

5. Чекунов А.В., Соллогуб В.Б., Красовский С.С., Пашкевич И.К. и др. Схема глубинного строения литосферы юго-западной части Восточно-Европейской платформы. М - б 1 : 1 000 000, редактор Чекунов А.В., 1992. – 6 л.
6. Геолого-геоэлектрическая модель Орехово-Павлоградской шовной зоны Украинского щита / [Азаров Н.Я., Анциферов А.В., Шеремет Е.М. и др.]; под ред. Н.Я. Азарова. – К. : Наукова Думка, 2005. – 190 с.

*Рекомендовано до публікації д.геол.наук Приходченком В.Ф.  
Надійшла до редакції 18.03.2015*

УДК 550.83+550.837:550.82:551.244:551.495 (477.63)

© В.К. Свистун, Л.Й. Золотарьова, П.Г. Пігулевський, О.С. Кирилюк

## **ВИВЧЕННЯ НЕГАТИВНИХ ГЕОЕКОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ ПІВДЕННО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ КРИВБАСУ ГЕОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ**

Наведено результати вивчення геофізичними методами проблеми підтоплення південно-західної частини Кривбасу.

Приведены результаты изучения геофизическими методами проблемы подтопления юго-западной части Кривбасса.

The results of the study of the problem of flooding of southwestern part Kryvbas by geophysical methods are introduced.

**Вступ.** Найбільш значний вплив на гідрогеологічний режим Кривбасу здійснюється такими невід'ємними від технології гірничовидобувного комплексу техногенними об'єктами як шламосховища та водосховища, а також великі відвали кристалічних та осадових порід [1].

Правобережні відвали та їх водоакумулююча і водонаповнююча здатність може бути причиною підтоплення та активізації зсувних та провальних (карстових) явищ в таких населених пунктах, як Рудничне та Рахманове. Близько розташовані від них старі гірничі виробки по видобутку вапняку (розміри та розміщення яких невідомі) та додаткове надходження води з відвалів може призводити до зсувних явищ на самих відвалах, до процесу вилуговування в пластах вапняків та до активного перетоку підземних вод.

Велика складність та важливість рішення цих проблем обумовила необхідність збору та ретельного вивчення результатів усіх попередніх геологічних, гідрогеологічних та геофізичних робіт, виконання їх детального аналізу, на основі якого потрібно було визначити оптимальний комплекс та методику геофізичних досліджень. Для цього були вивчені інженерно-геологічні умови площі досліджень і, в першу чергу, гідрогеологічні умови. Аналіз усієї наявної геолого-геофізичної інформації визначив оптимальний комплекс та методику геофізичних досліджень [2-4]. Для вивчення ступеню підтоплення південно-західної частини

Кривбасу були використані електророзвідувальні методи в модифікаціях вертикального електричного зондування (ВЕЗ) та природнього поля (ПП).

**Електричні властивості порід.** До початку досліджень були проаналізовані електричні властивості порід, отримані за результатами узагальнення матеріалів Держбуду РСФСР та партії руднично-шахтної геофізики Кривбасу.

Найбільш високі значення електричного (уявного) опору характерні для порід кристалічного фундаменту (від перших сотень Ом·м до тисяч і більше). Вивітрилі відмінності корінних порід мають більш низький електричний опір, який знижується у корі вивітрювання до 10 Ом·м. Приуроченість до верхньої вивітрилої частини корінних порід водоносного горизонту сприяє підвищенню електропровідності кори вивітрювання. Таке явище є сприятливим для картування розривних порушень.

Серед порід осадової товщі відносно високий питомий електричний опір мають піски, але їх опір цілком залежить від водонасичення і, в деякій мірі, від гранулометричного складу. У природному заляганні піски є водоносними горизонтами, через це, в умовах водонасичення, їх опір буде коливатися в межах 25 - 80 Ом·м.

