



УДК 621.311

БІСОВЕЦЬКИЙ Ю.А., нач. гідротехнічного відділу ПАТ "Укргідроенерго"



## КОМПЛЕКСНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТОЧНОГО СТАНУ ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ГЕС І ГАЕС. МЕТА ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПОПЕРЕДНІ РЕЗУЛЬТАТИ

*Проводиться стислий огляд комплексних досліджень поточного стану гідротехнічних споруд об'єктів Укргідроенерго. Сформульовано мету досліджень та наведено деякі результати.*

*Ключові слова: інженерні вишукування, радіохвильове інтерферентне зондування, дипольний інтроскоп, дипольне індуктивне зондування, аномалії природного поля, батиметричні роботи*

З метою подальшого підвищення надійності та безпеки експлуатації гідротехнічних споруд ГЕС та ГАЕС Укргідроенерго у проектних режимах з урахуванням сучасних вимог до безпеки і надійності експлуатації гідровузлів, а також з метою оцінки відповідності сучасним нормам надійності та безпеки основних гідротехнічних споруд та об'єктів Укргідроенерго існує необхідність виконання повірочних розрахунків міцності та стійкості цих споруд на основі діючих в Україні нормативних документів. Для збору вихідних даних для виконання повірочних розрахунків по кожному об'єкту необхідно виконати комплекс інженерно-вишукувальних та дослідницьких робіт. Рішення про виконання комплексного дослідження поточного стану гідротехнічних споруд та виконання необхідних розрахунків було прийнято на засіданні науково-технічної ради ПАТ "Укргідроенерго" 27 квітня 2015 року.

Для виконання прийнятого рішення було укладено відповідні договори з генеральною проектною організацією ПАТ "Укргідропроєкт", яке в свою чергу, залучило для виконання досліджень провідні науково-дослідні інститути та організації.

Технічним завданням та програмою робіт передбачено виконати наступні науково-дослідні роботи, інженерні вишукування та дослідження:

- візуальне обстеження сучасного стану споруд, збір та аналіз проектних та виконавчих матеріалів, матеріалів попередніх обстежень;
- виконання загальнокомпоновочних креслень на основі фактичних вимірів по ґрунтових та бетонних спорудах;
- проведення робіт по уточненню кліматичних характеристик району розташування споруд;
- виконання розрахунків елементів вітрових хвиль на водосховищі (розрахунки швидкостей вітру по хвиленебезпечним напрямкам та елементів вітрових хвиль в створі гідроспоруд).
- проведення робіт по уточненню гідрологічних характеристик ріки в створі гідроспоруд

(уточнення даних про річні та сезонні стоки, уточнення параметрів та розрахункових значень максимальних витрат води, виконання розрахунків гідрографів весняних повеней різних забезпеченостей);

- виконання розрахунків трансформації високих водошіль;
- уточнення відмітки гребеня основних гідротехнічних споруд;
- сейсмічне мікрорайонування району споруд;
- дослідження можливого зрідження водонасичених незв'язних або слабозв'язних ґрунтів тіла і основи земляних гребель при сейсмічному впливі;
- інженерно-геологічні роботи та спеціальні інженерно-геофізичні вишукування;
- виконання інженерно-геодезичних робіт;
- виконання інженерно-гідрологічних робіт;
- дослідження та аналіз фільтраційного режиму та роботи дренажної системи земляних гребель;
- визначення значень похідних контрольованих показників стійкості, напружено-деформованого стану та міцності конструктивів ГТС за даними КВА.

Більшість перелічених інженерних вишукувань виконується традиційними методами, однак для виконання спеціальних інженерно-геофізичних вишукувань було залучено спеціалізовану організацію яка проводить роботи з використанням інноваційних методик та обладнання розробки вітчизняних науковців. Суть застосованих методик полягає в наступному.

