

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ВОДНИХ ПРОБЛЕМ І МЕЛІОРАЦІЇ**

Чушкіна Ірина Вікторівна

УДК 631.672: 626.826: 626.212

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЗОН ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДИ
З РЕГУЛЮЮЧИХ БАСЕЙНІВ ТА КАНАЛІВ
ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

06.01.02 – сільськогосподарські меліорації
(технічні науки)

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2020

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті водних проблем і меліорації
Національної академії аграрних наук України (НААН України)

Науковий керівник: доктор геологічних наук, професор
Орлінська Ольга Вікторівна
Дніпровський державний аграрно-економічний університет, завідувач кафедри цивільної інженерії, технологій будівництва і захисту довкілля, м. Дніпро

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Турченко Василь Олександрович
Національний університет водного господарства та природокористування, професор кафедри водної інженерії та водних технологій, м. Рівне

доктор технічних наук, професор
Рудаков Дмитро Вікторович
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», завідувач кафедри гідрогеології та інженерної геології, м. Дніпро

Захист відбудеться «25» червня 2020 р. о 10-й годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.362.01 в Інституті водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 37.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту водних проблем і меліорації Національної академії аграрних наук України за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 37.

Автореферат розіслано « ____ » _____ 2020 р.

Учений секретар спеціалізованої вченої ради, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Л.О. Семенко

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Тривала експлуатація каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем та відсутність належного догляду, призвели до погіршення їх показників технічного стану, що насамперед, проявляється в значних втратах води на фільтрацію. На сучасному рівні експлуатації ці втрати можуть перевищувати 35% і більше, а світовий та вітчизняний досвід свідчить, що фільтраційний потік впливає на міцність та стійкість ґрунтів таких споруд і призводить до аварій у понад 30% випадків. Оскільки одночасно відремонтувати ці споруди неможливо, виникає необхідність у виявленні та локалізації ділянок найбільш інтенсивних втрат води. Порушення наземної частини споруд, як правило, має наочні прояви деформації протифільтраційного покриття або суфозії. Разом з тим, значна частина споруд може втратити фільтраційну міцність та стійкість ґрунтового насипу або знаходитись на початкових стадіях формування таких ділянок і не мати зовнішніх ознак прояву цих процесів. Складнішим, також, є виявлення підземних шляхів фільтрації та конструктивних порушень елементів споруд. Таким чином, питання комплексної оцінки прихованих зон фільтрації на початкових стадіях, локалізація та їх своєчасне усунення є актуальною задачею. На сьогодні відома значна кількість наукових праць, що присвячені питанням фільтраційної міцності ґрунтів, експлуатаційної надійності та безпеки каналів і споруд на зрошувальних системах, зокрема це питання розглядали Бойко Г. Я., Дехтяр О. О., Ігнатова О. С., Коваленко О. В., Коваленко П. І., Колесников В. П., Косіченко Ю. М., Крученко В. Д., Литвиненко П. Є., Малаханов В. В., Мірцхулава Ц. Є., Петроченко В. І., Рокочинський А. М., Ромащенко М. І., Чернишевська Л. Є., Щедрін В. М. та інші науковці. Слід відзначити, що аналогічні проблеми щодо виявлення втрат води на фільтрацію з регулюючих басейнів, які значно менші за обсягами в порівнянні з каналами, на сьогодні мало досліджені.

За нормативними документами передбачається визначати зони підвищеної фільтрації в конструкціях каналів та регулюючих басейнів за допомогою комплексу геофізичних методів, які включають: вертикальне електричне зондування (ВЕЗ), мікроелектрозондування (МЕЗ), електропрофілювання (ЕП), метод природного поля (ПП). Слід зазначити, що вказані методи мають недоліки, які обмежують їх застосування. Нажаль, наведені методи не дають можливості в повній мірі визначати зони фільтрації, оцінювати окремі показники і в цілому технічний стан каналів та регулюючих басейнів. Таким чином, на сьогодні удосконалення існуючих та впровадження нових методик комплексного оцінювання технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем є актуальною науково-практичною задачею.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Основою дисертаційної роботи є результати наукових досліджень, одержані особисто автором в рамках науково-дослідної теми: «Розробка методики визначення технічного стану гідротехнічних споруд геофізичними методами» (№ ДР 0114U006324, 2016 р. та господарчих договірних науково-дослідних робіт № 501, 509, 541, 565, 592 (керівник проф. Орлінська О.В.). Роботи виконувались в Дніпровському державному аграрно-економічному університеті (ДДАЕУ, м. Дніпро) у відповідності до «Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлен-

ня басейну річки Дніпро на період до 2021 р.», затвердженої Законом України від 24 травня 2012 р. №4836-VI.

Мета і завдання досліджень. Метою досліджень є удосконалення методів та засобів комплексного оцінювання зон фільтрації води з каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем для підвищення загального рівня ефективності їх експлуатації.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні завдання:

1. Проаналізувати сучасні методи і засоби щодо оцінювання технічного стану та фільтраційних втрат води з каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем, обґрунтувати необхідність та шляхи удосконалення існуючих підходів для підвищення загального рівня їх експлуатації.

