



Перспективи подальших досліджень. У майбутньому належить виписати процедуру зрівноваження зустрічних ходів з урахуванням визначених середніх координат центрального пункту.

Література

1. *Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000-1:500.* ГКНТА-2.04-02-98. – К.: Головне управління геодезії, картографії та кадастру, 1992. – 155 с.
2. *Конусов, В.Г.* Предвычисление точности полигонометрических ходов / В.Г. Конусов. – М.: Недра, 1966. – 133 с.
3. *Пат. 93119, Україна, МПК (2011.01) G01C7/00.* Спосіб згущення геодезичної мережі / Д.Ф. Байса, В.О. Боровий, В.Г. Бурачек [та ін.]; заявники та патентовлас. Д.Ф. Байса, В.О. Боровий, В.Г. Бурачек, П.Д. Крельш-

тейн, С.Д. Крячок. – № а200906037; заявл.11.06.2009; опубл.10.01.2011. – Бюл. № 1.

4. *Селиханович, В.Г.* Задачник по геодезии. – В 2 ч.: изд. 2-е, перераб. и доп. / В.Г. Селиханович, Г.П. Логина. – М.: Недра, 1970. – 288 с.

5. *Справочник геодезиста.* – В 2 т.; под ред. В.Д. Большакова и Г.П. Левчука. – 3-е изд., перераб. и доп. – Кн. 2. – М.: Недра, 1985. – 449 с.

6. *Топографо-геодезична та картографічна діяльність (законодавчі та нормативні акти).* Ч.1. – К.: Головне управління геодезії, картографії та кадастру, 2000. – 405 с.

7. *Тревого, И.С.* О соотношении точности угловых и линейных измерений в светодальномерной полигонометрии / И.С. Тревого // Геодез. картогр. и аэрофотосъем. – 1977. – № 26. – С. 90-97.

8. *Тревого, И.С.* Городская полигонометрия / И.С. Тревого, П.М. Шевчук. – М.: Недра, 1986. – 199 с.

Надійшла 21.05.14

* * *

УДК.528.482 : 69.058.4

К. О. Бурак, Е. Д. Кузьменко, С. М. Багрій, М. Я. Гринішак,
Г. Г. Мельниченко, В. П. Михайлишин, В. М. Ковтун

ОСОБЛИВОСТІ ГЕОДЕЗИЧНОГО МОНІТОРИНГУ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ГЕОТЕХНОГЕННОЇ ДИНАМІКИ НА ШАХТНИХ ПОЛЯХ КАЛІЙНИХ РОДОВИЩ

На основании исследований геотехногенной динамики на наблюдательной станции рудника «Ново-Голынь» Калуш-Голынского месторождения калийных солей освещены пути решения проблем, возникающих при возобновлении работ после длительного перерыва. Доказана высокая эффективность использования метода геодезических наблюдений за осадками реперов для оценки масштаба геотехногенных процессов. В частности, получены убедительные данные, свидетельствующие о целесообразности проведения мероприятий по гидрозакладке выработанного пространства калийных рудников.

Methods of solution of problems arising in resumption of works after a long break were considered basing on studies of geotechnogenic dynamics at the observation station of "Novo-Holyn" mine of Kalush-Holyn potash salt deposit. High efficiency of using of the method of geodetic observations of precipitation rappers to assess the scope of geotechnogenic processes was proved. Compelling data were received showing reasonability of carrying out activities concerning hydraulic filling of mine goaf of potash mines.

Постановка проблеми. На території України, зокрема в західних її областях, є велика кількість гірничорудних виробок, де колись видобували руду підземним способом. Через різні причини зараз вони практично заморожені та не одержують фінансування на виконання у повному обсязі передбачених нормативами геолого-маркшейдерських робіт з документування процесів, які загрожують довкіллю. Зокрема, це стосується і робіт з визначення осідань та дослідження деформацій земної поверхні на спостережних станціях, які досі в обов'язковому порядку створювались на шахтних полях над підземними виробками не тільки для

фіксації, але і для прогнозування геотехногенної динаміки (розвитку мульд зсуву), без чого безпечне господарське використання таких територій неможливе. Особливо потенційну небезпеку процеси осідань земної поверхні становлять тоді, коли гірничі виробки розміщені під жилими масивами або в безпосередній близькості від них. Для прикладу: безпосередньо над відпрацьованими площами шахтних полів тільки одного рудника "Ново-Голинь" Калуш-Голинського родовища розташовано 589 жилих будинків. На жаль, роботи з дослідження деформацій земної поверхні відновлюють тільки у випадках техногенних аварій, що мало місце і на даному родовищі.