Технологія радіохвильового інтерферентного зондування (РХІЗ) призначена для вивчення ґрунтових масивів на предмет їх літологічної будови по генезису, виявлення горизонтів фільтраційних потоків, техногенних та природних пустот, зсувонебезпечних ділянок на берегових схилах річок, ярів, балок та кар'єрів, лінз нафтопродуктів техногенного походження. Даний метод відносно недавно увійшов у практику вітчизняної



геофізики та добре зарекомендував себе при вирішенні ряду практичних задач — пошукової і розвідувальної геофізики, гідрогеології, інженерної геології, екологічної безпеки, гірничодобувної промисловості.

РХІЗ є одним з геофізичних методів дослідження ґрунтових масивів і заснований на вивченні явищ інтерференції прямої та відбитих радіохвиль від ґрунтових шарів з різними величинами провідності, діелектричної та магнітної проникності. Метод РХІЗ заснований на збудженні та реєструванні вторинного аномального електромагнітного поля для отримання інформації про геоелектричний склад масиву гірських порід в залежності від діелектричної проникності.

Для виконання спеціальних інженерних геофізичних досліджень було використано радіохвильове геометричне зондування та профілювання.

Вимірювання виконуються на донній поверхні ґрунтового масиву за допомогою дипольного інтроскопу (ДІ). ДІ складається з генераторної та приймальної антен з блоками автономного живлення, які розміщені на теодолітичних штативах (Рис. 1). Компактність ДІ та його стійкість до електромагнітного впливу дозволяє здійснювати геофізичні дослідження в різноманітних умовах ґрунтової та водної поверхні, рослинності та погоди.

В основу розробки ДІ закладено багаторічний досвід розробок радіометричних систем НВЧ діапазону, оригінальний спосіб отримання та обробки сигналів, що вимірюються. Методика обробки польових матеріалів, яка застосовується, дозволяє будувати розрізи ґрунтових масивів в 2D та 3D форматах із застосуванням програм Mathworks Matlab R2006a, AutoCad або Surfer.

Згідно методики вимірювань, глибина залягання ґрунтового шару визначається величиною бази (відстанню) між генераторною та приймальною антеною. Послідовним переміщенням генераторної та приймальної антени в протилежних напрямках через заданий інтервал від точки до точки на ґрунтовій поверхні, здійснюється дипольне індуктивне зондування (ДІЗ). Одночасним переміщенням антен з фіксованою відстанню по заданому напрямку здійснюється дипольне індуктивне профілювання (ДІП) з метою простеження ґрунтового шару в його горизонтальному простяганні.

Як додатковий метод, для більшої



Рис. 1. Дипольний інтроскоп

комплексності робіт та додаткового контролю за виявленням можливих фільтраційних потоків, було застосовано метод природного поля, який традиційно неодноразово та ефективно застосовувався для відслідковування фільтраційних потоків в гідротехнічних спорудах. Для вирішення поставлених задач він використовувався як супутній метод. Метод природного електричного поля є одним з небагатьох методів електророзвідки, де розглядаються природні поля, а не штучно створені. Природні постійні в часі локальні електричні поля виникають переважно у зв'язку з дифузійно-адсорбційними, фільтраційними та окислювально-відновними процесами, що відбуваються в товщі гірських порід.

