

Сучасні інформаційні технології в організації геофізичних досліджень

© Л. Г. Савків, Б. Т. Ладанівський, 2018

Карпатське відділення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України,
Львів, Україна

Надійшла 15 листопада 2017 р.

Рассмотрены характерные особенности проведения электромагнитных исследований на режимных геофизических станциях (РГС), а также в условиях полевых экспедиционных работ. Изложены современные подходы в организации геофизических исследований с использованием IT-технологий, в которых в общем предусматриваются автоматическая (полуавтоматическая) регистрация информационных сигналов, автоматизированный экспресс-анализ первичных данных на текущей точке наблюдений, автоматический сбор, прием—передача первичной информации через GSM-сети операторов мобильной связи, работа с данными в режиме online. Для реализации указанных подходов предложен набор основных инструментальных средств: FTP-сервер с настройками для работы с данными разных пользователей, комплекс серверного программного обеспечения LAMPP (ОС Linux, Apache, MySQL, PHP, Python), технологии HTML, CGI, SSI, JavaScript, DHTML, CSS. Эти средства испытывались при мониторинговых исследованиях на РГС "Ныжне Сэ-льщэ" (Закарпатская обл.), полевых испытаниях методом ЗСБ. Для оперативного анализа электромагнитных данных в поле проиллюстрирована на скриншотах работа программных модулей экспресс-оценки данных ЗСБ, разработанных под управлением ОС Windows. Такие модули можно использовать при любых изучениях и на территориях любой сложности или проблемности, где доступен мобильный Интернет, возможна работа в offline.

Ключевые слова: геофизические методы исследований, электромагнитные методы, автоматизированный экспресс-анализ, IT-технологии, Интернет-ресурсы, Web-службы, FTP-сервер.

Вступ. Для досліджень внутрішньої будови Землі використовують різні геофізичні методи. При цьому вивчають фізичні поля різної природи і походження.

Електрична розвідка (електророзвідка) має справу з електричними та електромагнітними полями [Толстой та ін., 2006]. Дослідження електромагнітними методами проводять у кількох напрямках:

- постійні вимірювання (робота режимних геофізичних станцій (РГС)) — для постійного моніторингу стану середовища;
- моніторингове вивчення — періодич-

ний моніторинг окремих територій чи районів;

- польові дослідження — зондування в окремих точках, профільне та площинне вивчення.

Електромагнітні методи геофізики застосовують для вирішення цілої низки складних і різнопланових завдань [Толстой та ін., 2006]. Так, електророзвідку застосовують під час пошуку і розвідки корисних копалин, вирішення інженерних і геологічних завдань, виявлення водоносних горизонтів, оцінювання екологічно-проблем-

них територій, досліджень забруднених чи зсувонебезпечних зон, обвалів, провалів, вивчення активності вулканів та ін. [Дешиця та ін., 2014; Дешиця та ін., 2016б; Ladanivskyu et al., 2017; Сапужак та ін., 2017].

Для того щоб мати вичерпні відомості, повніші й точніші дані у пункті спостережень, спеціалісти-геофізики намагаються зібрати якомога більше первинних даних, виконати повторні, а деколи і контрольні виміри. Мало того, задля якісного результату в процесі обробки чи інтерпретації таких даних доволі часто фахівці вдаються у своїй практиці до поєднання кількох геофізичних методів досліджень, і, отже, на досліджуваній території паралельно працює вже кілька бригад.

Унаслідок цього розширюється коло досліджуваних параметрів, значно зростають обсяги первинної інформації, а це, у свою чергу, суттєво підвищує надійність і достовірність результатів обробки.

Проте особливості нового підходу до проведення електророзвідувальних робіт диктують і нові вимоги до організації польових досліджень. Тому виникає неабияка потреба у розробці принципово нових методик як у веденні експедиційно-польових вимірювань, так і в процесі збирання—передавання даних, які б завжди гарантували оптимальну роботу в полі, максимально результативну й оперативну обробку та інтерпретацію результатів вимірів.

У статті описано головні засади нового підходу, проаналізовано набір інструментальних засобів, викладено основні принципи розробленої системи з відповідною інфраструктурою для оперативного вирішення різних геофізичних завдань способами і методами електророзвідки від етапу збору первинних геофізичних даних до етапу обробки чи інтерпретації.

Постановка задачі. Електричні методи розвідки придатні для розв'язку різноманітних геофізичних задач. Дослідження електричних чи електромагнітних полів можна проводити у режимі постійних моніторингових спостережень з метою ви-

вчення динаміки змін параметрів середовища з часом, а також у режимі нетривалих періодичних зондувань регіонального масштабу. При цьому геофізичні вимірювання часто ведуться як на окремих, наперед визначених пунктах спостережень, наприклад на РГС, так і на значних площах чи проблемних територіях.

Для геофізичних вимірювань на РГС характерні такі особливості: однотипність вимірів, постійність використовуваних методик, незмінність складу апаратури. Основні вимоги до роботи зазначених станцій на сьогодні — безперервна автоматична реєстрація тих чи інших параметрів поля, повний доступ до даних у режимі online.

Значно складнішою є ситуація з проведенням польових геофізичних досліджень, що пов'язано з низкою вагомих причин. Передусім зауважимо, що електророзвідка як один з методів досліджень має чи не найбільше модифікацій, тому для вивчення певного району або території можуть послуговуватися не одним єдиним методом електророзвідки, а двома-трьома. Крім того, для більшої інформативності результатів досліджень часто вдаються до поєднання різних геофізичних методів [Толстой та ін., 2006; Максимчук та ін., 2016].