Як свідчить наш досвід робіт з вимірювань осідань земної поверхні на території рудника "Ново-Голинь", відновлення спостережень має

© К. О. Бурак, Е. Д. Кузьменко, С. М. Багрій,
М. Я. Гринішак, Г. Г. Мельниченко,
В. П. Михайлишин, В. М. Ковтун, 2014



свої особливості, які слід враховувати як у процесі розроблення методики спостережень, так і під час аналізу отриманих результатів. Саме цим питанням і присвячена дана стаття.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, які стосуються вирішення проблеми. Нормативним документом, що встановлює в законодавчому порядку необхідність виконання спостережних робіт, є Кодекс України про надра [2]. Іншим документом, який унормовує методичні нюанси спостережень та аналізування їх результатів на калійних родовищах, є Правила [3]. Проте цими нормативами не передбачено, що спостереження можуть перериватись на значний термін, а також ті складнощі, які можуть виникати при цьому. Не передбачена у вищевказаних документах і можливість використання сучасних цифрових нівелірів, геоінформаційних технологій для опрацювання та аналізування матеріалів. Те саме стосується і праць [4, 5].

Постановка завдання: висвітлити шляхи розв'язання окреслених питань на основі власного досвіду досліджень осідань реперів на спостережній станції рудника "Ново-Голинь", а саме:

- пошуку ґрунтових реперів станції при відсутності зовнішнього їх оформлення і слідів закладання;
- вибору схеми нівелірної мережі та опорних реперів у разі сумнівів щодо їх стабільності;
- аналізування архівних матеріалів та виправлення помилок у них при створенні електронної бази даних;
- апріорного оцінювання точності високоточного геометричного нівелювання з використанням цифрових нівелірів і штрихкодових рейок;
- використання геоінформаційних технологій для опрацювання та візуалізації матеріалів спостережень;
- оцінювання ефективності робіт з гідрозакладання виробленого простору калійних шахт.

Виклад основного матеріалу дослідження. Спостережну станцію на шахтних полях рудника "Ново-Голинь" було закладено в 1968 р. Її періодично розширювали, влаштовуючи нові профільні лінії та подовжуючи старі. Всього було оформлено 15 профільних ліній, на кожній від 12-ти до 50-ти реперів. Тип реперів – ґрунтовий без зовнішнього оформлення. Для забезпечення їх збереження під час проведення сільськогосподарських та інших земляних робіт марки опускали на глибину не менше 0,5 м.

До 1996 р. спостереження на станції виконували регулярно з достатньою якістю вимірів, а потім (до 2013 р.) – епізодично. У результатах вимірювань, виконаних після 1996 р., виявлені помилки. Оскільки упродовж останніх п'яти років, а на деяких лініях і більше 15-ти, роботи на станції взагалі не проводились, то слідів закладання реперів, і не тільки на орних землях, не збереглося. Це значно ускладнювало пошук і розкопування реперів. Труднощі були і в тому, що проектні віддалі між реперами в багатьох випадках не відповідали фактичним. Тому для підтвердження факту, що даний

репер дійсно знищено, доводилось обстежувати значну площу – до 10-15 м². На сільськогосподарських угіддях високу ефективність забезпечувало застосування для цього металошукача (див. мал. 1), що і рекомендується нами для подальшого використання. Правда, на забудованій території металошукач був малоефективний, тож доводилось виконувати значний обсяг робіт з шурфування. Зате в результаті було виявлено багато реперів, які вважались втраченими (див. мал. 3).