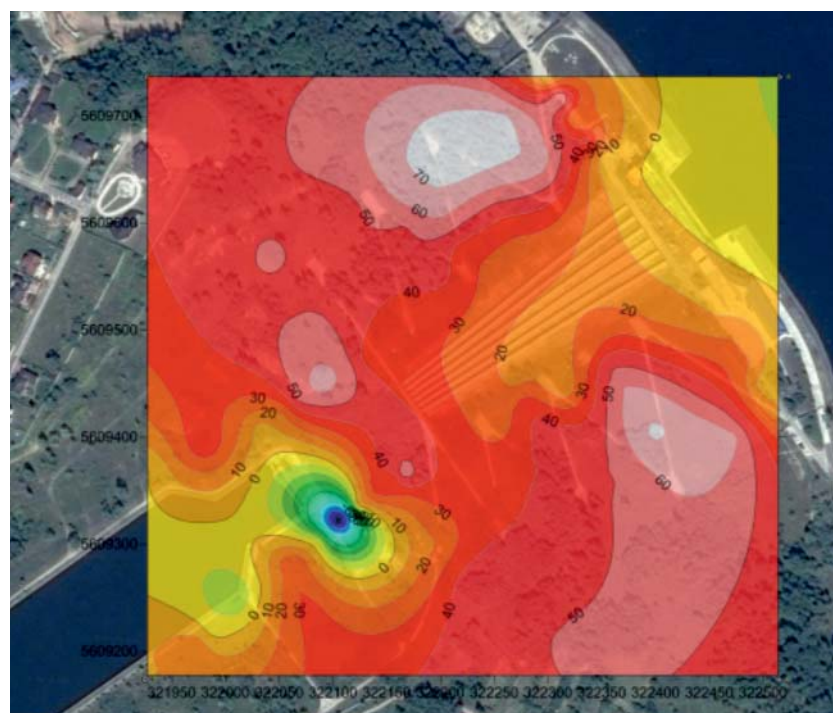


Рис. 2. Карта комплексної інтерпретації площинних досліджень берегового схилу дренажної системи Київської ГАЕС.



Інтенсивність і знак потенціалів фільтрації визначається багатьма факторами. Ділянки надходження води в пласт, у якому відбувається фільтрація, відмічаються від'ємними аномаліями, а місця розвантаження, виходу води — додатними. Потенціали фільтрації зростають зі збільшенням перепаду тиску, електричного опору води й оточуючих порід, зі зменшенням потужності покривних утворень та глибини залягання водоносних горизонтів.

Загальну схему якісної інтерпретації результатів спостережень при пошукових і роботах з картування можна окреслити наступним чином: на карті виділяються аномальні зони з інтенсивністю, що явно перевищує похибку спостере-

жень і коливання поля нормального фону. У межах аномальних зон виділяються й простежуються від профілю до профілю окремі аномалії. Установлюється положення та протяжність аномалій, природу яких пояснюють, виходячи із загальної геологічної ситуації. У районах розвитку фільтраційних процесів негативними аномаліями природного поля фіксуються області притоку води, а позитивними — області її розвантаження. Амплітудно-морфологічними характеристиками просторового розподілу природного поля можуть картуватися різні за літологією гірські утворення — пісок, суглинок, глина і т. ін.

При встановленні положення й протяжності аномалій враховуються як геоморфологічні та