До прикладу, при виконанні польових геофізичних досліджень спеціалісти Карпатського відділення (КВ ІГФ) Інституту геофізики НАН України використовують у своїй практиці методи не лише електророзвідки (ПЕП, ЗСБ, МТЗ, ПЕМПЗ), а й магніторозвідки, сейсморозвідки. За певних умов згадані методи часто комбінують. При цьому для вимірювань застосовують найрізноманітніші прилади та апаратуру [Максимчук, Сапужак, 2011; Дешиця та ін., 2014; Максимчук та ін., 2016]. Так, для приповерхневих досліджень використовують прилад "Стадія", глибинних — прилад "Імпульс", а також РХІНДС, магнітометри, станцію МТЗ та ін.

Під час проведення подібних робіт значно ускладнюється вимірювальний процес, оскільки на пунктах спостережень для різних методик розгортають різні схеми установок, застосовують різне технологіч-

не обладнання, залучають різні групи спеціалістів. Як наслідок, отримуємо різні за типом і природою дані досліджень, великі обсяги первинної інформації.

Слід також зазначити, що на швидкість та якість проведення польових вимірювань, крім іншого, впливають і погодні умови, і географія місцевості, і кліматичні особливості. Немаловажними є оптимальна організація робіт, швидка й оперативна обробка та аналіз даних.

Реалії сьогодення диктують свої вимоги до виконання експедиційних досліджень, а саме:

- 1) автоматична або напівавтоматична реєстрація інформаційних сигналів;
- 2) автоматизований експрес-аналіз первинних даних на поточній точці спостережень;
- 3) приблизна (попередня) обробка (інтерпретація) результатів ще на етапі самих вимірювань.

У польових умовах, коли всі і все працюють у режимі суворої економії наявних ресурсів, будь-яка комп'ютерна обробка даних неможлива: польова бригада здебільшого зосереджена на вимірах, а коли досліджують значні території чи площі — виключно лише на вимірах, і тому отриману інформацію не обробляють. У подібних ситуаціях доречно забезпечити збір і передачу даних для подальшої обробки на окремий сервер.

З огляду на викладене вище, сформульовано сучасні підходи до організації електромагнітних досліджень:

- 1) автоматична або напівавтоматична реєстрація інформаційних сигналів;
- 2) автоматичне збирання — передавання первинної інформації;
- 3) робота з даними в режимі online.

Методологія. Забезпечити описані вище принципи можна, використавши у практиці сучасне геофізичне обладнання у поєднанні з новітніми інформаційними технологіями.

На сьогодні вся вимірювальна апаратура, яка побудована на високотехнологічній електронній базі, є цифровою. Доволі часто такі прилади забезпечують ав-

томатичну реєстрацію сигналів, зберігають файли з даними у внутрішній пам'яті, обладнані USB /COM (інтерфейс обміну RS-232)-портами для подальших маніпуляцій з даними. Тому, використовуючи такі прилади, завжди матимемо і автоматичну реєстрацію сигналів, і автоматичний збір первинної інформації. Складнішою є ситуація щодо передачі даних.

Як зазначено вище, в польових умовах з міркувань економії ресурсів для попереднього аналізу чи обробки пакети даних пропонувалося передавати на окремий сервер. Така передача можлива лише за наявності доступу до Інтернету.

Якщо геофізичні дослідження проводять у районах населених пунктів чи територій, де доступними є Wi-Fi-мережі, з портативного ПК з активною функцією Wi-Fi пакети даних передавати можна. Проте не завжди є точки доступу Wi-Fi. І найважливіше: доволі часто геофізичні спостереження ведуться у глухих, важкодоступних віддалених районах. За таких умов для передачі даних найоптимальніше використовувати мобільний Інтернет, який на сьогодні досяжний практично у будь-якій точці нашої країни. Тому в польових умовах для геофізичних досліджень слід задіювати вимірювальну апаратуру, яка має вбудовані функції передачі даних через GSM-мережі операторів мобільного зв'язку або обладнана USB /COM-портами для зовнішнього під'єднання незалежних модулів передачі [Підвірний, 2013; Дещиця та ін., 2014; Дещиця та ін., 2016а; Львівський центр Інституту космічних досліджень, веб-сайт].

Доступ до даних у режимі online забезпечує низка Інтернет-сервісів і служб. Про усі можливі Web- та Інтернет-технології, які можуть бути задіяні в роботі з геофізичною інформацією, доволі вичерпно і повно викладено у публікаціях [Савків, 2017; Савків, Ладанівський, 2017].

Рекомендований набір основних інструментальних засобів таких:

1. FTP-сервер, налаштований і сконфігурований на постійне приймання пакетів даних різних геофізичних методів.

2. Комплекс серверного програмного забезпечення LAMP:

- операційна система (ОС) Linux;
- Web-сервер Apache;
- СУБД MySQL;
- скриптові мови та інтерпретатори: PHP, Python.

3. Технології: HTML, CGI, SSI, JavaScript, DHTML, CSS.

