку класифікацію приладів для проведення промірних робіт: ручні, механічні, акустичні.

Наземне лазерне сканування (НЛС). НЛС все частіше використовується у виробничих та наукових цілях, оскільки дає можливість з більшою точністю (до 2 мм) і швидкістю (до 1 млн за секунду) отримати інформацію про певні об'єкти. Виконують сканування за допомогою 3D-сканерів, а кінцевим результатом роботи є хмара точок. Хмара точок – це набір точок з просторовими координатами (X, Y, Z), які характеризують форму, розміри об'єкта та його орієнтацію у просторі. В [15] ми навели загальну класифікацію 3D-сканерів.

Згідно з цією класифікацією наземні лазерні сканери є оптимальним варіантом та найчастіше використовуються серед інших типів сканерів (авіаційні та автомобільні).

Будь-які геодезичні спостереження містять похибки, не є винятком НЛС. Похибки НЛС можна поділити на такі групи [16]:

- інструментальні;
- похибки вхідних даних;
- похибки проходження променя;
- похибки відбивної здатності;
- похибки розсіювання (плями);
- похибки прив'язки станції сканування.

Сьогодні на ринку геодезичних приладів широкий вибір сканерів, кожен з них має свої технічні характеристики та сферу застосування. В [17] ми навели приклади застосування сканерів для дрібних архітектурних об'єктів, промислових об'єктів, проведення інженерно-геологічних досліджень, знімання будівель та споруд населених пунктів.



Рис. 8. Загальна класифікація 3D-сканерів

Наземне цифрове знімання (НЦЗ). НЦЗ – це знімання місцевості за допомогою спеціальних приладів – фототеодолітів та стереофотокамер. Основні переваги НЦЗ – безконтактний спосіб знімання, достовірність, оскільки поверхня знімання відображається на знімках. А недоліком є те, що НЦЗ потребує додаткових геодезичних вимірювань для визначення координат і висот точок (базисів фотографування та контрольних точок на території об'єкта).

Контактні методи

GPS-спостереження. З невідомим розвитком сучасних технологій GPS-спостереження стали практично невід'ємною частиною будь-яких геодезичних робіт. GPS-спостереження можна виконувати у трьох режимах роботи: абсолютний, диференційний, кінематика в реальному часі (приблизна точність яких сягає 5–10, 1–5, 0,05–0,1 м). Хоча GPS-спостереження дають хорошу точність, існують певні обмеження: видимість як мінімум чотирьох супутників, наявність розвиненої мережі, яка покриває територію знімання, залежність від метеорологічних умов та обмежена видимість.

Тахеометричне знімання. З розвитком супутникових технологій, наземного лазерного сканування традиційні геодезичні прилади, такі як електронні тахеометри, продовжують займати велику нішу серед геодезичних приладів. Сфера використання електронних тахеометрів залишається доволі широкою – від інженерної геодезії, будівництва, топографії до кадастру. Сучасні електронні тахеометри можуть працювати в двох режимах: з відбивачем та у безрефлекторному режимі. У [18] подано класифікацію електронних тахеометрів з відповідними точностями кутових та лінійних вимірювань, що залежить від класу та моделі електронного тахеометра і коливається від 0.5" до 7". Точність лінійних вимірів

для прецизійних тахеометрів від 0,3–0,5 мм до 1 км вимірювання відстані та 3+2 мм на кожен кілометр роботи для точних тахеометрів.

Використання тахеометрів для визначення об'ємів ґрунту висвітлено в [50]. В роботі запропоновано оперативний метод, що дає змогу швидко, якісно й точно визначати об'єми ґрунту, у два–три рази зменшувати затрати часу й коштів на виконання польових і камеральних робіт. Автор запропонував максимальну віддаль між пікетами для знімання встановити 15 м, а по лініях зміни ухилів її зменшити вдвічі [50].

Картометричний спосіб. Картометричний спосіб ґрунтується на використанні наявних карт, на яких відображено рельєф і які можна векторизувати напівавтоматично або автоматично. Карти, які зображають рельєф за допомогою горизонталей, дають змогу проводити всі, без винятку, вимірювання та обчислення. За допомогою карт можна визначати різні характеристики: географічні та прямокутні координати, площі, об'єми, довжини ліній, вертикалі та горизонтальні кути [51].