Мал. 1. Виявлення реперів за допомогою металошукача



Мал. 2. Вимірювання електронним нівеліром DL-501

У 2013 р. вимірювання проводили високоточним електронним нівеліром DL-501 (мал. 2) з автоматичним взяттям відліків за штрихковою рейкою за методикою, розробленою спеціально для даного об'єкта, з дотриманням усіх вимог нормативного документа [3] щодо точності вимірів. Основна особливість методики полягала в тому, що вимірювання в мережі виконували з використанням двох пар костилів при двох горизонтах з



контролем різниці між ними у полі. Це дозволяло відразу виявляти помилки, пов'язані з неправильним встановленням рейки на спостережувані реperi. Для виключення впливу на результати вимірювань можливого осідання опорних реперів на кінцях профільних ліній дані зрівноважували для двох ступенів точності:

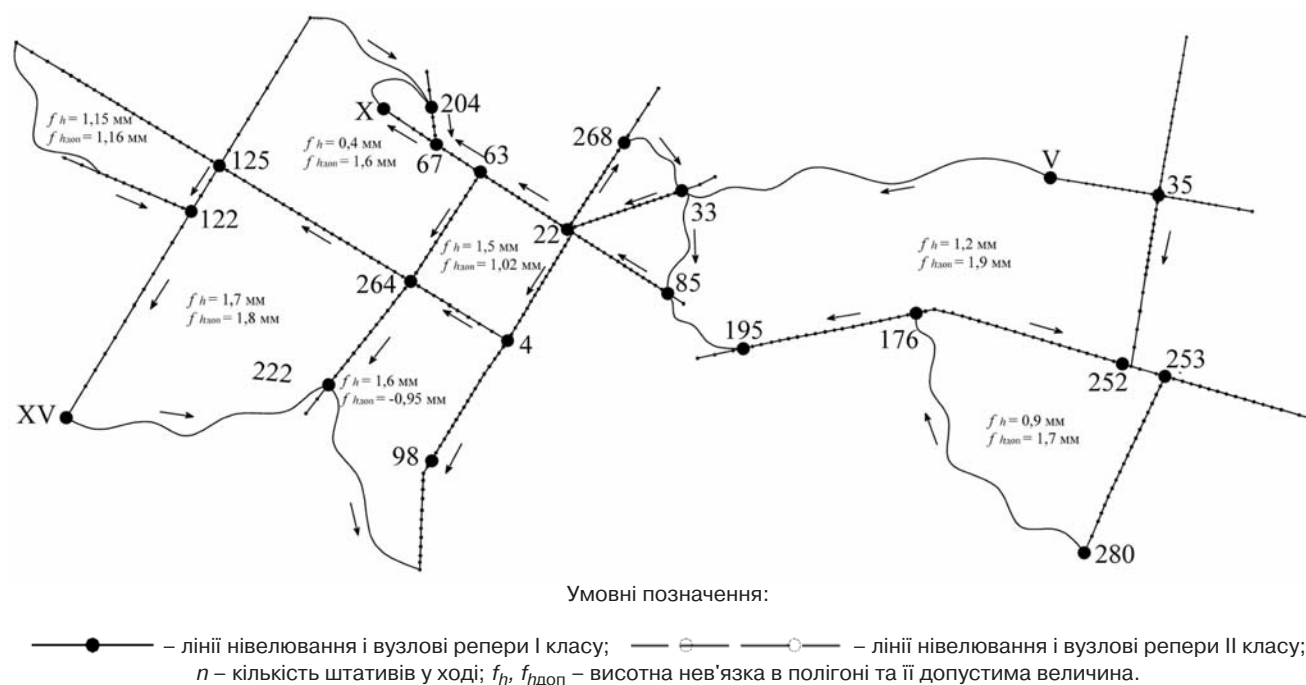
перший ступінь – мережа, що з'єднує опорні реperi на кінцях профільних ліній і вузлові реperi (вузлові точки ходів), розміщені на перетині профільних ліній. Схему ходів першого ступеня наведено на мал. 3. Там же подано і результати підрахунку службових допусків (нев'язок у полігонах), за якими контролювалась точність вимірювання. Усі невіязки були менші за допустимі, передбачувані Правилами [3].