Супіски і суглинки за електричними властивостями є близькими. Їх опір змінюється для району робіт переважно в межах 10 - 30 Ом·м.

Глини мають найбільш низькі значення електричного опору. В залежності від ступеня ущільнення та зволоження вони змінюються на площі досліджень від 2 до 20 Ом·м.

**Польові електророзвідувальні роботи.** За результатами аналізу та синтезу геофізичних досліджень, виконаних в минулі роки, було побудовано карту уявного опору на розносі 150 м по точкам спостережень 1984 р., що дозволило намітити місця оптимального розташування профілів досліджень (рис. 1). Всього було виконано дослідження методом ВЕЗ по 14 окремим профілям, з яких 5 з великим кроком спостережень 200 метрів. Вони орієнтовані у субширотному та субмеридіональному напрямках з окремими відхиленнями в залежності від умов місцевості (орієнтації доріг, посадок та ін.).

Електрометричні дослідження проводилися по профілям: ВЕЗ – кроком 200м; ПП – 20м. Додатково по рідкої сітці були виконані біолокаційні спостереження по мережі 2 x 1, 1 x 1, 0,5 x 0,5 км.

Основною метою цих досліджень було виявлення пластів гірських порід з різним електричним опором, які вважаються водопровідними, або водотривкими горизонтами і визначення за показниками електричного опору характеру їх зволоження та розміщення в їх межах зон підвищеної проникливості.

Лінійні ВЕЗ з малими розносами проводилися по деяким профілям та їх відрізкамі для вивчення детальної характеристики верхньої частини зони аерації.

Повторні лінійні ВЕЗ виконувалися на основних профілях через тривалий проміжок часу (4 роки) для встановлення змін геоелектричних параметрів порід розрізу в часі, пов'язаних з просторово-часовими змінами гідрогеологічної обстановки.

Для ув'язки геоелектричних даних в різних напрямках та вивчення впливу анізотропії порід було виконано 33 хрестові ВЕЗ.

На точках раніше пробурених свердловин, ставилися параметричні ВЕЗ для співставлення електричних та геологічних параметрів, уточнення меж геологічних пластів та їх потужності. Ці дані необхідні при кількісній та якісній інтерпретації ВЕЗ. Параметричні ВЕЗ-дослідження були виконані поблизу 35 свердловин.