Роботу з геофізичними даними, що зберігаються на FTP-сервері, можна організувати через звичайну HTML-сторінку з компактним відображенням усієї корисної інформації або через окремий повноцінний Web-сайт зі зручним інтерфейсом користувача.

На HTML-сторінках доречно відображувати таку довідкову інформацію:

- карта території дослідження;
- геологічна характеристика місцевості;
- погода та показники її стану;
- специфічні особливості району чи області;
- інше.

Не зайвим буде розміщення опису методів досліджень, схем установок, вимірювальних приладів та апаратури, їх технічних параметрів і частот вимірів, робочих діапазонів чи інших характеристик. Найважливішим елементом є графічне зображення наявних на FTP-сервері даних. Побудовані графіки мають бути максимально інформативними, а при виборі інструментів для побудови рисунків слід брати до уваги і можливість створення зображень з різною роздільною здатністю, різного розміру. У графіках можливе використання додаткових шкал, полярних координат, лінійного, логарифмічного чи білогарифмічного масштабу.

Слід також зазначити, що інформаційний матеріал на HTML-сторінках бажано подавати у зручній для сприйняття людини формі, тобто у вигляді фотографій, коротких і лаконічних текстових описів, таблиць, графічних схем, діаграм, схематичних зображень, розмаїтих графіків. Розроблені сторінки мають надавати користувачу максимум інформації, бути "легкими" і не потребувати багато часу на за-

вантаження в браузері локальної машини на стороні клієнта.

Результат. Запропоновані підходи до організації геофізичних спостережень були запроваджені у кількох напрямках. Випробувано два варіанти — постійні моніторингові дослідження і польові дослідження.

У варіанті постійних моніторингових досліджень для перевірки і тестування описаної методики обрано РГС "Нижнє Селище" (Закарпатська обл.) [Савків, 2016б]. На цій станції ведуться безперервні спостереження природного електричного поля (ПЕП) у двох напрямках: північ—південь; захід—схід.

Згідно з описаними вище особливостями та рекомендаціями щодо організації роботи РГС, для своїх потреб ми використали прилад з автоматичною реєстрацією, збором і передачею даних через мережу GSM [Підвірний, 2013].

Для доступу до геофізичної інформації в режимі реального масштабу часу задіяли FTP-сервер vsftpd. Сервер налаштували на приймання даних з конкретної станції, їх зберігання у чітко визначеному місці, строгу систематизацію, повний/частковий доступ.

На РГС "Нижнє Селище" вимірювальна геофізична апаратура реєструє два масиви каналних напруг, формує протягом доби файл з цими первинними даними і наприкінці поточної доби автоматично відсилає на FTP-сервер.

На стороні сервера в середовищі FTP для приймання цих даних, а також для роботи з будь-якими іншими надісланими моніторинговими даними в режимі online сформовано відповідну інфраструктуру та розроблено певну систему користувачів. Тут для кожної РГС, що надсилатиме свої дані, виділені необхідні інформаційні ресурси і сформована група користувачів. Такими ресурсами можуть бути одна чи декілька директорій (їх кількість залежить від вирішуваних завдань), які прописуються у відповідних конфігураційних файлах і стають домашніми для конкретної групи користувачів. Група користувачів, як правило, предтавлена:

- 1) одним користувачем — має обмежені права, від його імені дані з FTP можна лише зчитати;
- 2) другим користувачем — має максимальні права на доступ, від його імені можна записувати дані на FTP, редагувати, знищувати.

З міркувань безпеки на FTP всі користувачі системи є віртуальними, доступ до ресурсів FTP авторизований (кожен користувач має свій логін і пароль), вся службова інформація про користувачів зберігається в окремій базі даних СУБД MySQL.

Розроблений макет HTML-сторінки містить такі відомості і дані:

- фото РГС "Нижнє Селище";
- розташування РГС на географічній карті;
- схема установки;
- стислий опис технічних параметрів і характеристик вимірювальної апаратури;
- графіки залежностей (рис. 1).

Отже, коротко організацію роботи постійних моніторингових досліджень на прикладі згаданої РГС можна описати у такий спосіб:

- на передавальній стороні (де безпосередньо проводять виміри) з використанням належного обладнання безперервно та автоматично відбуваються реєстрація, збір і передача первинних даних на сервер;
- на приймальній стороні запущено і постійно працюють: FTP-сервер, Web-сервер, сервер БД, інші Інтернет-служби і сервіси, що в сукупності забезпечують роботу з геофізичними даними в режимі реального масштабу часу.

За описаною методикою розроблену систему випробувано, вона працює в КВ ІГФ НАН України.

У польових дослідженнях цю методику можна застосовувати, якщо геофізична апаратура забезпечує автоматичну/напівавтоматичну реєстрацію сигналів, пе-