шого ступеня – 1,0 м; на зв'язних точках ходів першого ступеня рейку встановлювати тільки на нівелірні підкладні або костилі; прилад на станціях та нівелірні підкладні встановлювати тільки на твердий ґрунт чи бетон; при контролі вимірювань користуватись такими службовими допусками:

- різниця перевищень, визначених за основною і додатковою шкалами, на станції для секцій ходів обох ступенів точності допускається не більше ніж 0,3 мм;

- допустимі невіязки в полігонах $f_{h\text{доп}}$ приймати рівними залежно від кількості станцій n . Обчислювати їх за формулою

$$f_{h\text{доп}} = 0,3 \cdot \sqrt{n}. \quad (1)$$



Мал. 3. Схема нівелірних ходів на станції рудника "Ново-Голинь"

другий ступінь – ходи для передачі висот на деформаційні марки від реперів першого ступеня.

Необхідність виконання робіт за двома ступенями точності пояснюємо тим, що багато реперів на кінцях профільних ліній (за проектом вони мали бути стабільними і не міняти свою висоту) насправді опинились усередині мульди зсуву, тому висоти опорних та вузлових реперів ми змушені були визначати за результатами нівелювання мережі першого ступеня, приймаючи за стабільний один – найнадійніший репер. Середня квадратична похибка (СКП) визначення перевищень на станції в ходах першого ступеня не допускалась більше за 0,2 мм, у ходах другого – 0,3 мм. Для досягнення такої точності нівелювання в обох випадках виконували з дотриманням деяких вимог: довжина рейки не повинна була перевищувати 1,8 м; допустима різниця пліч на станції для ходів пер-

Результати вимірювань реєструвались у будованій пам'яті електронного нівеліра DL-501, яка дозволяє зберігати до 10 000 відліків. Проста і надійна система резервного копіювання забезпечила збереження записаних даних і польових вимірів. Ефективна система енергозбереження гарантувала можливість роботи з приладом в електронному режимі протягом 10-ти днів.

Результати всіх спостережень за період 1968-2013 рр. було занесено в електронну базу даних. Побудовано графіки осідань земної поверхні за результатами останніх чотирьох серій спостережень і за весь період. Виконано поглиблений аналіз архівних даних. Він показав, що надані замовником відомості про осідання, особливо за останні роки спостережень, містили суттєві помилки, які унеможлилювали якісні розрахунки та побудову мульд осідання. Ці помилки ми прокласифікували



на такі основні групи:

перша група – грубі помилки у висотах реперів, занесених до відомості, через що значення осідань в архівних відомостях не відповідало значенням реальних висот. Такі помилки виправлялись у відомостях одразу;

друга група – грубі помилки, зумовлені похибками визначення висот окремих реперів профільних ліній. Наприклад, висота репера в одній серії збільшилась на декілька сантиметрів, а в наступній вона на цю ж величину зменшилась і залишалась такою надалі. Подібні помилки у відомостях також виправлялись одразу;

третья група – помилки, спричинені тим, що не було враховано осідання опорних реперів на кінцях профільних ліній. Прийнята в попередніх серіях методика спостережень не дозволяла встановити точну дату початку осідання цих реперів і величину осідання в кожній серії, тому виправлення в базі даних не робилось. До слова, під час аналізу результатів слід мати на увазі, що ці помилки можуть досягати 20 мм;

четверта група – можливі помилки, зумовлені не тільки похибками при вимірюваннях, але і бажанням приховати факт неякісного виконання робіт. Наприклад, в одній із серій спостережень висота репера різко збільшилась на 100 мм і залишалась такою протягом усіх наступних серій, а в серії спостережень 2013 р. вона виявилась близькою (> -10 мм) до початкової висоти 1968 р., а то навіть і такою ж. Подібні помилки у відомостях також виправлялись;

п'ята група – різкі зміни в осіданнях окремих реперів, які підтверджені також результатами вимірювань 2013 р. Для прикладу: попередній і наступний репер змінили свою висоту в межах 20 мм, а репер між ними – на 200 мм, і в усіх наступних серіях вимірювань ця зміна підтверджувалася. Якщо це вказувало на збільшення висоти репера, то скоріш за все зміна була зумовлена його перезакладанням, яке не відобразило у відомостях. У таких аномальних випадках осідання репера приймалося рівним середньому осіданню сусідніх реперів (це також фіксувалось у відомостях). Якщо ж різка зміна висоти, яка підтверджувалась у наступних і в останній серії спостережень, вказувала на суттєве осідання репера, змін у відомості не робили. Це могло вказувати, наприклад, на прояв карстових явищ тощо.

