

УДК 550.837:551.3:556.3

І.І. Оніщук, зав. лаб.,
М.В. Рева, канд. фіз.-мат. наук,
О.П. Нікіташ, нач. партії

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МІКРОГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ПІДТОПЛЕННЯ ҐРУНТІВ НА ПРИКЛАДІ ЧОРНОБАЇВСЬКОЇ ДІЛЯНКИ

Розглянуто особливості методики геофізичних досліджень при вивченні підтоплення ґрунтів. Наведено геоелектричні параметри різних типів ґрунтів і порід верхньої частини розрізу та принципи геоелектричного картування підтоплення земель на базі використання цих даних.

Moreover, we get the peculiarities of technique geophysical researches on a study of waterflooding of the soils is showing. The geoelectrical parameters of the various soil types and rocks of upper part section and the principles of geoelectric mapping of landwaterflood.

У результаті розвитку таких несприятливих і небезпечних процесів, як підтоплення земель (сільськогосподарських угідь, територій житлових і господарських забудов), набули значного поширення зв'язані з ними техногенні зміни ґрунтів, що призводить до втрати родючості; та порід верхньої частини розрізу, що зумовлює втрату несучої здатності, активізацію суфозії, зсувів, техногенних забруднень [1].

За останні 15 років загальна площа та кількість міст і селищ із сталими проявами підтоплення зросли вдвічі. Ним охоплено 541 місто і селище. У підтопленому стані перебувають 454 сільські населені пункти.

Площі природного та техногенного підтоплення охоплюють близько 70 тис. км², або 12 % території України. Площа підтоплених земель сільськогосподарського призначення становить близько 118 тис. га. Незадовільний меліоративний стан земель відмічено на 143 тис. га.

За експертними оцінками, від підтоплення тією чи іншою мірою страждають до 16 млн осіб, соціально-економічні збитки становлять від 300 до 500 грн на один гектар уражених територій у сільській місцевості, та 10–12 тис. грн на один гектар території міст.

Процеси підтоплення мають стабільну тенденцію до поширення на нові площі сільськогосподарських і лісогосподарських угідь та населених пунктів. У зв'язку з розвитком негативних явищ, пов'язаних з підтопленням земель, гостро постала проблема вивчення та моніторингу процесів підтоплення з метою їх запобігання та прогнозування.

Об'єктом картування при оцінці ступеня підтоплення території є породи, які складають гідродинамічну зону активного водообміну до першого місцевого або локального водотриву. Основною характеристикою породи з погляду проблеми підтоплення слід вважати її властивість пропускати і віддавати воду, показником якої є коефіцієнт фільтрації [2]. Основним критерієм при віднесенні території до категорії підтоплених на даний час є глибина залягання рівнів ґрунтових вод – критична глибина [3]. За ступенем підтоплення території поділяються на такі типи: території, підтоплені в природних умовах; території, підтоплені під впливом техногенної дії; території, потенційно підтоплювані і не підтоплювані.

Поряд з геолого-гідрогеологічними методами вивчення цих процесів, постає питання про широке застосування мікрогеофізичних досліджень, які дають досить широку інформацію та дозволяють побудову об'ємних геолого-геофізичних моделей типових зон підтоплення при відносно незначних матеріальних затратах.

Вирішення поставлених задач вимагає нестандартних підходів до методики польових робіт, обробки та інтерпретації матеріалів геофізичних досліджень, застосування нових методів і методик. Тому для геофізичного картування підтоплень було розроблено спеціальну ме-

тодику, в основі якої лежить принцип погоризонтного вивчення верхньої частини розрізу [4–6].