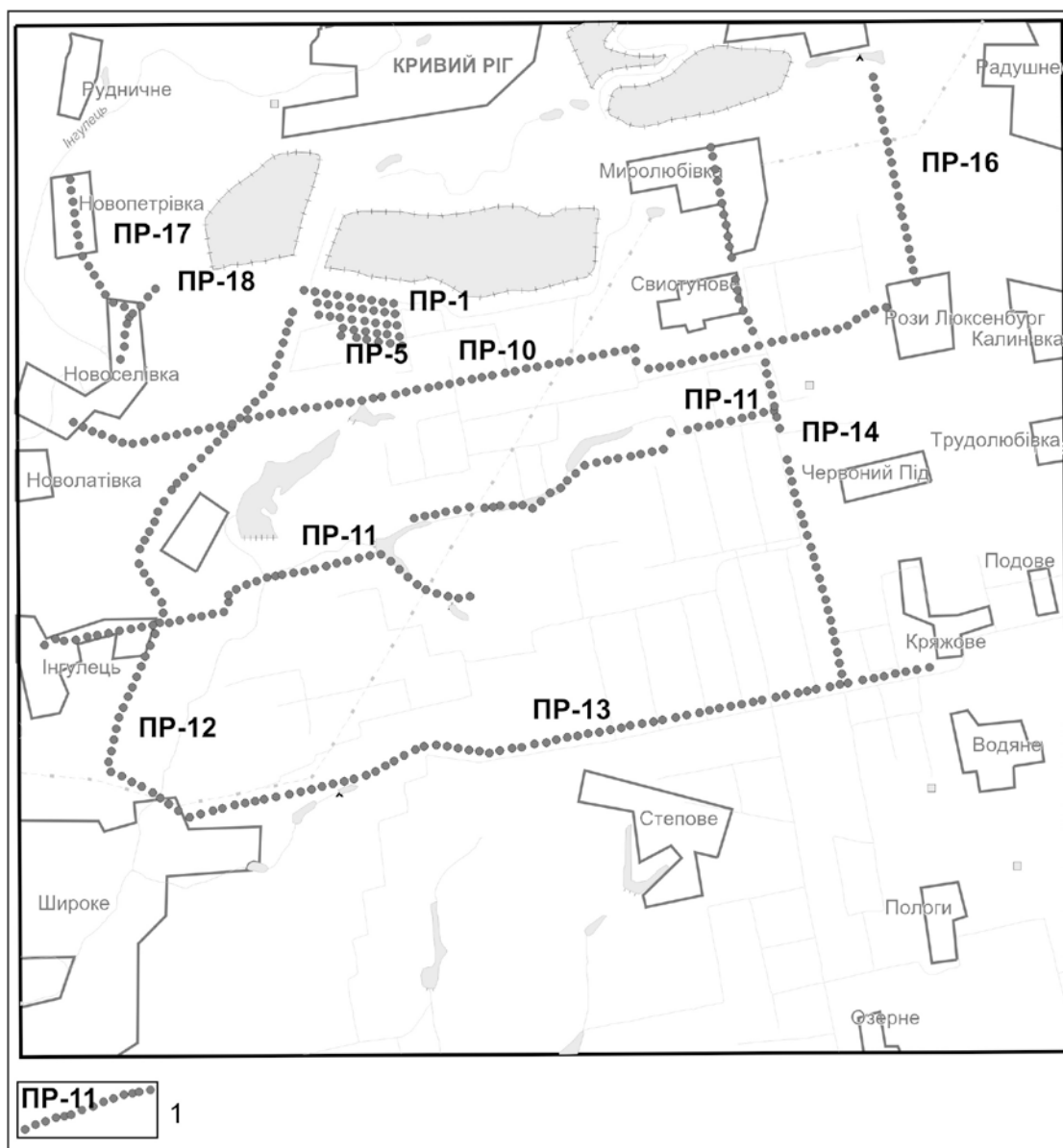


Рис. 1. Схема розташування профілів ВЕЗ на топооснові: 1 – профілі ВЕЗ та їх номери

При виконанні польових робіт використовувалась апаратура АНЧ-3 та застосовувався чотирьохелектродний вид зондувань з симетричною установкою АМНВ. З урахуванням потужності пухких утворень та очікуваних параметрів геолого-гідрогеологічного розрізу довжина розносів АВ була прийнята 200 м.

**Результати інтерпретації геофізичних матеріалів.** Аналіз карт гравітаційного та магнітного полів масштабу 1:50 000 показує, що кристалічний фундамент розбитий багаточисельними тектонічними порушеннями, які розділяють фундамент на рівновеликі блоки. Останні мають тенденцію зрушення внаслідок глибинних процесів, що постійно відбуваються. В свою чергу, рухи блоків фундаменту впливають на структуру перекриваючої товщі і, відповідно, на водоносні горизонти. Поверхня фундаменту формує рельєфні особливості перекриваючої товщі пухких порід, вміщуючих водоносні горизонти.

Західна частина площі досліджень (рис. 1) знаходиться в сфері впливу трансрегіонального Криворізько-Кременчуцького глибинного розлому. В північно-західному куті площі розміщуються фрагменти Криворізького залізорудного басейну, який представлений південним замиканням Основної синкліналі та відрізком вузької Лихманівської синкліналі, складених породами Криворізької серії. Продовження зони цього розлому на південь та південний захід припадає на поля розвитку древніх гранітоїдів Саксаганського гранітоїдного комплексу.