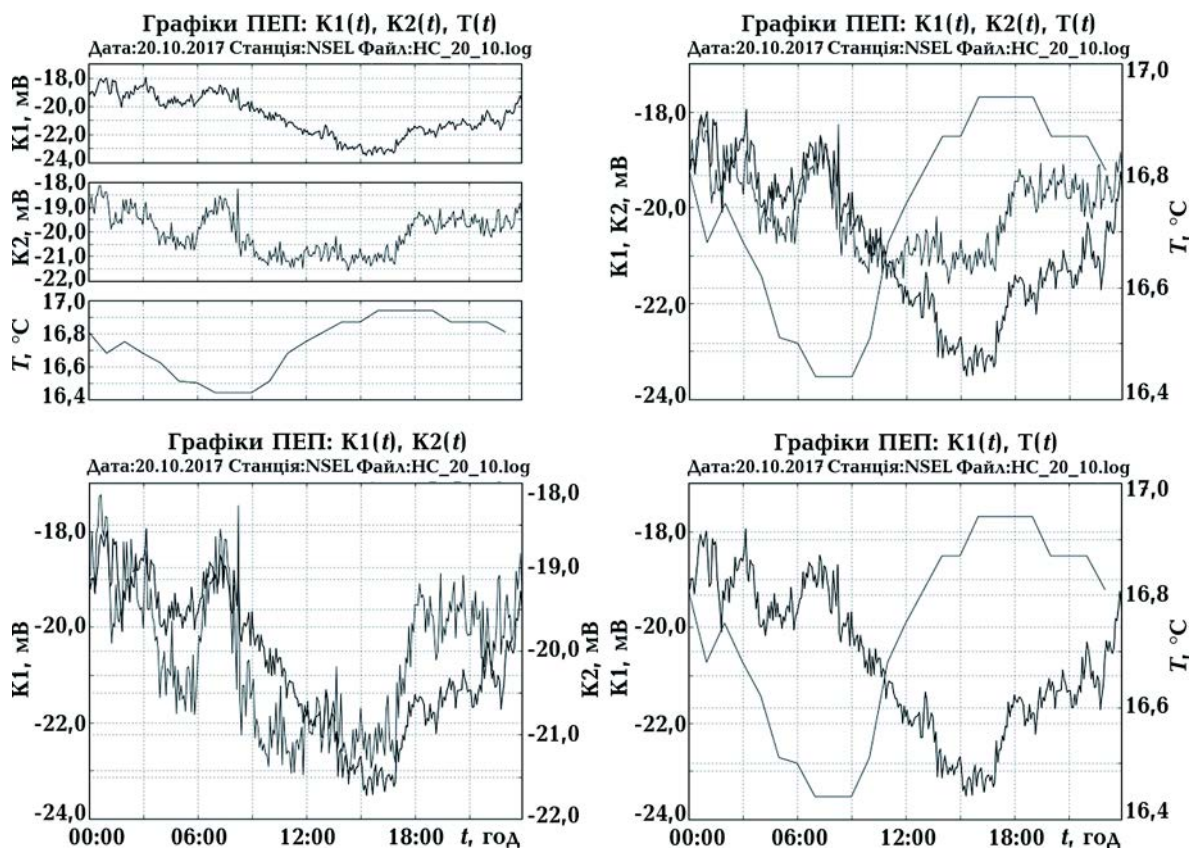


Рис. 1. Графіки ПЕП за даними з РГС "Нижнє Селище".

редає дані через GSM-мережі або обладнана USB/COM-портами, через які можна було б під'єднувати незалежні модулі передачі [Підвірний, 2013; Дещиця та ін., 2014; Дещиця та ін., 2016а].

На сьогодні у напівавтоматичному режимі в Карпатському відділенні працює станція МТЗ, в якій зареєстровані сигнали записують на SD-карту пам'яті, та прилад РХІНДС, де зареєстровані імпульси зберігаються у внутрішній пам'яті приладу. Передати дані цих приладів на FTP можна за допомогою портативного ПК.

На FTP-сервері для роботи з польовими даними також організовано відповідну інфраструктуру, розроблено свою систему користувачів, виділено окремі директорії для приймання і зберігання геофізичної інформації, надано певні права доступу усім користувачам.

З огляду на те, що в польових умовах з урахуванням зайнятості груп спеціалі-

тів та з міркувань економії ресурсів і часу будь-яку комп'ютерну обробку даних проводити недоречно, найоптимальнішою є обробка даних на стороні сервера, а на портативному ПК — лише аналіз результатів цієї обробки у вигляді окремих графіків, діаграм, зображень.

Прототипами таких серверних програм обробок можуть бути ці робочі програмні модулі, що розроблені та працюють під управлінням ОС Windows і призначені для оперативного аналізу даних електророзвідки в полі. Нижче наведено їх короткий опис.

1. Програма візуалізації первинних геофізичних даних методу ЗСБ [Савків, Ладанівський, 2016] (рис. 2) — надає повну інформацію про проведені польові спостереження по усіх пікетах конкретного профілю (карта польових робіт зі схематичним розташуванням пікетів на профілі, список пікетів на профілі, файл з вимірними значеннями ПК10, графік перехідних процесів).