Особливість цієї методики полягає в детальному геоелектричному розчленуванні верхньої частини розрізу (ВЧР), включаючи ґрунтові горизонти. З цією метою будується комплект погоризонтних карт питомих електричних опорів в інтервалах глибин, які відповідають розвитку основних ґрунтових горизонтів і материнських порід. Ці інтервали, які можуть бути різними, але характерними для певного регіону, визначаються шляхом широкого використання параметричних даних. Для Лісостепу Придніпров'я та Київського Полісся найбільш інформативними виявились інтервали глибин: 0–0,6 м; 0,6–1,2 м; 1,2–3,5; 3,5–10 м. На основі аналізу сукупності геолого-геофізичних даних складається карта геолого-геофізичних моделей ґрунтів, яка є геофізичною основою картування підтоплень земель.

При складанні карт геоелектричних моделей ґрунтів ВЧР враховувалось, що вони повинні відображати особливості геолого-гідрогеологічної будови і ґрунтово-меліоративних умов верхньої десятиметрової частини розрізу (яка має вирішальний вплив на формування процесу підтоплення) та вміщувати інформацію по всіх горизонтах, що вивчаються. Крім цього, виділені моделі мають бути стандартизованими, що дозволить використовувати ці дані при вивченні різних природних обстановок.

З метою характеристики горизонтів, які складають ВЧР, вони розділялись на групи і підгрупи, позначені арабськими і римськими цифрами, а також буквами. Їх сполучення використовується для позначення (кодування) виділених геоелектричних моделей ґрунтів. Літери, які стоять у лівій частині позначення моделей, характеризують породи нижнього горизонту (інтервал 3,5–10 м); римська цифра – материнські породи та ґрунти середнього горизонту (інтервал 1,2–3,5 м); арабська цифра – ґрунтові горизонти до глибини 1,2 м. Арабська цифра відсутня, якщо ґрунти і породи верхнього і середнього горизонтів не відрізняються за опором.

Як приклад успішного застосування розробленої методики наведемо результати мікрогеофізичних досліджень на Чорнобаївській ділянці.

Ділянка розташована в східній бортовій частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) у межах Чорнобаївського району Черкаської області. За геоморфологічними особливостями – це четверта надзаплавна тераса Дніпра. Територія складена лесово-суглинковими і моренними відкладами і зазнає інтенсивних підтоплень. За матеріалами мікрогеофізичних досліджень побудовано комплект погоризонтних геофізичних карт та карта геолого-геофізичних моделей ВЧР (фрагмент наведено на рис. 1), на основі яких вивчається підтоплення земель та зв'язаних з ним негативних їх змін.