За результатами інтерпретації електрометричних спостережень (рис. 2) сумісно з даними аналізу та інтерпретації гравіметричних і магнітних карт в межах площі проявляються багаточисельні розривні тектонічні порушення різного простягання та геологічної природи.

Найбільш чітко проявлені тектонічні розривні порушення в центральній частині площі, в перехідній зоні від суто гранітоїдних товщ до гранітизованих метабазитів. Тут в гравітаційному полі добре фіксуються багаточисельні зони підвищених горизонтальних градієнтів, часто співпадаючих з аномальними та градієнтними зонами електричного поля.

Чіткі зони підвищених горизонтальних градієнтів, які співпадають з широкими зонами деформацій електричного поля ПП, або різкими змінами уявного опору, визначаються як зони підвищеної проникності (рис. 3). Водоносний горизонт в четвертинних відкладах має площинне поширення (рис. 4), за винятком окремих ділянок, які мають як природне (вздовж річок та великих балок), так і техногенне (відвали, кар'єри, хвостосховища) походження [4].

За літологічним складом, водозбагаченістю, ступенем водопроникності, генезисом, геоморфологічними особливостями їхнього поширення та гіпсометричному положенню виділено чотири водоносних та слабо водоносних горизонти:

– водоносний горизонт в алювіальних нерозчленованих відкладах заплави і надзаплавних терас (аЕ – Н) простежується тільки в межах заплави та призаплавних ділянках р. Інгулець;

– слабководносний горизонт в алювіально-делювіальних відкладах днищ балок верхнього неоплейстоцену-голоцену (adP-Н);

– слабководносний горизонт в озерно-еолово-делювіальних відкладах подових понижень верхнього неоплейстоцену (e, vdP);

– водоносний горизонт в елювіальних, елювіально-делювіальних, еолових та еолово-делювіальних нерозчленованих відкладах вододільних плато неоплейстоцену (e, ed, v, vd, P).