При підготовці даних для розрахунку мульд зсуву враховували і той факт, що початок спостережень на всіх профільних лініях був різний. Оскільки в архівних відомостях це не було враховано, то одні й ті ж репери на пересіченні реперних ліній у відомостях мали різні значення осідань. Щоб підготувати дані для побудови мульд зсуву, всі виміри було приведено до дати початку спостережень (1968 р.). Виконаний аналіз дозволив розробити власну методику, яку пояснимо на конкретних прикладах.

Профільні лінії району Кропивник: початок спостережень

на більшості ліній – 1968 р., і лише на лініях 63-222 і 122-237 – це 1979 р., а 192-141 – 1969 р. Аналіз висот вузлових реперів, наведених у табл. 1 на 1968, 1979 і 2013 рр., дозволив для приведення результатів визначення осідань за весь період спостережень до дати початку спостережень рекомендувати змінити відповідні значення осідань тільки для реперів лінії 122-237 у межах від -8 мм на початку лінії (т. 222) до 0 мм на її кінці.

Профільні лінії району Сівка-Калуська: початок спостережень на профільних лініях 284-162, XI-XII – 1968 р., на лінії XX-267 – 1969 р., лініях 196-XX, 253-280 – 1979 р. Аналіз висот вузлових реперів, наведених у табл. 2 на дати 1968, 1979, 2013 рр., дозволив для приведення результатів визначення осідань за весь період спостережень до дати початку спостережень рекомендувати змінити відповідні значення осідань тільки для лінії 253-280 у межах від -13 мм на початку ліній (т. 253) до 0 мм на її кінці.

Таблиця 1. Висоти опорних реперів на профільних лініях району Кропивник

Номер репера	Рік початку спостережень		Висота в 2013 р., м
	1968	1979	
63	308,801	306,824	306,809
265	309,195	309,202	309,020
122	313,138	313,130	312,880
125	311,219	311,211	311,050
134	312,260	312,266	312,231
141	311,306	311,319	311,054

Таблиця 2. Висоти опорних реперів на профільних лініях району Сівка-Калуська

Номер репера	Рік початку спостережень		Висота в 2013 р., м
	1968	1979	
196	-	314,220	314,221
XX	311,256	311,253	311,172
162	304,124	304,118	304,078
253	306,728	306,715	306,614

Для опрацювання результатів використовували персональні комп'ютери (ноутбуки) та програму Microsoft Office Excel (контроль правильності вимірювань перевищень у ходах виконувався в день вимірювання в обов'язковому порядку). За допомогою табличних формул у цій програмі створено електронні таблиці польових журналів нівелювання у форматі *.xls. Із цифрового нівеліра DL-501 дані копіювались на комп'ютер за допомогою стандартної програми Topcon link 8.2, яка автоматично конвертувала дані з польового журналу в формат *.sdr.

Загальна довжина ходів нівелювання при дослідженні осідань становила 13,4 км, сумарна кількість штативів – 233, СКП на 1 км ходу – 0,7 мм, СКП одного виміру перевищення на станції – 0,19 мм, СКП обчислення найслабшого репера в мережі – 0,7 мм.

Матеріали спостережень урівнювали параметричним методом і виконували апріорне оціню-



вання точності вимірювань із використанням спеціально розробленого програмного комплексу, що базується на вирішенні оптимізаційної задачі нелінійного програмування [1]. Детально спосіб та результати тестування задачі описано в Інструкції [4].