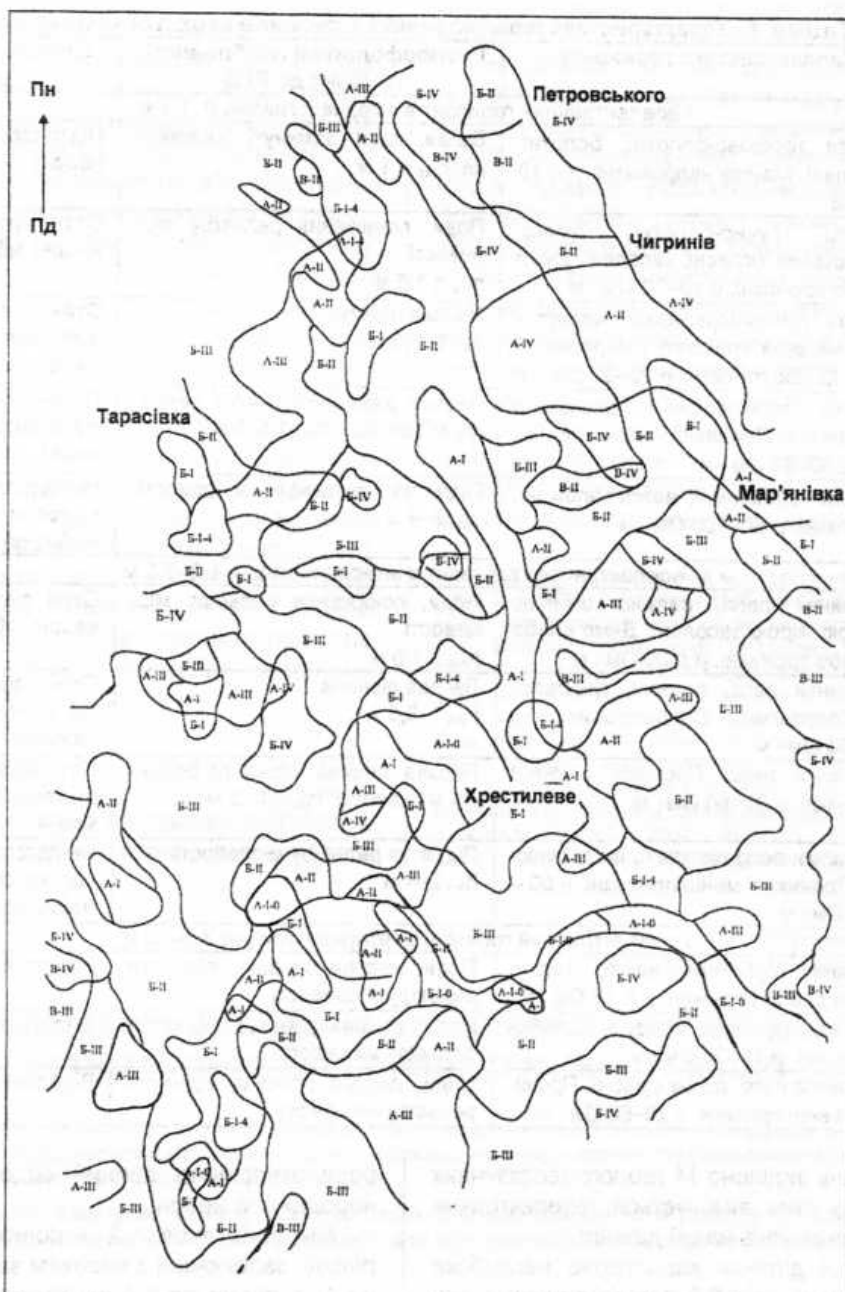


Рис. 1. Карта геоелектричних моделей ґрунтів. Чорнобайвська ділянка

Характеристика геоелектричних горизонтів, які складають ВЧР ділянки, наведено в табл. 1. Аналіз цих даних дозволяє визначити наступне.

За геофізичними даними виділені і простежені різновиди ґрунтів, які розташовані на глибинах від 0 до 1,2 м:

а) ґрунти низин та боліт – торф'яно-болотні, сильно засолені (лучно-солонцюваті чорноземи);

б) родючі ґрунти на рівнинних невідтоплених або потенційно відтоплених ділянках – чорноземи нормально зволожені;

в) насипні ґрунти на відтоплених забудованих територіях – вертикально неоднорідні середовища з верхнім проникним і нижнім слабопроникним шарами.

Виділені різновиди ґрунтів значно відрізняються між собою за величиною питомого електричного опору. Це забезпечило можливість їх геоелектричного картування на основі використання даних мікроелектрозондувань. Важливе значення має та обставина, що при цьому вдається отримати певні відомості про водно-фізичні властивості і засолення ґрунтів, а також вивчити горизонт лесово-суглинкових порід (материнські породи), які залягають переважно в інтервалі глибин 1,2–3,5 м і відіграють найважливішу роль у формуванні ґрунтово-меліоративної обстановки та відтоплення земель.

Незмінні лесоподібні суглинки, головним чином легкі, рідше середні або пилуваті, поширені на ділянках, що не відтоплюються. На відтоплених, заболочених ділянках в умовах перезволоженого середовища змінюється склад, водно-фізичні та електричні властивості лесоподібних суглинків, серед яких виділяються: а) частково оглеєні слабопроникні; б) засолені глейові (подові), дуже слабо проникні.