2. Провести експериментальні дослідження для встановлення зон обводнення та надмірної фільтрації в насипних ґрунтах каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем. Оцінити сучасний технічний стан транспортуючих та регулюючих споруд на зрошувальних системах щодо локалізації порушених ділянок наземної частини і визначення можливих підземних фільтраційних шляхів, які наочно не проявлені зовні споруди.

3. Обґрунтувати доцільність та ефективність застосування комплексу геофізичних методів (ПЕМПЗ та ВЕЗ) для визначення втрат води на фільтрацію з каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем. Визначити та оцінити вплив природних й технологічних чинників втрат води на фільтрацію та технічний стан конструкцій каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем.

4. Розробити заходи з поліпшення технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем з метою підвищення їх коефіцієнта корисної дії (ККД) та запобігання погіршення еколого-меліоративного стану прилеглих до них територій.

5. Впровадити та оцінити ефективність науково-технічних розробок щодо удосконалення методів та засобів комплексного оцінювання зон фільтрації води з каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем для підвищення загального рівня їх експлуатації.

Об'єкт досліджень – фільтраційні процеси, які відбуваються в каналах та регулюючих басейнах зрошувальних систем та їх вплив на прилеглі території.

Предмет досліджень – методи і засоби оцінювання й визначення параметрів зон та втрат води на фільтрацію в каналах і регулюючих басейнах зрошувальних систем.

Методи досліджень. В роботі використовувались загальноприйняті методи: польові – дослідження геофізичними методами для встановлення зон фільтрації природним імпульсним електромагнітним полем Землі (ПЕМПЗ) та вертикальним електричним зондуванням (ВЕЗ); експериментальні – на одометрі стандартної модифікації для визначення електромагнітного випромінювання під час навантаження зразків глини та лесовидних суглинків; лабораторні – стандартні методики для встановлення фізико-механічних властивостей ґрунтів до, та після експериментальних досліджень; аналітично-розрахункові – для визначення обсягів фільтраційних втрат води з каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем. Для обробки отриманих результатів застосовувались програмні комплекси Microsoft Excel, AutoCad, АВК, Surfer, IP2Win, Google Earth Pro, QGIS.

Наукова новизна результатів досліджень:

1) удосконалено метод виявлення фільтраційних деформацій та не проявлених зовні ділянок порушень конструкцій каналів і регулюючих басейнів зрошувальних

систем, який полягає у визначенні якісних показників та кількісних параметрів втрат води з них шляхом поєднання вимірювань природного імпульсного електромагнітного поля Землі та вертикального електричного зондування для визначення зон обводнення, рівня ґрунтових вод і відстані до водотриву відповідними відомими методами;

2) встановлена залежність між амплітудою коливань природного імпульсного електромагнітного випромінювання від водонасичення та щільності ґрунтів в основі споруд, що дає змогу визначити приховані зони фільтрації води з каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем;

3) удосконалено підхід щодо визначення втрат води на фільтрацію з існуючих каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем залежно від встановлених геофізичними методами розмірів порушених ділянок, рівня ґрунтових вод та конструктивних параметрів споруд.

Практичне значення одержаних результатів.

1. Обґрунтовано доцільність та удосконалено методику щодо оцінювання технічного стану та зон фільтрації води в каналах і регулюючих басейнах зрошувальних систем шляхом комплексного застосування методу ПЕМПЗ і ВЕЗ, що дає змогу визначити якісні показники та кількісні параметри фільтраційних втрат води на цих спорудах.

2. Розроблено спосіб встановлення ділянок підвищеної фільтрації води з регулюючих басейнів зрошувальних систем, який дає змогу визначити зони фільтраційних деформацій у конструкції споруди, що знаходяться на початкових стадіях розвитку або не мають зовнішнього наочного прояву (патент України на корисну модель № 101875).

3. Удосконалено методику розрахунку втрат води на фільтрацію з каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем із застосуванням формули Дарсі, що впроваджена в Павлоградському міжрайонному управлінні водного господарства (Акт впровадження №99/09-47 від 14.02.20р.).

4. Обґрунтовано комплекс технічних і технологічних заходів, які включають в себе відновлення протифільтраційних пристроїв та влаштування протифільтраційних завіс у спорудах, а також черговість їх реалізації під час реконструкції діючих каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем, що дає змогу знизити капітальні вкладення на виконання ремонтно-відновлювальних робіт, підвищити загальний рівень експлуатації та коефіцієнт корисної дії споруд із застосуванням сучасних протифільтраційних в'язучих (патенти України на корисну модель № 102040, № 107674).