Ще однією перевагою картометричного методу є те, що за різночасовими картами можна простежити динаміку змін того чи іншого об'єкта, аналогічно до супутникового знімання. З розвитком сучасних технологій, наукових розробок і досліджень паперові карти замінила така галузь, як цифрова картографія. Сучасна цифрова картографія – це комплекс програмних пакетів та засобів, який відкриває широкі можливості для використання в науковій та господарській діяльності людини загальногеографічних і тематичних карт.

Проаналізувавши дистанційні та контактні методи, подамо їх класифікацію на рис. 9.

Зауважимо, що такі контактні методи, як тахеометричне знімання та GPS-спостереження, з погляду охорони праці, у всіх випадках є небезпечними. На таких об'єктах, як відвали, практично постійно відбувається процес горіння. Альтернативними методами є наземне цифрове знімання та наземне лазерне сканування, які за рахунок дистанційності дають змогу виконати дослідження геометричних параметрів об'єктів. Також треба врахувати особливості досліджуваного об'єкта (його об'єм): до прикладу, якщо йдеться про склади корисних копалин, то краще використовувати наземні дистанційні методи, а для дослідження відвалів доволі великих розмірів доцільно виконувати дослідження за допомогою БПЛА або поєднання цих методів. Застосування космічного та аерознімання доцільніше для полігонів ТПВ. Для визначення замулення таких об'єктів, як стави-відстійники, хвосто-, шлако-, шлаго-, золосховище, рекомендуємо використовувати батиметричне знімання за допомогою ручних, механічних чи акустичних ехолотів.

Надалі планується дослідити переваги та недоліки методів та способів для конкретних видів.

Висновки

1. Під час проведення аналізу геометричних параметрів сховищ відходів та донних відкладів виділено такі об'єкти для дослідження: відвал, хвостосховище (шлако-, шлаго-, золосховище), полігон ТПВ, водосховище ГЕС, ставки-охолоджувачі, гудронні озера, ставки-відстійники шахтних вод.

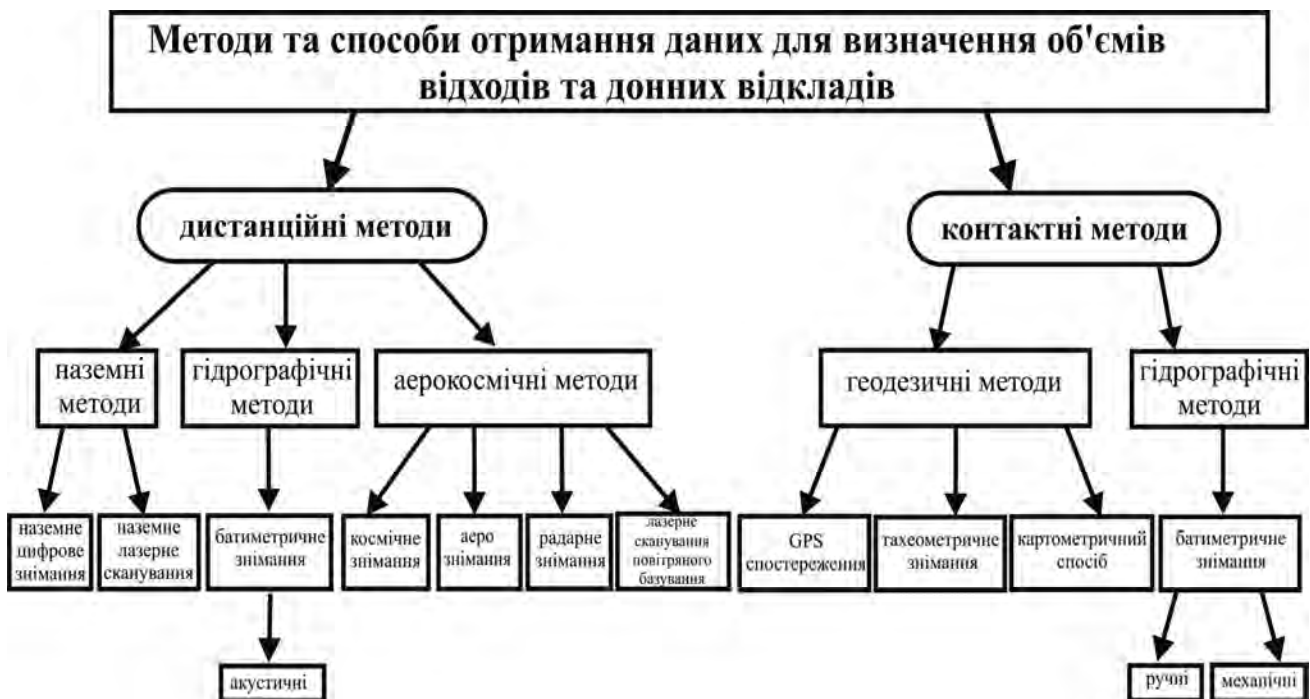


Рис. 9. Класифікація методів та способів визначення об'ємів відходів та донних відкладів

2. Запропоновано класифікацію об'єктів, на яких складаються речовини, що накопичуються в результаті техногенної діяльності.