Провели також спеціальне дослідження для виявлення найстабільнішого репера в мережі. Для цього мережу зрівноважували декілька разів і за найстабільніший пункт послідовно приймали розміщені на кінцях профільних ліній (на території ціликів) реperi Рп 33, Рп VIII, Рп 85. Висота стабільного пункту приймалась рівною визначеній за результатами вимірювань 1968 р. У табл. 3 наведено визначені за результатами аналізу висоти реперів, стабільність яких не викликала сумнівів. Таких виявилось усього 4 з 30-ти, розміщених на кінцях профільних ліній. Аналіз також показав, що найкращі результати (найменша СКП одиниці ваги результатів урівноваження вимірів 2013 р. і найкраще співпадіння з висотами реперів 1968 р.) були в тому випадку, коли при зрівноваженні за стабільний приймався один пункт – Рп 33. Оскільки він розміщений приблизно посередині схеми ходів, то прийняття його висоти за стабільну забезпечило і мінімальне значення СКП висоти найслабшого репера мережі. За апіорною оцінкою точності (за результатами визначення нев'язок у полігонах і за поправками зі зрівноваження) визначення перевищення на станції в ходах першого ступеня точності СКП виявилась рівною 0,19 мм. Виконаний на основі одержаного показника розрахунок СКП висоти найслабшого репера в мережі показав, що вона становить 0,7 мм. Обчислення виконано способом еквівалентної заміни.

Таблиця 3. Висоти стабільних реперів та значення осідань

Номер репера	Висота, мм		Осідання, мм
	за результатами вимірювань 1968 р.	за результатами зрівноваження вимірювань 2013 р.	
VIII	307482	307482	0
67	307616	307616	0
33	311040	311043	3
84	313189	313191	2

Ходи другого ступеня, які прокладались між реперами першого для визначення висот більшості реперів, урівноважувались окремими ходами. При цьому висоти реперів першого ступеня брали з матеріалів урівноваження стабільних.

Для розрахунку й побудови мульд осідання земної поверхні на шахтних полях рудника "Ново-Голинь" за результатами вимірювань 2013 р. і на основі архівних даних було розроблено програмне забезпечення з урахуванням можливостей VBA Microsoft Office та сформовано електронну базу даних.

Програмне забезпечення дало змогу:

- автоматично визначати всі параметри, які характеризують процеси осідання земної поверхні як

по кожній профільній лінії, так і на всій площі шахтного поля;

- автоматично будувати графіки, які візуалізують процеси осідання за останні чотири серії спостережень і за весь період.

Відсутність достовірних матеріалів планової прив'язки профільних ліній (виявлено відхилення в плановому положенні реперів відносно чітких контурів місцевості та будівель, які досягали 10 м), помилки у даних про фактичні віддалі між реперами профільних ліній та їх плановим (проектним) положенням на наданому картографічному матеріалі змусило вдаватися до розроблення власної методики розрахунку та візуального зображення планового положення мульд зсуву, яка б враховувала ці факти. Основні положення розробленої методики такі:

- з використанням програмного комплексу Digitals створено електронну ортофотокарту території шахтного поля рудника на площу 6,4 км² у системі координат 1942 р. та обмінний файл у форматі *.tif об'ємом 1 Гб;

- обмінний файл надіслано у програмний комплекс AutoCad, а потім наявними в ньому засобами на електронну карту нанесено положення реперів на профільних лініях. При цьому використано як дані виконаної польової прив'язки реперів до чітких контурів і будівель, які були гарантовано віддешифровані на електронній карті, так і фактичні віддалі між реперами, виміряні на місцевості;

- на електронній карті в AutoCad визначено планові координати всіх реперів і дані передано в електронну таблицю Excel;

- електронну таблицю Excel доповнено значеннями осідань реперів за весь період спостережень і переведено в графічний редактор Surfer 11, за допомогою якого створено оверлей ізоліній однакових осідань.

Фотокарту, створену за цією технологією, відображує мал. 4. Її без втрати чіткості на комп'ютері можна збільшувати навіть до масштабу 1:1000, що дозволяє точно ідентифікувати положення мульди осідання на місцевості відносно контурів, будівель, а ще одержувати значення осідань кожної будівлі тощо.

Це значно підвищило оперативність одержання матеріалів для оцінювання безпеки експлуатації будівель, адже не було потреби очікувати завершення робіт зі створення топографічної електронної карти. Аналіз цих матеріалів дозволив одержати об'єктивні дані про величини осідань і на основі математико-статистичного аналізу зробити висновки про положення мульд зсуву, їхню динаміку і прогнозований розвиток та про небезпеку, яку таять процеси осідання на досліджуваній території на момент вимірювань. Наприклад, одержати об'єктивні дані, які б свідчили про значне зменшення осідань за рахунок гідравлічного закладання відпрацьованих камер. Переконливим доказом цього є той же мал. 4 та графіки осідань (мал. 5 і 6).