При зіставленні карт питомих електричних опорів ґрунтових горизонтів та материнських порід, поширених в інтервалах глибин до 0,6 м; 0,6–1,2 м; 1,2–3,5 м, відмічаємо, що геоелектричні поля і аномалії мають багато в чому подібну морфологію. На заболочених відтоплених ділянках процеси зміни ґрунтів та порід поширюються до глибини 3,5 м, охоплюючи ґрунтовий профіль і весь шар лесово-суглинкових порід.

Установлено значне поширення місцевого водотриву на території досліджень, який залягає в основному в інтервалі глибин 3,5–10 м. Згідно з отриманими даними цей горизонт неоднорідний. Переважають моренні суглинки середні до важких. Зустрічаються також глини. Локальне поширення мають моренні суглинки легкі.

Таблиця 1. Характеристика геоелектричних горизонтів верхньої частини розрізу

№з-п	шифр	Характеристика горизонту	Геоморфологічні особливості, глибина до РГВ	Ступінь підтоплення, характеристика земель
Геоелектричний горизонт в інтервалі глибин 0–1,2 м				
1	0	Ґрунти торфово-болотні, болотні, засолені. Майже непроникні. $\rho \leq 10 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Балки, поди, замкнуті пониження. $h_{\text{РГВ}} \leq 1 \text{ м}$	Підтоплення (затоплення). Землі неорні
2	1	Ґрунти лучно-болотні, лучно-чорноземні, оглеєні, засолені. Дуже слабо проникні. $\rho 10\text{--}20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Поди, пониження рельєфу місцевості. $h_{\text{РГВ}} \leq 1,5 \text{ м}$	Стан підтоплення земель. Землі неорні, або орні малородючі
3	2	Ґрунти лучно-чорноземні, чорноземні, місцями глеюваті і перезволожені. Слабопроникні. $\rho 20\text{--}30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Лесова рівнина. $h_{\text{РГВ}} 1\text{--}2,5 \text{ м}$	Стан підтоплення (потенційного підтоплення земель. Землі з пониженою родючістю
4	3	Ґрунти чорноземні, нормально зволожені. Проникні і менш проникні. $\rho 30\text{--}60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Лесова рівнина, підняття рельєфу місцевості. $h_{\text{РГВ}} 1,5\text{--}3 \text{ м}$	Потенційно підтоплювані та не підтоплювані ділянки. Землі врожайні
5	4	Ґрунти чорноземні, малозволожені. Проникні. $\rho 60\text{--}100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Підняття рельєфу місцевості. $h_{\text{РГВ}} 2\text{--}4 \text{ м}$	Непідтоплювані та потенційно підтоплювані ділянки. Землі врожайні, недостатньо зволожені
Геоелектричний горизонт в інтервалі глибин 1,2–3,5 м				
6	I	Суглинки легкі, сильно оглеєні, різною мірою засолені. Дуже слабо і слабо проникні. $\rho \leq 20 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Поди, пониження рельєфу місцевості. $h_{\text{РГВ}} \leq 1,5 \text{ м}$	Стан підтоплення земель. Землі неорні, або орні малородючі
7	II	Суглинки легкі, оглеєні, глеюваті, слабозасолені. Слабопроникні. $\rho 20\text{--}30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Лесова рівнина. $h_{\text{РГВ}} 1\text{--}2,5 \text{ м}$	Стан підтоплення (потенційного підтоплення земель. Землі з пониженою родючістю
8	III	Суглинки легкі. Проникні і менш проникні. $\rho 30\text{--}60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Лесова рівнина, підняття рельєфу місцевості. $h_{\text{РГВ}} 1,5\text{--}3 \text{ м}$	Потенційно підтоплювані та не підтоплювані ділянки. Землі врожайні
9	IV	Суглинки легкі пілуваті, іноді супіски. Проникні і менш проникні. $\rho 60\text{--}100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Підняття рельєфу місцевості. $h_{\text{РГВ}} 2\text{--}4 \text{ м}$	Непідтоплювані та потенційно підтоплювані ділянки. Землі врожайні, недостатньо зволожені
Геоелектричний горизонт в інтервалі глибин 3,5–10 м				
10	A	Моренні суглинки важкі, глини. Дуже слабо проникні. $\rho \leq 15 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Поди, лесова рівнина, підняття рельєфу місцевості	Водотрив
11	B	Моренні суглинки середні. Слабопроникні. $\rho 15\text{--}25 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Поди, лесова рівнина, підняття рельєфу місцевості	Водотрив
12	B	Суглинки легкі, рідше супіски. Проникні і менш проникні. $\rho 25\text{--}60 \text{ Ом} \cdot \text{м}$	Поди, лесова рівнина, підняття рельєфу місцевості	Відносний водотрив