3. Проаналізовано нормативні документи, що регламентують геодезичні роботи цих об'єктів.

4. Запропоновано класифікацію методів та способів, за допомогою яких можна отримувати дані для визначення об'ємів відходів та відкладів.

Наведено рекомендації щодо використання дистанційних та контактних способів для визначення об'ємів.

Література

1. Закон України "Про відходи" від 05.03.1998 р. № 187/98-ВР.
2. Державний класифікатор України. Класифікатор відходів ДК 005-96 (Розділи А.1 – А.20).
3. Класифікатор потенційно небезпечних об'єктів (перша редакція).
4. [Електронний ресурс] Режим доступу <https://www.google.com.ua/maps/@49.9006756,24.0368594,16z/data=!3m1!1e3>
5. Гнеушев В. О. Формування та розробка техногенних родовищ: навч. посіб. / В. О. Гнеушев. – Рівне: Волинські обереги, 2013. – 152 с.
6. Інструкції з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500 (ГКНТА-2.04-02-98). – Київ, 1998. – 155 с.
7. Маркшейдерские работы на угольных шахтах и разрезах. Инструкция. – Київ, 2001. – 215 с.
8. Iho Standards For Hydrographic Surveys. Special Publication No.44.5th Edition. – 2008. – P. 27.
9. Инструкция по созданию топографических карт шельфа и внутренних водоемов. ГКИНП-11-152-85. – М.: ЦНИИГАиК, 1985. – С. 158.
10. Бурштинська Х. В. Аерокосмічні знімальні системи: підручник / Х. В. Бурштинська, С. А. Станкевич. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2013.
11. Електронний ресурс] Режим доступу http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=22&table=news
12. Глотов В. М. Застосування стереофотограмметричного методу для створення картматеріалів при проектуванні генеральних планів сільських населених пунктів / Глотов В. М., Кордуба Ю. Г. // Геодезія, картографія та аерофотознімання: міжвід. наук.-техн. зб. – 2011. – Вип. 74. – С. 97–101.
13. Глотов В. Аналіз можливостей застосування безпілотних літальних апаратів для аерознімальних процесів / Глотов В., Гуніна А. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2014. – Вип. II (28). – С. 65–70.
14. Бондарев Д. Впровадження та застосування безпілотної авіації в аеронавігаційній системі України / Бондарев Д. // Тези доповідей. II Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених і студентів "Проблеми та перспективи розвитку авіації та космонавтики". – Київ, 2013.
15. Романишин І. Класифікація та основні характеристики наземних 3D-сканерів / Романишин І., Маліцький А., Лозинський В. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2012. – Вип. II (24). – С. 69–74.
16. Дорожинський О. Наземне лазерне сканування в фотограмметрії / О. Л. Дорожинський. – Л.: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 96 с.
17. Маліцький А. Аналіз наземних 3D-сканерів та сфера їх застосування / Маліцький А., Лозинський В. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2014. – Вип. I (27). – С. 21–25.
18. Тревого І. Сучасні тенденції розвитку та класифікації електронних тахеометрів / Тревого І., Баландюк А. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – 2009. – Вип. I (17). – С. 109–115.
19. Іванюта С. Екологічна безпека регіонів України: порівняльна оцінка / Іванюта С., Качинський А. // Стратегічні пріоритети. 2013. – № 3 (28). – С. 157–164.
20. Шевченко Олександр Анатолійович. Наукове обґрунтування еколого-гігієнічних заходів щодо попередження впливу токсичних промислових відходів на довкілля та здоров'я населення. Екологія (медичні науки): автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Київ, 2009.
21. Мазлова Е. А. Проблемы утилизации нефтешламов и способы их переработки / Е. А. Мазлова, С. В. Мещеряков // Ноосфера. – 2001. – 56 с.
22. Алексеев П. Д. Охрана окружающей среды в нефтяной промышленности / П. Д. Алексеев, В. И. Гридин, В. И. Бараз, Б. А. Николаев // Нефтяник, 1994. – 474 с.
23. Ортафонова М. Напрямки покращення екологічної ситуації на підприємствах нафтогазового комплексу України / М. Ортафонова // Енерго-збереження енергетика енергоаудит. 2014. – № 4 (122). – С. 69–75.
24. Основний водний резервуар ЮУАЕС / Наталія Карташова. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://www.sunpp.mk.ua/uk/publications/471>
25. Мовчан М., Акімов Д. Використання шахтних відвальних порід Львівсько-Волинського вугільного басейну у дорожньому будівництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/10538/1/33.pdf>
26. Майнагашев А. Об использовании углеродсодержащих вскрышных пород в качестве энергетического сырья // Уголь. – 2007. – № 7. – С. 23.
27. Андрейцов А. А., Елихин В. Ю. Получение высококачественного топлива из породных отвалов // Уголь Украины. – 2007. – № 7. – С. 39–42.
28. Турчанінова Н., Фурман Р., Юсіпук Ю., (КП ДонНТУ) Напрямки використання відходів вугільної промисловості. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://ea.donntu.org:8080/jspui/bitstream/123456789/17370/1/Напрямки%20використання%20відходів%20вугільної%20промисловості.pdf>