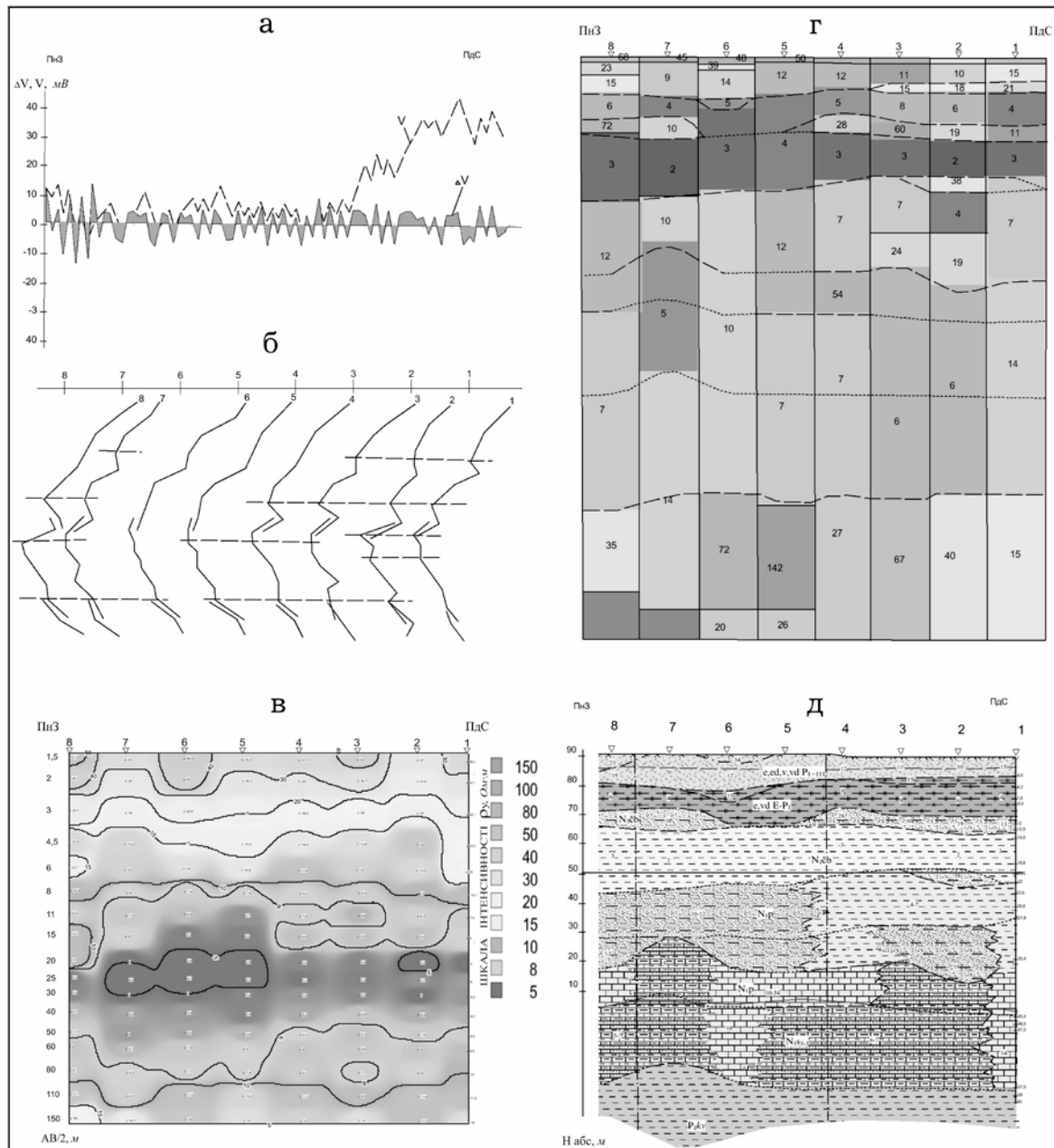


Рис. 2. Приклад геолого-геофізичної інтерпретації електророзвідувальних спостережень по профілю 2: а – Графіки градієнту ( $\Delta V$ ) та потенціалу ( $V$ ) природного електричного поля (2008 р., масштаб: гор. 1:10000 верт. 1:500); б – криві ВЕЗ; в – вертикальний розріз ізом уявного опору ( $\rho_y$ ) за 2008 р. спостережень (масштаб: гор. 1: 10 000 верт. логариф.); г – результати кількісної інтерпретації даних ВЕЗ; д – геолого-геофізичний розріз по профілю 2 (масштаб: гор. 1:10000 верт. 1:500)

Два останні водоносні горизонти мають найбільше поширення на площі досліджень.

Водоносні горизонти в межах річкової долини р. Інгулець та в нижніх частинах балок зазнають певного впливу понт-сарматського водоносного горизонту, у зв'язку з його розвантаженням.

У вертикальній площині перший від поверхні водоносний горизонт (рис. 2) складається з кількох різновікових утворень, які відрізняються складом, фізико-механічними властивостями та кольором.

Розподіл глибин рівнів першого від поверхні водоносного горизонту представлений на рис. 3. На ньому показані ізолінії глибин залягання поверхні капілярного зволоження, яка встановлювалась за результатами комплексного аналізу матеріалів ВЕЗ та біолокаційних спостережень, а також ізолінії глибин першого від поверхні водоносного горизонту.