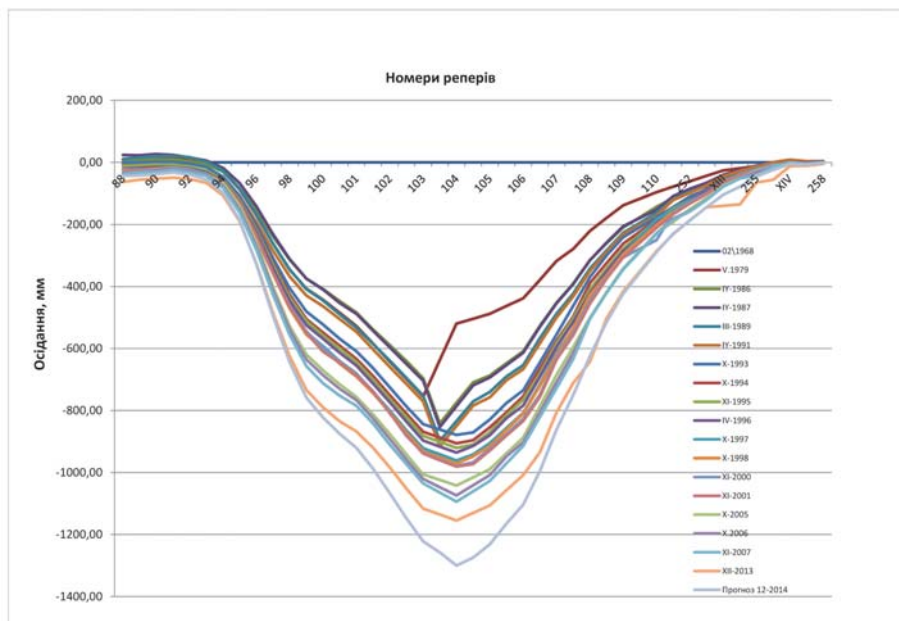


Результати визначення осідань земної поверхні за матеріалами спостережень 2013 року, виконаних ІФНТУНГ

Умовні позначення:

- – мульди нульових осідань;
- – ізолінії рівних осідань, висота перерізу 50 мм;
- – межа небезпечних зсувів;
- – межа гірничого відведення;
- 3 – загальне осідання станом на 2013 р.;
- 190 – номери реперів профільних ліній.

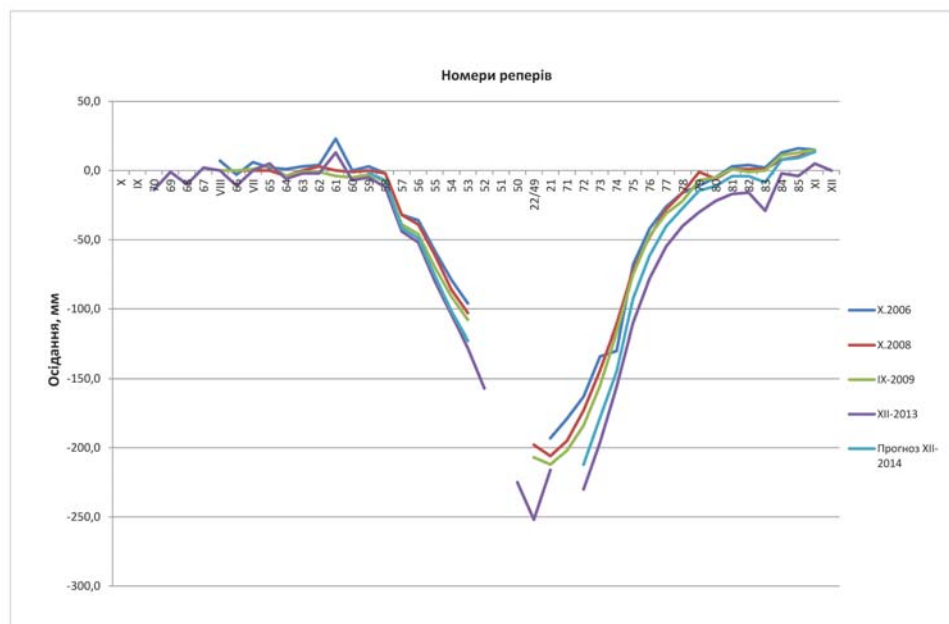
Мал. 4. Фотокарта з результатами визначення осідань земної поверхні шахтного поля рудника "Ново-Голинь"