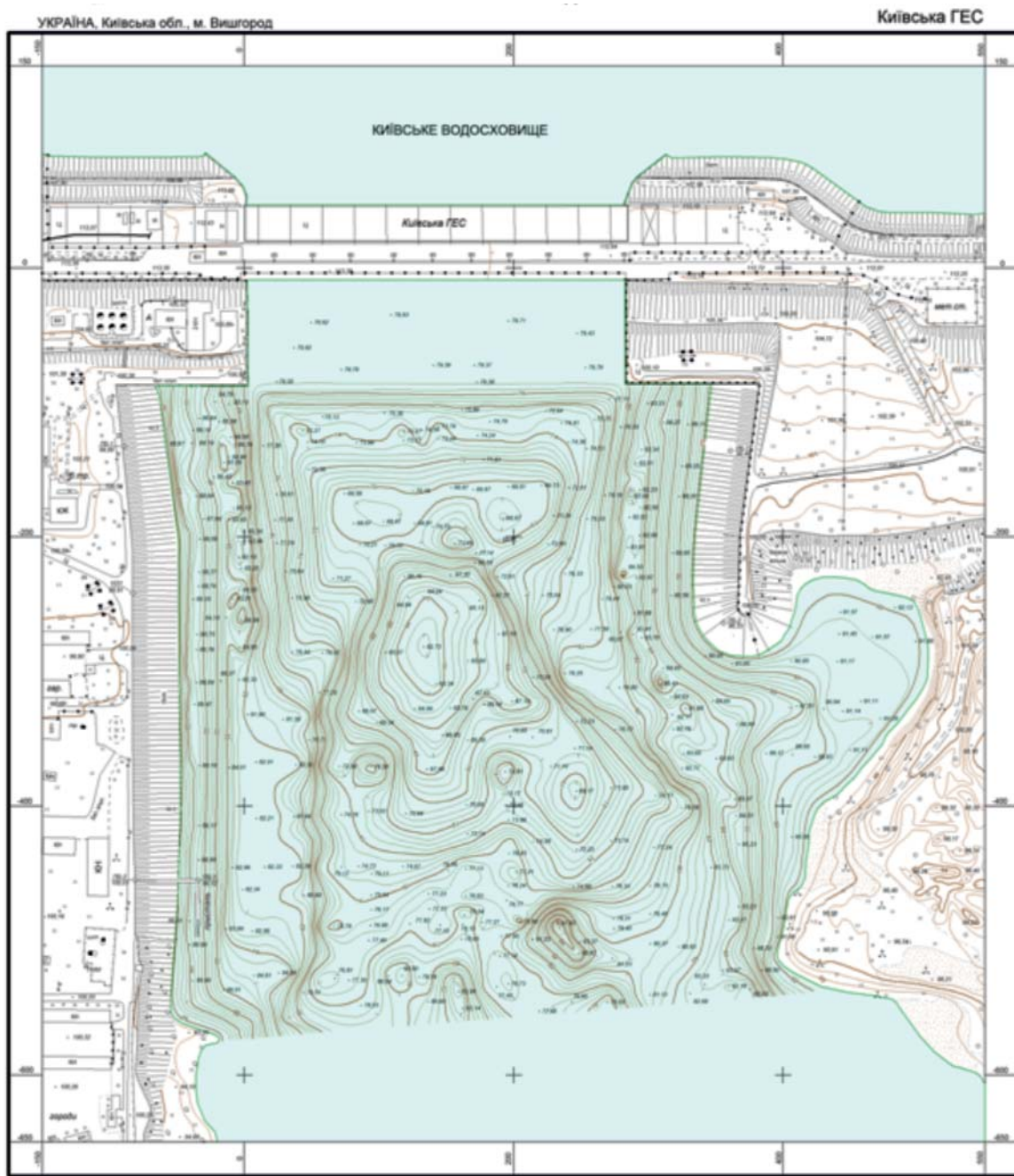


Рис. 3. Карта рельєфу дна Київської ГЕС



гідрогеологічні умови, які впливають на інтенсивність аномалій і можуть бути причиною перериву аномальних зон, так і результати спостережень іншими методами й перш за все методами електропрофілювання.

В результаті проведених вишукувань, наприклад на Київській ГАЕС, отримано карту комплексної інтерпретації площинних досліджень берегового схилу дренажної системи (Рис. 2).

Карта комплексної інтерпретації результатів геолого-геофізичних досліджень в межах північного та південного дренажних схилів складена за даними методу природного поля, дипольного індуктивного профілювання та дипольного індуктивного зондування з використанням результатів буріння та наявних геологічних розрізів. На карті чітко прослідковуються аномалії природного поля — дві в північній і одна в південній частині, які ймовірно пов'язані з місцями розвантаження підземних вод. Загалом більша частина території дренажних майданчиків характеризується плавною зміною і незначними коливаннями потенціалу, що свідчить про відносну стабільність ділянки. Зон інтенсивної фільтрації на досліджуваній ділянці не виявлено. Результати отримані методом природного поля та дипольних індуктивних профілювань, загалом, дали споріднені результати, які добре узгоджуються з відомою геологічною ситуацією.

Для виконання повірочних розрахунків гідротехнічних споруд використовуються результати вишукувань та досліджень, як тих, що перелічені вище, так і виконаних раніше. Зокрема результати батиметричних робіт в нижніх та верхніх б'єфах гідровузлів. Для прикладу, в результаті виконання батиметричної зйомки в нижньому б'єфі Київської ГЕС отриману карту дна з фактичними відмітками (Рис. 3).