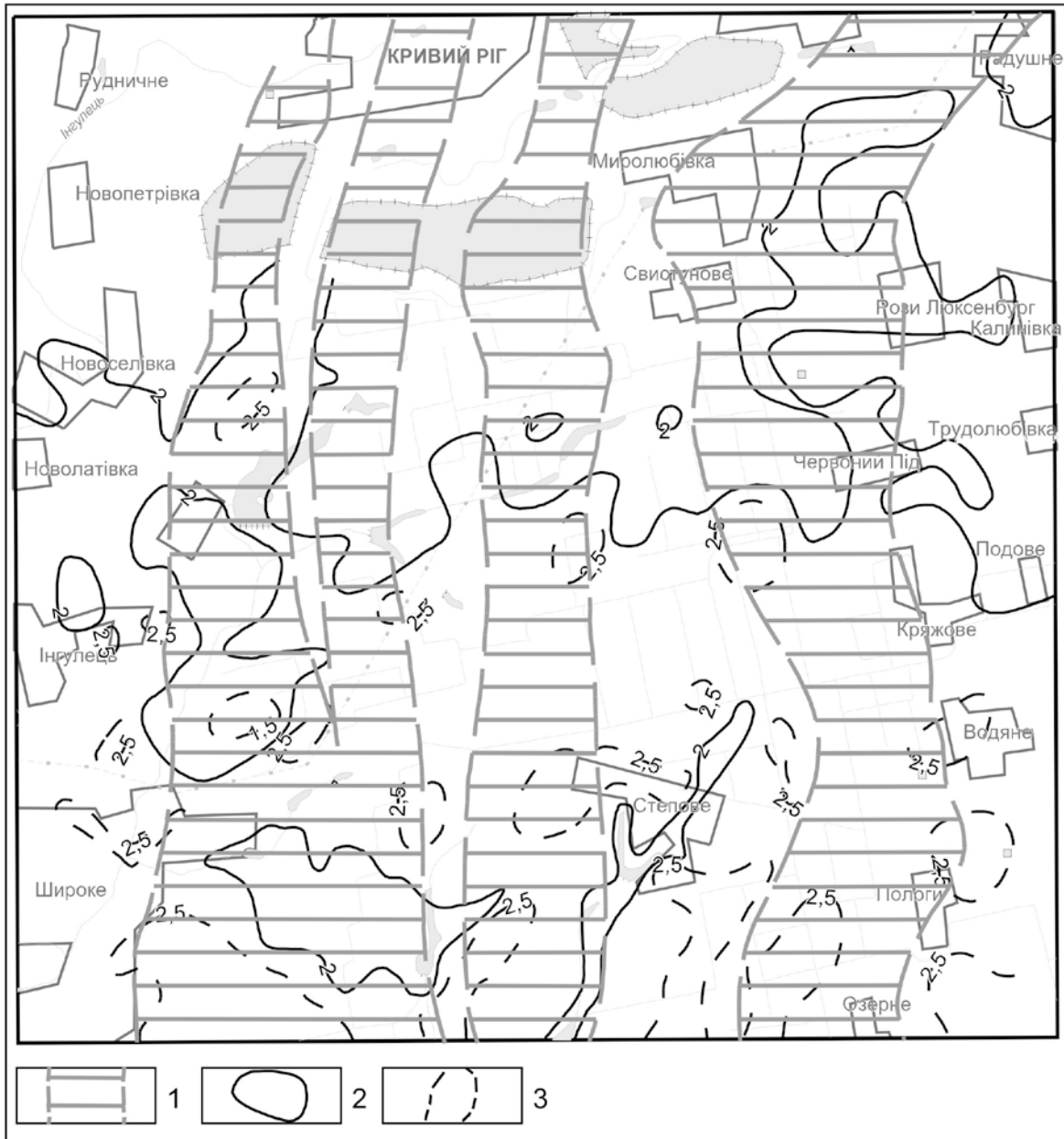


Рис. 3. Карта глибин рівня порових вод та зон підвищеної проникності: 1 – зони підвищеної фільтрації, виявлені за результатами ВЕЗ, ПП та біолокації; 2 – гідроізогіпси глибин рівня порових вод за даними свердловин, ВЕЗ, колодязів з глибиною до рівня підземних вод (в метрах); 3 – гідроізогіпси рівня порових вод за даними ВЕЗ та біолокації (в метрах)