Мал. 5. Графік осідань профільної лінії над шахтним полем рудника, де не виконано закладання виробленого простору

Зауважимо, що криві осідань на графіку (мал. 6) перериваються через відсутність даних нівелювання на репери 50-53, які були знищені. Результати епізодичних геодезичних та геофізичних спостережень, які проводились як у момент закладання, так і після цього, не дали чіткого уявлення про вплив даних процесів на осідання земної поверхні. Біль-

ше того, висувались навіть припущення, що процес гідрозакладання супроводжується руйнуванням ціликів і це приведе до вкрай негативних наслідків. Проте одержані нами величини осідань на даний момент свідчать про протилежне. У верхній частині мал. 4 вказано ізолінії осідань земної поверхні над виробленим простором родовища, на



Мал. 6. Графік осідань профільної лінії над шахтним полем рудника, де виконано закладання виробленого простору

якому виконано гідрозакладання. Одержані дані (див. також мал. 5) свідчать, що осідання земної поверхні зареєстровано в межах 0 ... -250 мм, тоді як на ділянці, зображеній у нижній частині мал. 4, де гідрозакладання не проводилось, максимальні осідання вже досягли величини 1450 мм.

Висновки та перспективи. 1. Відновлення на території Калуш-Голинського родовища калійної солі геодезичного моніторингу геотехногенної динаміки доводить ефективність цих спостережень для оцінювання робіт з підвищення екологічної безпеки, зокрема, вони переконливо підтвердили, що використання методу гідрозакладання виробленого простору дозволяє значно зменшити масштаби осідань земної поверхні.

2. Застосування при спостереженнях на станції сучасної технології з використанням високоточних цифрових нівелірів та штрихкодів рейок дозволяє досягти СКП вимірювань перевищень 0,19 мм, автоматизувати процес передачі відомостей у базу даних і практично усунути пов'язані з цим помилки.

3. Занесення архівних даних в електронну базу дає змогу усунути наявні в них помилки. Найефективнішим методом для цього є аналіз побудованих за попередніми даними графіків осідань. На цих графіках такі помилки чітко візуалізуються, що значно знижує трудомісткість роботи і підвищує оперативність її проведення.

4. При організації робіт обов'язково слід передбачати процес аналізування стабільності реперної основи. Для цього нівелірну мережу слід розвивати і зрівноважувати для двох ступенів точності.

5. Використання геоінформаційних технологій для візуалізації результатів не тільки підвищує наочність та оперативність одержання звітних матеріалів, а й дає змогу уникнути помилок, пов'язаних з плановою прив'язкою.

Подальше виконання геодезичних вимірів з використанням дослідженої і рекомендованої нами методики прогнозування геотехногенної динаміки в перспективі дозволить гарантувати безпечне господарське використання територій над відпрацьованими соляними рудниками.

Література

1. Бурак, К.О. Дослідження можливостей автоматизації урівнювання спеціальних нівелірних мереж при допомозі сучасного програмного забезпечення / К.О. Бурак // Інж. геодезія. – 2000. – № 42. – С. 16-23.
2. Кодекс України про надра. [Редакція від 26.04.2014 р. //zakon1.rada.gov.ua/]
3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях. – М.: Недра, 1981. – 288 с.
4. Инструкция по наблюдениям за сдвижением горных пород и земной поверхности при подземной разработке рудных месторождений. – Ленинград.: ВНИМИ, 1988. – 112 с.
5. Инструкция по наблюдениям за сдвижением земной поверхности и за подрабатываемыми зданиями и сооружениями на калийных месторождениях. – Ленинград, 1984. – 132 с.

Надійшла 06.06.14