На площі досліджень виділено 14 геолого-геофізичних моделей ВЧР, на базі яких виконується геоелектричне картування підтоплення земель на цій ділянці.

Для Чорнобаївської ділянки характерно неглибоке залягання ґрунтових вод – від 0,5–1 м (в пониженнях), до 3–4 м (на підняттях). Потужність першого від поверхні водоносного горизонту не перевищує 4 м на значній частині площі. Напрямок потоку підземних вод орієнтований у бік балок, а розвантаження відбувається в долині р. Сула. Однак нахили дзеркала ґрунтових вод незначні. Водовмісні породи, як правило, слабопроникні. З цих причин ділянка належить до слабодренуваних. Води в балках застійні, що призводить до засолення ґрунтів і ґрунтових вод. Слід відзначити, що останні часто забруднені, а хімічний склад їх строкатий. Режим підземних вод близький до природного, а коливання рівнів можуть бути відносно значними. Горизонт ґрунтових вод, що описується, досить специфічний: він малопотужний, неоднорідний у плані і в розрізі, має водовмісні породи, які відрізняються за гідрогеологічними особливостями.

З врахуванням цього та інших отриманих даних на Чорнобаївській ділянці виділені і розглядаються нижче такі мікрообстановки.

Мікрообстановка 1 – низинні болота з природно високим положенням рівня ґрунтових вод (РГВ) – в основному 0–0,5 м. Водовмісними є майже непроникні змінені утворення – торф'яно-болотні ґрунти і лесоподібні суглинки. Їм відповідають моделі А-I-0 і Б-I-0. Ґрунтові

води утворюють єдиний водоносний горизонт. Землі неродючі та неорні.

Мікрообстановка 2 – пониження рельєфу, частіше лінійні, заболочені з високим заляганням РГВ – глибина до 1 м, рідше до 1,5 м. Особливість її полягає в тому, що у верхній частині розрізу поширені переважно дуже слабо проникні глейові ґрунти лучно-болотні, лучно-чорноземні та лесоподібні суглинки, у ряді випадків засолені (моделі А-I і Б-I), місцями ґрунтові води утворюють єдиний водоносний горизонт. Подібні умови сприяють інтенсивному розвитку процесів підтоплення та несприятливим змінам ґрунтів. На таких ділянках землі неродючі, несприятливі для меліорації.

Мікрообстановка 3 – рівнинні незаболочені або дуже слабо заболочені ділянки, рідше незначні пониження, з глибиною залягання РГВ до 1,5 м, іноді до 2,0 м. На таких ділянках переважно розвинені слабопроникні частково глейові утворення: ґрунти лучно-чорноземні, чорноземні на лесоподібних суглинках. Їм відповідають моделі А-II, Б-II, В-II. Подібні умови властиві ділянкам незначно підтопленням. Землі тут нормально зволожені, місцями перезволожені глеюваті, менш родючі, які потребують меліорації (осушення).