Рівень капілярного зволоження розміщується вище рівня ґрунтових вод (рис. 4) і, на нашу думку, характеризує глибину поверхневого випаровування. Він знаходиться в зоні аерації – зоні активного водо і парообміну під впливом літніх спек та атмосферних опадів. Співставлення глибин капілярного зволоження з результатами ВЕЗ по профілях показало їх велику подібність, але спостерігається і певна розбіжність, яку можливо пояснити різними природними умовами спостережень (наявності рослинного покриву, нахилу земної поверхні, ступеня зволоження, або висушення і т.п.). Разом з тим, дані, які отримані за результатами електрометричних досліджень та біолокаційним методом дуже важливі для вирішення сільськогосподарських задач з метою контролю зволоження, або глибини випаровування.

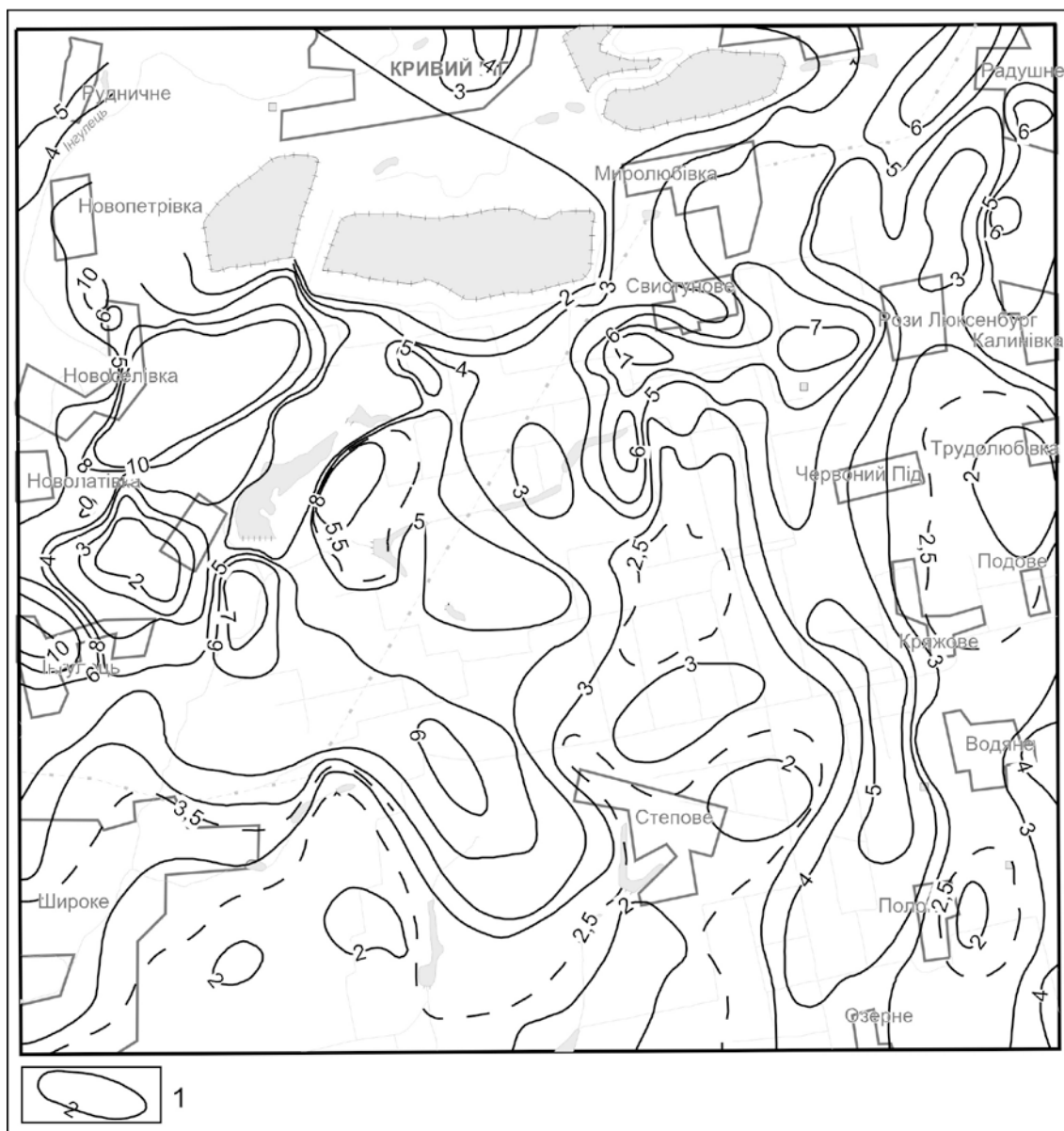


Рис. 4. Карта глибин рівнів першого від поверхні водоносного горизонту: 1 – гідроізогіпси глибин рівня підземних вод першого від поверхні водоносною горизонту (за даними свердловин, ВЕЗ, колодязів), в метрах

**Висновки.** Проведений комплекс геолого-геофізичних досліджень інженерно-геологічного стану південно-західної частини Кривбасу, дозволив виявити основні риси будови та окреслити певні перспективи його розвитку.

Результати інтерпретації проведених комплексних досліджень дали можливість виявити нову та поглибити і доповнити відому інформацію про сучасний стан інженерно-геологічних, гідрогеологічних процесів, виявити та спрогнозувати їх подальші зміни.

За результатами комплексної інтерпретації встановлені місця можливих тектонічних порушень та зон підвищеної проникності, які являються відображеннями розривних тектонічних зон кристалічного фундаменту.

Вперше за результатами комплексної інтерпретації геофізичних даних виявлені зони глибинної (вертикальної) фільтрації, що, можливо, мають регіональний характер.