Результати отримані в результаті вишукувальних та науково-дослідних робіт та обстежень використовуються для виконання повірочних розрахунків стійкості, напружено-деформованого стану та міцності конструктивів гідротехнічних споруд.

На сьогоднішній день повірочні розрахунки вже виконані по спорудах Дністровської ГЕС-1. В результаті проведених розрахунків виявлено, що стійкість середньої секції будівлі ГЕС для всіх розглянутих розрахункових випадків забезпечена, при цьому коефіцієнти стійкості більші за нормативні. Визначений в результаті розрахунків напружений стан елементів конструкцій секцій у всіх розглянутих розрахункових випадках є зви-

чайним для таких споруд. В результаті розрахунків міцності отримані значення площин поперечних розрізів поздовжньої та поперечної арматури в елементах конструкцій середньої секції будівлі ГЕС. В результаті розрахунків лівобережної та правобережної гребель визначено, що міцність і загальна стійкість укосів гребель забезпечена для всіх розрахункових випадків.

В результаті виконання комплексних досліджень поточного стану гідротехнічних споруд ГЕС і ГАЕС буде отримано вичерпні відомості про фактичний стан гідротехнічних споруд, які тривалий час перебувають в експлуатації. Буде виявлено "вузькі місця" та розроблено, за необхідності, необхідні проектні рішення для усунення виявлених недоліків та підвищення безпеки гідротехнічних споруд.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Звіт* НДР ПАТ "Укргідропроєкт" № 1441-3-Т2 "Комплексні дослідження поточного стану гідротехнічних споруд ГЕС-ГАЕС Укргідроенерго з метою підвищення їх надійності та безпеки експлуатації у проектних режимах з урахуванням сучасних вимог до безпеки і надійної експлуатації гідровузлів. Спеціальні інженерно-геофізичні вишукування верхньої водойми з огорожувальною дамбою та підвідним каналом й дренажною системою берегового схилу. Спеціальні інженерно-геофізичні вишукування верхньої водойми з огорожувальною дамбою та підвідним каналом Київської ГАЕС".
2. *Звіт* НДР ТОВ "Дайвтехнобуд 2" "Технічний звіт на виконання підводно-технічного (батиметричного) водолазного обстеження підводної частини гідротехнічних споруд нижнього б'єфу Київської ГЕС".
3. *Звіт* НДР ПАТ "Укргідропроєкт" №1446-14-1-РТ15 "ГЭС Укргидроэнерго. Реконструкция. II очередь. Днестровская ГЭС-1. Рабочая документация. Перерасчет прочности и устойчивости конструктивов ГТС Днестровской ГЭС-1 в соответствии с ДБН В.1.1-12:2006. Корректировка поверочных расчетов устойчивости и прочности конструктивов ГТС., Расчеты прочности и устойчивости конструктивов ГТС".
4. *Звіт* НДР ПАТ "Укргідропроєкт" №1446-1-Т1 "Рабочая документация. Пересчет прочности и устойчивости конструктивов ГТС Днестровской ГЭС-1 в соответствии с ДБН В.1.1-12:2006. Анализ результатов расчетов".
5. *Звіт* НДР ПАТ "Укргідропроєкт" №1446-14-3-РТ "Перерасчет прочности и устойчивости конструктивов ГТС Днестровской ГЭС-1 в соответствии с ДБН В.1.1-12:2006. Здание ГЭС. Поверочные расчеты устойчивости и прочности здания ГЭС".
6. *Звіт* НДР ПАТ "Укргідропроєкт" №1446-14-2-РТ "Перерасчет прочности и устойчивости конструктивов ГТС Днестровской ГЭС-1 в соответствии с ДБН В.1.1-12:2006. Расчеты прочности и устойчивости конструктивов ГТС. Монтажная площадка. Поверочные расчеты устойчивости и прочности".