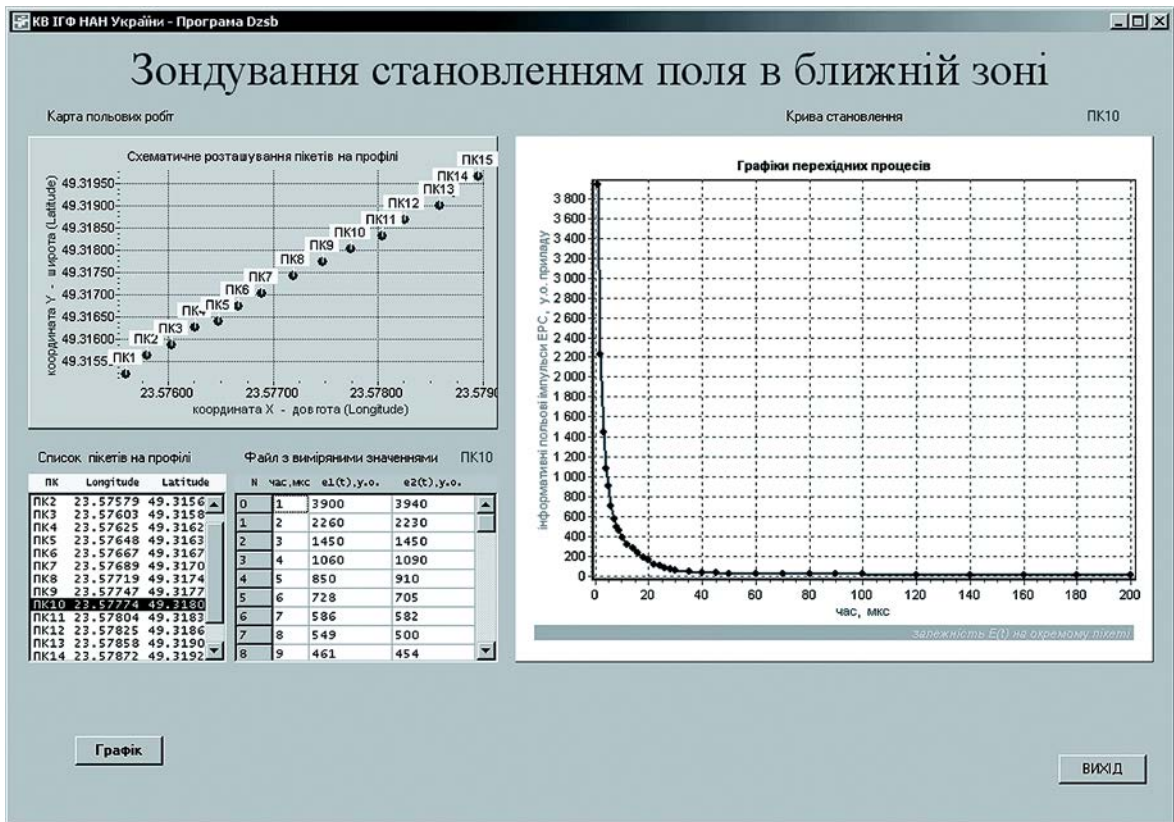


Рис. 2. Скриншот програми візуалізації первинних геофізичних даних методу ЗСБ (головне вікно (форма) програми).

ти всі масиви зареєстрованих значень, візуально оцінювати характер перехідних процесів та оперативно аналізувати вигляд кривих зондувань.

2. Програма експрес-оцінювання даних ЗСБ на поточній точці спостережень [Савків, 2016а] (рис. 3) — надає максимум інформації на конкретному пікеті: тип вимірювальної установки, прилад, дата проведення вимірів, номер об'єкта, профілю, пікету, географічні координати точки, розміри генераторної та приймальної петель, зареєстровані значення сигналів. За даними перехідних процесів будують криві становлення електромагнітного поля у лінійному та білогарифмічному масштабах. Це дає змогу на поточній точці спостережень оперативно оцінювати та аналізувати результат зондувань, а за характером кривої становлення у білогарифмічному масштабі у першому наближенні робити висновок щодо ймовірного розчленуван-

ня геоелектричного розрізу на окремі горизонти.

За такого підходу можна суттєво зекономити ресурси в полі, а на підставі результатів попередньої обробки геофізичних даних — грамотно зорганізувати подальшу роботу польової бригади та оперативно спланувати необхідні виміри.

За відсутності мобільного Інтернету можлива робота в режимі offline. Для цього на портативному ПК потрібно встановити і відповідним чином налаштувати сервер, а усі подальші звернення мають відбуватися виключно через localhost (IP 127.0.0.1).

Описану методику цілком відлагоджено, перевірено і протестовано в лабораторних умовах. Працює коректно.

Висновки та обговорення. В результаті проведеної роботи запропоновано сучасні підходи до організації геофізичних досліджень з використанням ІТ-технологій, підібрано оптимальний набір інстру-