29. Стан довкілля у Львівській області (за результатами моніторингових досліджень): Інформаційно-аналітичний огляд. IV квартал 2013 року / Львівська обласна державна адміністрація, департамент екології та природних ресурсів [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.ekologia.lviv.ua/file/monitoring/analit_dov_IV_2013.pdf.
30. Исаков А. Мониторинг лавиноопасных участков транспортных агистралей с применением беспилотных летательных аппаратов / Исаков А., Юрченко В. / Вестник ТГАСУ. – 2014. – № 5. – С. 143–151. [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://www.tsuab.ru/upload/files/additional/5_2014_14_Isakov_file_4691_4035_85.pdf
31. Маслянюк В. Применение 3D-технологий при оперативном планировании и проектировании открытых горных работ / XII Всероссийское совещание по проблемам управления 2014 Москва 16–19 июня 2014 г. – С. 4337–4347. – Режим доступу <http://vspu2014.ipu.ru/proceedings/prcdngs/4337.pdf>
32. Федоренко П. Методика определения объемов воды и заскладированных хвостов в хвостохранилище / Федоренко П., Божко В., Чирва А. // Разработка рудных месторождений. – 2010. – Вып. 93.
33. Инструкция по организации и проведению натурных наблюдений на хвостохранилищах обогащительных фабрик. – Белгород: ВИОГЕМ, 1979. – 38 с.
34. Временные методические указания по проведению контрольных наблюдений за деформациями плотин и дамб хвостохранилищ горнообогатительных комбинатов. – Белгород: ВИОГЕМ, 1981. – 20 с.
35. Инструкция по производству маркшейдерских работ. – М.: Недра, 1987. – 189 с.
36. Огородніков В. І. Сучасний субаквальний седиментогенез у внутрішньоконтинентальних басейнах гумідної зони: автореф. дис. ... д-ра геолог. наук: спец. 04.00.10 – “геологія океанів і морів”, 04.00.21 – “літологія” / В. І. Огородніков. – Київ, 2001. – 33 с.
37. Режим доступу <http://www.pryroda.gov.ua/index.php?newsid=57>
38. Третьяк К. Дослідження замулення Тереблянського водосховища / К. Третьяк, О. Ломпас // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – Вип. 73. – С. 61–69.
39. Хан В. Д., Кугаевский В. И. Сравнительный анализ точности геодезических работ при их выполнении с помощью БПЛА “GATEWING X100” и наземной сканирующей установки RIEGL VZ-1000. Международный научный конгресс и специализированная выставка “Интерэкспо Гео-Сибирь – 2013” 15–26 апреля 2013, Новосибирск, СЕКЦИЯ 5, Применение наземного, воздушного и мобильного лазерного сканирования для создания 3D статических и динамических моделей сложных инженерных объектов и решения задач оценки их состояния и безопасной эксплуатации // НИИГТУ, г. Иркутск.
40. Булат А. Ф. Перспективы развития сырьевой базы горного производства на основе комплексной переработки техногенных отходов / А. Ф. Булат, В. П. Надутый, Е. З. Маланчук // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2012. – Вип. 101. – С. 3–8.
41. Бията Ю. И. Определение параметров породных отвалов: площади основания и санитарно-защитной зоны / Бията Ю. И., Зеленев Ю. В., Артамонов В. Н. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://masters.donntu.org/2013/feht/biata/library/article_5.pdf
42. Ващук О. М. Обґрунтування методики підрахунку об’ємів складів готової продукції бетоноцементної сировини / Ващук О. М., Соболевський Р. В. // Вісник ЖДТУ. – 2012. – № 4 (63). – С. 174–182.
43. Kovanič L. Reliability of volume determination of extracted raw material deposits in surface quarries considering the density of measured points: exemplified by geodetic measurements in the stone quarry trebejov, Slovak Republic / Kovanič L, Zemen M. // International Journal of Education and Research Vol. 2 No. 2 February 2014, pp. 1–12.
44. Sibanda Z. Characterization and evaluation of magnesite tailings for their potential utilization: a case study of nyala magnesite mine, limpopo province of South Africa / Sibanda Z., Amponsah-Dacosta F. and Mhlongo S. E. // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences VOL. 8, NO. 8, AUGUST 2013, pp. 606–613.
45. Crotty J. Measuring rock dumps from space? How new technology could change the way we measure rock dumps and tailings dams / J. H. Crotty, B. Ernst, A. Machele, and J. Lategan // Fourth International Platinum Conference Sun City, South Africa, 11–14 October 2010, pp. 169–176. – Режим доступу http://www.saimm.co.za/Conferences/Pt2010/169-176_Crotty.pdf.
46. Hazida Binti Hamzah. Measuring volume of stockpile using imaging station / Hazida Binti Hamzah, Shaharuddin Mohd Said // Geoinformation Science Journal, Vol. 11, No. 1, 2011, pp. 15–32.
47. Yakar M. Close range photogrammetry and robotic total station in volume calculation. / M. Yakar, H. M. Yilmaz and O. Mutluoglu // International Journal of the Physical Sciences Vol. 5 (2) February, 2010, pp. 086–096.
48. Визначення головних параметрів породних відвалів у реальних умовах / Кузик І. М., Артамонов В. М., Козир Д. О. // Збірка IV Міжнародної конференції “Молодь і поступ біології”. – 2008. – С. 190–191.
49. Прогнозування змін параметрів породних відвалів вугільних шахт / Кузик І. М., Артамонов В. М., Козир Д. О. // Тези V Міжнародної конференції “Сучасні проблеми екології та геотехнології”. – Житомир, 2008. – С. 26–27.