Комплексний аналіз отриманих даних дозволив визначити ділянки негативних інженерно-геологічних проявів (провали, зсуви, підтоплення) та оцінити перспективи їх подальшого розвитку. Вони дозволяють керівникам ГЗК разом з місцевою владою приймати рішення по мінімізації наслідків функціонування техногенних об'єктів (шламосховищ, водосховищ, а також великих відвалів кристалічних та осадових порід).

#### Список літератури

1. Свистун В.К., Пахомов В.М., Золотарева Л.И., Калиниченко О.А. Об особенностях формирования техногенно-экологической ситуации в г. Кривой Рог // Науковий Вісник НГАУ. – 2005. - №7. – С.48-51.
2. Свистун В.К., Золотарева Л.И., Калиниченко О.А. Опыт применения геофизических исследований для изучения провальнo-просадочных явлений в районе старых горных выработок. Деякі чинники техногенезу НАНУ. – Кривий Ріг: Оксан-Принт, 2002. – С.63-72.
3. Свистун В.К., Золотарьова Л.И., Калініченко О.О. Особенности развития техногенного подтопления окремих територій Кривого Рогу. Науково-видавнична серія: Геологічне середовище антропогенної екосистеми. Техногенез у поверхневих та підземних водах. – Кривий Ріг: „Мінерал”, 2006. – С.24-35.
4. Свистун В.К., Золотарьова Л.И., Калініченко О.О., Пігулевський П.Г., Кирилюк О.С. Вивчення геофізичними методами інженерно-геологічного стану південно-західної частини Кривбасу. Збірник наукових праць за результатами роботи III Міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні технології розробки рудних родовищ. Еколого-економічні наслідки діяльності підприємств ГМК». Кривий Ріг, 19 червня 2015 р. Вид. ФОП Чернявський Д.О., 2015. – С. 46-48.

*Рекомендовано до публікації д.геол.наук Приходченком В.Ф.  
Надійшла до редакції 22.03.2015*