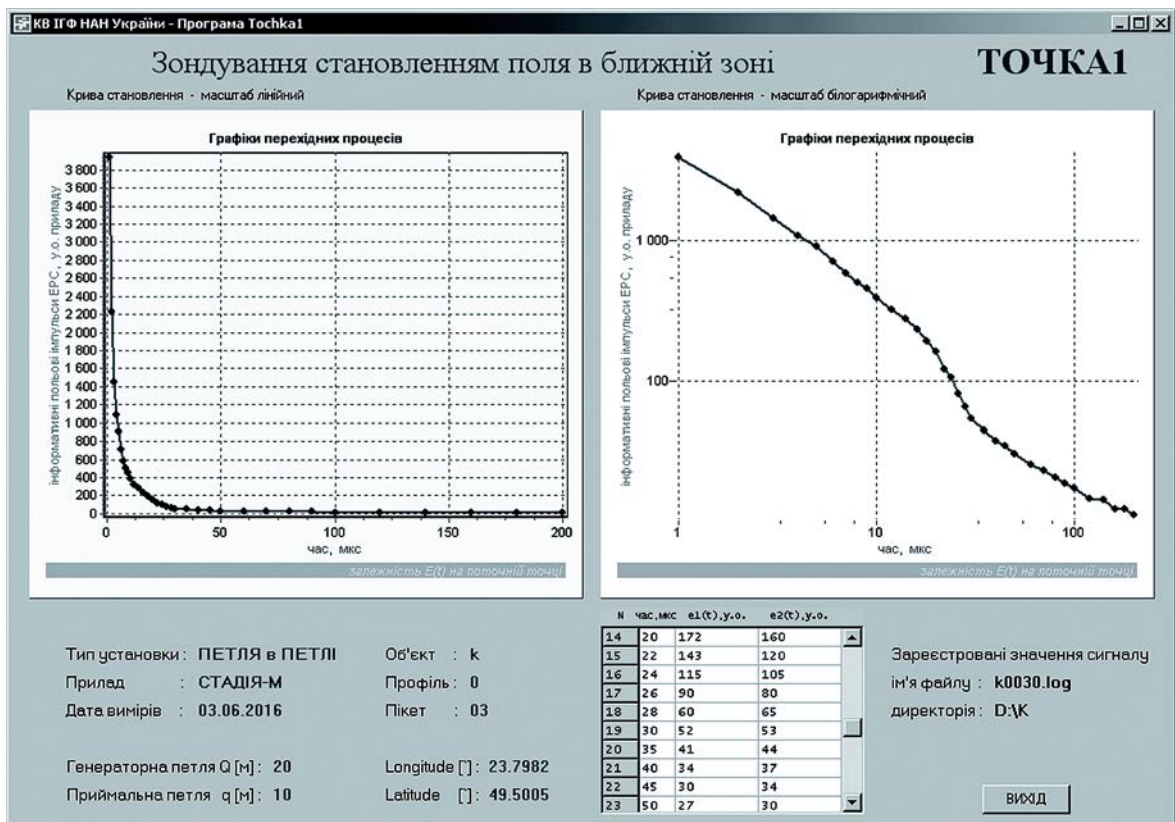


Рис. 3. Скриншот програми експрес-оцінки даних ЗСБ на поточній точці спостережень (головне вікно (форма) програми).

ментальних засобів Інтернет- та Web-ресурсів і на їх базі розроблено систему з відповідною інфраструктурою для оперативного вирішення різних геофізичних завдань засобами і методами електророзвідки. Запропоновані підходи забезпечують автоматичний збір даних, приймання — передавання, експрес-аналіз експериментальних польових даних, а також роботу з будь-якою геофізичною інформацією в режимі online.

Досліджено два варіанти: моніторинг на РГС "Нижнє Селище" (Закарпатська обл.); польові роботи за методом ЗСБ.

Розроблену систему відлагоджено, описану методика можна застосовувати:

- на будь-якій РГС за постійних моніторингових досліджень, де з технічних причин доступний лише мобільний Інтернет;

- для будь-яких досліджень — за додаткових налаштувань на портативному ПК у режимі offline;
- під час будь-яких геофізичних досліджень, де існує найменша загроза чи небезпека для життя людини: вимірювання на забруднених територіях, екологічно проблемних зонах, у районах карстових провалів, зсувів, обвалів, відпрацьованих шахт і тощо;
- у польових умовах, де використання портативного ПК обмежене або зведене до мінімуму;
- під час важливих тривалих моніторингових досліджень, що проводять в екстремальних умовах без участі людини, де є велика ймовірність втрати, пошкодження чи руйнування геофізичної апаратури (до прикладу, вивчення активності вулканів, землетрусів).

Список літератури

- Дециця С. А., Підвірний О. І., Романюк О. І., Савків Л. Г. Технологічний комплекс та результати електромагнітного моніторингу екологічно проблемних об'єктів Передкарпаття. *Геодинаміка*. 2014. № 1 (16). С. 114—128.
- Дециця С. А., Підвірний О. І., Романюк О. І., Саговий Ю. В., Коляденко В. В., Савків Л. Г., Мицишин Ю. С. Оцінка стану екологічно проблемних об'єктів Калуського гірничо-промислового району електромагнітними методами та їх моніторинг. *Наука та інновації*. 2016 а. Т. 12. № 5. С. 47—59.
- Дециця С. А., Романюк О. І., Підвірний О. І., Коляденко В. В., Сапужак О. Я. Електрометричні спостереження на екологічно проблемних територіях Заходу України: *Матеріали VI Міжнар. наук. конф. "Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища" до 25-річчя Карпатського відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України та 85-річчя професора Ярослава Сапужака, першого керівника КВ ІГФ НАН України*, Львів, 20—23 вересня 2016 р. Львів: Сполом, 2016 б. С. 59—61.
- Львівський центр Інституту космічних досліджень (ЛЦ ІКД) [Електронний ресурс]. http://www.isr.lviv.ua/index_ua.htm. http://www.isr.lviv.ua/products_ua.htm (дата звернення 01.11.2017).
- Максимчук В. Ю., Козицький С. З., Кудеравець Р. С., Чоботок І. О., Романюк О. І., Дециця С. А., Сапужак О. Я. Результати магнітних та електророзвідувальних досліджень на Крехівському газовому родовищі: *Матеріали VI Міжнародної наукової конференції "Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища" до 25-річчя Карпатського відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України та 85-річчя професора Ярослава Сапужака, першого керівника КВ ІГФ НАН України*, Львів, 20—23 вересня 2016 р. Львів: Сполом, 2016. С. 172—174.
- Максимчук В. Ю., Сапужак О. Я. 20-річчя Карпатського відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України. *Геодинаміка*. 2011. № 2 (11). С. 7—10.
- Підвірний О. І. До питання збору і передачі первинних геофізичних даних в автоматизованих системах. *Геодинаміка*. 2013. № 2 (15). С. 286—288.