Мікрообстановка 4 – підтоплені території в сільських населених пунктах з глибиною РГВ не більше 2,0–2,5 м. За геофізичними даними – це фільтраційно-неоднорідне середовище. Верхній шар – техногенний (насіпні ґрунти) проникний і малозволожений, нижній – дуже слабо проникний лесоподібні суглинки глейові. Їм відповідають моделі А-I-4, Б-I-4.

Мікрообстановка 5 – рівнинні ділянки або слабкі підвищення рельєфу з глибиною залягання РГВ більше 1,5 м. Відрізняються вони тим, що у верхній частині розрізу поширені проникні лесоподібні суглинки легкі і чорноземи нормального зволоження. Вони представлені моделями А-III, А-IV, Б-III, Б-IV, В-III, В-IV). Подібні умови відповідають ділянкам, що не підтоплюються або потенційно підтоплюються. Ґрунти тут найбільш родючі, автоморфні.

Резюмуючи вищесказане, приходимо до висновку, що підтоплення, які спостерігаються на Чорнобаївській ключовій ділянці, приурочені у своїй більшості до понижень рельєфу або рівнинної місцевості і займають близько 60 % всієї ділянки. На іншій площі ділянки ґрунтові води залягають на глибині не більше 4 м, присутній регіональний водотрив, і подібні території відносять до потенційно підтоплюваних. Згідно з отриманими даними численні і інтенсивні підтоплення на Чорнобаївській ділянці викликані в основному природними факторами – дуже несприятливою геолого-гідрогеологічною і геоморфологічною обстановкою, зміною погоднокліматичних умов. Певний вплив на довкілля спричиняють і техногенні фактори – підпір ґрунтових вод ставками, будівництво насипних автошляхів без нормально-го устаткування водопропускних споруд.

При постійному перезволоженні земель створюється передумова для вторинних несприятливих змін ґрунтів та перетворення їх у неродючі. Області поширення цих змін фактично збігаються з контурами підтоплення. Причому слабо і дуже слабо проникною є вся десяти-

метрова товща, що значно ускладнює меліоративні роботи (якщо вони можливі взагалі).

На ділянках, які зазнали підтоплення, формується глейове середовище. Тобто відбуваються глибокі зміни складу, водно-фізичних, геоелектричних властивостей ґрунтів і приповерхневих осадових відкладів. Активізуються процеси заболочення, засолення, замулення, оглеєння. Змінені ґрунти і породи, порівняно з незмінними, характеризуються більш низькою водопроникністю і більш високою електричною провідністю. Таким чином, геоелектричне картування змінених утворень дозволяє виділити різною мірою підтоплені ділянки. На відміну від методів прямого вивчення підтоплення, оснований на режимних спостереженнях зміни РГВ, у даному випадку використовуються геофізичні критерії. Використання комплексу погоризонтних геоелектричних карт та розрізів дозволяє з достатньою детальністю та достовірністю вивчати підтоплення земель і зміни їх властивостей.

1. Вижва С.А. Геофізичний моніторинг небезпечних геологічних процесів. – К., 2004.
2. Нагальні проблеми ліквідації підтоплення ґрунтовими водами територій міст і селищ міського типу України // Матеріали доп. і повідомл. Міжнар. конф., 14-16 жовт. 1998 р., м. Харків. Ч. 1 / Ред. В.Я.Бабченко. – К., 1998.
3. Шестаков В.М. Динамика подземных вод. – М., 1979.
4. Онищук І.І. Геоелектричне вивчення підтоплення центральної частини Національного комплексу "Експоцентр України" // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 2002. – № 21. – С. 61–63.
5. Онищук І.І. Застосування екогеофізичних досліджень при вивченні підтоплених ґрунтів // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – К., 2001. – Вип. 20. – С. 67–70.
6. Онищук І.І., Рєва М.В. Принципи геофізичного картування стану земель // Вісн. Київ. ун-ту. Геологія. – 2004. – № 29–30. – С. 36–40.

Надійшла до редакції 23.12.04