50. Гарасимчук І. Ф. Розробка оперативного методу визначення об'ємів ґрунту: автореф. дис. ... канд. техн. наук: спеціальність 05.24..01 – геодезія, Гарасимчук І. – Львів, 2003. – С. 22.
51. Берлянт А. М. Картографический метод исследования: монография / Берлянт А. М. – 2 е изд. – М.: Изд-во МГУ, 1988. – С. 252.
52. Будз О. П. Гідрологія / О. П. Будз. – Рівне: НУВГП, 2008. – С. 168.
53. Горб А. Применение лазерного сканирования для моделирования рельефа техногенных зон / Горб А., Еременко Д. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів. – 2015. – Вип. I (29). – С. 156–158.
54. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <https://www.google.com.ua/maps/@50.3165355,24.2296888,15z/data=!3m1!1e3?hl=uk>
55. [Електронний ресурс]. – Режим доступу http://tech-2000.ru/files/file/St_Krutikov_Kazan.pdf
56. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://galleryua.com/photo/kalushskij-rajon/6980-kropuvnyk>
57. [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://igormelika.com.ua/moi-karpati/zhittya-buttya/tereble-ricka-ges-strategichnij-obyekt-v-karpatax>
58. Третяк П. Р., Шаблій О. І., Колодій В. В., Служинська З. О. Звернення стосовно необхідності відновлення природного середовища деєастованих ландшафтів Львівсько-Волинського вугільного басейну. [Електронний ресурс]. –

Режим доступу <http://ntsh.org/content/zvernennya-stosovno-neobhidnosti-vidnovlennya-prirodnogo-sередovishcha-devastovanih>

Аналіз сучасних методів отримання даних для визначення об'ємів відходів та донних відкладів

В. Лозинський

Розглянуто сучасні методи та способи отримання даних для визначення об'ємів відходів та донних відкладів і наведено рекомендації щодо їх застосування.

Анализ современных методов получения данных для определения объемов отходов и донных отложений

В. Лозинский

Рассмотрены современные методы и способы получения данных для определения объемов отходов и донных отложений и приведены рекомендации по их применению.

Analysis of current methods of obtaining data to determine the volumes of waste and sediments

V. Lozynskyi

The article deals with modern methods and ways of obtaining data to determine the volumes of waste and sediments and given recommendations for their use.