- Савків Л. Г. Експрес-оцінка даних ЗСБ на поточній точці спостережень: *Матеріали VI Міжнар. наук. конф. "Геофізичні технології прогнозування та моніторингу геологічного середовища" до 25-річчя Карпатського відділення Інституту геофізики ім. С. І. Субботіна НАН України та 85-річчя професора Ярослава Сапужака, першого керівника КВ ІГФ НАН України, Львів, 20—23 вересня 2016 р.* Львів: Сполом, 2016 а. С. 244—246.
- Савків Л. Г. Система дистанційного прийому—передачі даних геофізичних спостережень. *Геоінформатика*. 2016 б. № 2. С. 59—67.
- Савків Л. Г. Internet-сервіси для графічного представлення даних геофізичних спостережень в режимі реального масштабу часу: *Матеріали наук. конф.-семінару "Сейсмологічні та геофізичні дослідження в сейсмоактивних регіонах", присвяченої пам'яті Т. З. Вербицького та Ю. Т. Вербицького, Верхнє Синьовидне, 1—2 червня 2017 р.* Львів: Сполом, 2017. С. 81—84.
- Савків Л. Г., Ладанівський Б. Т. Застосування Web-технологій для візуалізації геофізичних даних в режимі on-line: *Матеріали III Міжнар. наук. конф. "Актуальні проблеми геосередовища і зондуючих систем", присвяченої пам'яті видатним українським вченим у галузі електромагнітних досліджень: доктору фіз.-мат. наук В. М. Шуману, доктору геол. наук С. М. Куліку, Київ, 3—5 жовтня 2017 р.* Київ: Талком, 2017. С. 91—93.
- Савків Л. Г., Ладанівський Б. Т. Модуль візуалізації первинних геофізичних даних. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". *Комп'ютерні науки та інформаційні технології*. 2016. № 843. С. 65—73.
- Сапужак О. Я., Романюк О. І., Ладанівський Б. Т., Піввірний О. І., Коляденко В. В., Дециця С. А., Климкович Б. Я., Сирожко О. В. Електророзвідувальні дослідження карстових явищ на території Бартатівського навчально-виховного комплексу (Львівська область): *Матеріали III Міжнар. наук. конф. "Актуальні проблеми геосередовища і зондуючих систем", присвяченої пам'яті видатним українським вченим у галузі електромагнітних досліджень: доктору фіз.-мат. наук В. М. Шуману, доктору геол. наук С. М. Куліку, Київ, 3—5 жовтня 2017 р.* Київ: Талком, 2017. С. 95—96.
- Толстой М. І., Гожик А. П., Рева М. В., Степанюк В. П., Сухорага А. В. Основи геофізики (методи розвідувальної геофізики): Підручник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2006. 446 с.
- Ladanivskyy B., Zlotnicki J., Reniva P., Alanis P., 2017. Electromagnetic signals on active volcanoes: Analysis of electrical resistivity and transfer functions at Taal volcano (Philippines) related to the 2010 seismovolcanic crisis. *J. Appl. Geophys.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jappgeo.2017.01.033>.

Modern information technologies in organization of geophysical studies

© L. G. Savkiv, B. T. Ladanivskyy, 2018

The features of geo-electrical surveying on permanent geophysical stations and in field conditions are described in this article. Modern approaches to geophysical study with IT-technology application, which require an automatic or semiautomatic data recording, express analysis of current experimental results, in a on-line or off-line mode, automatic data acquisition and transmission by GSM net are represented. Described approaches are realized using ftp-server with appropriate settings on a base of standard server's tools i. e. LAMPP (Linux, Apache, MySQL, PHP, Python) and web techniques: HTML, CGI, SSI, JavaScript, DHTML, CSS. The described approaches were tested on the permanent geophysical station "Nyzhne Selyshche" (Zakarpatska oblast) for a natural electrical field variations monitoring study and during in field study of the shallow layers resistivity by the transient electromagnetic method (TEM). The express analysis of

experimental TEM data is shown and illustrated by screenshots demonstrating the operation of program modules developed and handled by OS Windows. Such application can also be used for any other data as where the mobile Internet is available as well as the Off-line mode is possible too.

Key words: geophysical methods, electromagnetic methods, express-analysis, IT-technology, Internet-resources, Web-services, FTP-server.

References

- Deshchytsja S.A., Pidvirnyj O. I., Romanjuk O.I., Savkiv L. G.*, 2014. Electromagnetic monitoring of environmentally problematic objects in Precarpathians: results and technological means used. *Geodynamika* (1), 114—128 (in Ukrainian).
- Deshchycja S.A., Pidvirnyj O.I., Romanjuk O.I., Sadovyj Ju. V., Koljadenko V. V., Savkiv L. G., Myshhyshyn Ju. S.*, 2016a. Evaluation of the state of the ecologically problematic mining and industrial objects in Kalush region by electromagnetic methods and their monitoring. *Nauka ta innovatsiyi* 12 (5), 47—59 (in Ukrainian). doi: <http://dx.doi.org/10.15407/scin12.05.047>.
- Deshchycja S.A., Romanjuk O.I., Pidvirnyj O.I., Koljadenko V. V., Sapuzhak O.Ja.*, 2016b. Electromagnetic observations on ecologically problematic areas of western Ukraine: *Proceedings of the VI International Scientific Conference "Geophysical Technologies of Geological Media Predicting and Monitoring" dedicated to the 25th Anniversary of the Carpathian Branch of S.I. Subbotin's Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine and in memory of the 85th Anniversary of Professor Yaroslav Sapuzhak, the first head of the CB IGPH NAS Ukraine, Lviv, September 20—23, 2016*. Lviv: Spolom, P. 59—61 (in Ukrainian).
- Lviv Center of Institute for Space Research (LCI) [Electronic resource]. http://www.isr.lviv.ua/in dex _ua.htm. http://www.isr.lviv.ua/prod ucts _ua.htm. (application date 01.11.2017).
- Maksymchuk V.Ju., Kozyc'kyj S.Z., Kuderavec' R.S., Chobotok I.O., Romanjuk O.I., Deshchycja S.A., Sapuzhak O.Ja.*, 2016. Results of magnetic and electrical studies on Krechiv gas field: *Proceedings of the VI International Scientific Conference "Geophysical Technologies of Geological Media Predicting and Monitoring" dedicated to the 25th Anniversary of the Carpathian Branch of S. I. Subbotin's Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine and in memory of the 85th Anniversary of Professor Yaroslav Sapuzhak, the first head of the CB IGPH NAS Ukraine, Lviv, September 20—23, 2016*. Lviv: Spolom, P. 172—174 (in Ukrainian).
- Maksymchuk V.Ju., Sapuzhak O.Ja.*, 2011. 20th Anniversary of the Carpathian Branch S.I. Subbotin's Institute of Geophysics, Ukrainian National Academy of Sciences. *Geodynamika* (2), 7—10 (in Ukrainian).
- Pidvirnyj O.I.*, 2013. On acquiring and transmission of primary geophysical data in automated data systems. *Geodynamika* (2), 286—288 (in Ukrainian).
- Savkiv L. G.*, 2016a. Express in situ estimation of TEM data quality: *Proceedings of the VI International Scientific Conference "Geophysical Technologies of Geological Media Predicting and Monitoring" dedicated to the 25th Anniversary of the Carpathian Branch of S.I. Subbotin's Institute of Geophysics, National Academy of Sciences of Ukraine and in memory of the 85th Anniversary of Professor Yaroslav Sapuzhak the first head of the CB IGPH NAS Ukraine, Lviv, September 20—23, 2016*. Lviv: Spolom, P. 244—246 (in Ukrainian).
- Savkiv L. G.*, 2016b. The remote transfer system for acquired geophysical data. *Geoinformatyka* (2), 59—67 (in Ukrainian).
- Savkiv L. G.*, 2017. Internet-services for graphic representation of geophysical observations in real time mode: *Proceedings of the scientific conference-seminar "Seismological and geophysical studies in seismically active regions" dedicated to the memory of T.Z. Verbytskyj and Ju. T. Verbytskyj, Verhnje Synovydne, June 1—2, 2017*. Lviv: Spolom, P. 81—84 (in Ukrainian).
- Savkiv L. G., Ladanivs'kyj B. T.*, 2017. Web-tech-

- nology applications for on-line visualization of geophysical data: *Materials of the III International Scientific Conference "Actual Problems of Geomedium and Sounding Systems"*, devoted to memory of outstanding Ukrainian scientists in electromagnetic research: Vladimir N. Shuman, Sergey N. Kulik, Kyiv, October 3—5, 2017. Kyiv: Talkom, P. 91—93 (in Ukrainian).
- Savkiv L. G., Ladanivs'kyj B. T., 2016. Module for visualization of primary geophysical data. *Visnyk Natsionalnoho universytetu "Lvivska politehnika"*. *Kompyuterni nauky ta informatsiyni tekhnolohiyi* (843), 65—73 (in Ukrainian).
- Sapuzhak O. Ja., Romanjuk O. I., Ladanivs'kyj B. T., Pidvirnyj O. I., Koljadenko V. V., Deshhycja S. A., Klymkovych B. Ja., Syrojezhko O. V., 2017. The Electroprospecting study of karst phenomena on the Bartativ school area (Lviv region): *Materials of the III International Scientific Conference "Actual Problems of Geomedium and Sounding Systems"*, devoted to memory of outstanding Ukrainian scientists in electromagnetic research: Vladimir N. Shuman, Sergey N. Kulik, Kyiv, October 3—5, 2017. Kyiv: Talkom, P. 95—96 (in Ukrainian).
- Tolstoj M. I., Gozhyk A. P., Reva M. V., Stepanjuk V. P., Suhorada A. V., 2006. Fundamentals of Geophysics (geophysical exploration methods): Textbook. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyy tsentr "Kyyvskyy universytet", 446 p. (in Ukrainian).
- Ladanivskyy B., Zlotnicki J., Reniva P., Alanis P., 2017. Electromagnetic signals on active volcanoes: Analysis of electrical resistivity and transfer functions at Taal volcano (Philippines) related to the 2010 seismovolcanic crisis. *J. Appl. Geophys.* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jappgeo.2017.01.033>.