5. Науково-технічні розробки, що отримані за результатами досліджень, використані для оперативного виявлення прихованих зон фільтрації та оцінки технічного стану каналів й регулюючих басейнів зрошувальних систем і впроваджені у виробництво Регіональним офісом водних ресурсів у Дніпропетровській області (Акт впровадження №1342 від 20.05.2019 р.).

6. Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес у Дніпровському державному аграрно-економічному університеті для здобувачів вищої освіти ОС «Магістр» за освітньою програмою «Гідромеліорація» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» і ОП «Екологія» спеціальності 101 «Екологія» (Акт впровадження від 10.09.2019р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним завершеним науковим дослідженням автора в галузі сільськогосподарських меліорацій (технічні науки).

Польові, експериментальні і теоретичні дослідження, опрацювання отриманих результатів, їх аналіз проводилися здобувачем або за його безпосередньої участі. Автором виконано візуальні обстеження та якісний аналіз технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем; проведено польові дослідження із застосуванням комплексу геофізичних методів ПЕМПЗ та ВЕЗ, побудовані карти-схеми щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ та польові криві уявного електричного опору, виконана їх інтерпретація; відібрані проби ґрунту, виконані лабораторні аналізи з визначення його фізико-механічних властивостей; проведені експериментальні дослідження по встановленню виникнення електромагнітного випромінювання в навантаженому стані ґрунтів, якими складені об'єкти, що досліджувалися; визначені втрати на випаровування і розраховані фільтраційні втрати з каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем за різними методиками; запропонований спрощений алгоритм для розрахунку фільтраційних втрат з гідротехнічних споруд, запропонований комплекс методів для поліпшення технічного стану каналів і регулюючих басейнів; сформульовано всі положення по дисертаційній роботі, які виносяться на захист.

Апробація результатів дисертації. Основні результати досліджень, що входять до дисертаційної роботи, доповідались, обговорювались та одержали позитивну оцінку на II науково-практичній конференції молодих учених та спеціалістів «Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства» (Київ, 2014 р.); Міжнародному науковому симпозиумі «Неделя еколога-2015» (Дніпродзержинськ, 2015 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Вода і робочі місця» (Київ, 2016 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасний стан та перспективи розвитку водного господарства» (Дніпропетровськ, 2016 р.); науково-практичній конференції «Меліорація та водокористування» (Мелітополь, 2016 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції «Достижения и перспективы естественных и технических наук» (Ставрополь, РФ, 2016 р.); V Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації 2017» (Дніпро, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Управління водними ресурсами в умовах змін клімату» (Київ 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Вдосконалення гідротехнічних систем та водогосподарських технологій» (Херсон, 2017 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Геосистемный подход к изучению природной среды республики Казахстан» (Астана, Казахстан, 2018 р.); науково-практичній конференції «Природа і вода» (Дніпро, 2018 р.); VII Всеукраїнській науковій конференції «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології» (Київ, 2018 р.); IV Міжнародній науковій конференції «Science progress in European countries: new concepts and modern solutions» (Штутгарт, Німеччина, 2018 р.); VI Всеукраїнській науково-технічній конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Молодь: наука та інновації 2018» (Дніпро, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Природа для води» (Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Вода для всіх» (Київ, 2019 р.); Регіональній науково-практичній конференції «Вода для всіх» (Дніпро, 2019 р.); 9 Міжнародному форумі та 14 міжнародній конференції «Молоді вчені до викликів сучасних технологій» (Львів, 2019 р.); II Всеукраїнській науково – практичній конференції молодих вчених «Гідротехнічне будівниц-

тво: минуле, сьогодні, майбутнє» (Херсон, 2019 р.); the 3rd International scientific and practical conference «Dynamics of the development of world science» (Canada 2019).

Публікації. Основні результати дисертації опубліковано в 31 наукових працях, у тому числі 3 статті – у виданнях, що входять та індексуються в міжнародних наукометричних базах, 3 статті – у фахових виданнях з технічних наук, 1 стаття – у закордонному періодичному виданні, 2 статті – у науковому виданні України, 19 – тез доповідей на конференціях та симпозіумах, 3 патенти України на корисну модель.

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації становить 265 сторінок комп'ютерного тексту, з яких 144 сторінок – основна частина, 5 додатків на 74 сторінках. Список використаних джерел включає 354 найменування на 40 сторінках. Робота містить 41 рисунок і 10 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі *«Сучасні підходи щодо оцінювання технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем, обґрунтування необхідності та шляхів їх удосконалення»* проведений аналіз сучасних дистанційних методів, які використовуються для оцінки технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем. Встановлено, що основними методами є геофізичні. За нормативними документами для визначення зон фільтрації в дамбах цих споруд пропонується застосовувати наступні геофізичні методи: вертикальне електричне зондування (ВЕЗ), мікроелектрозондування (МЕЗ), електропрофілювання (ЕП), метод природного електричного поля (ПП).

За дослідженнями Косіченка Ю.М. та ін. рекомендується під час інженерних вишукувань використовувати комплекс геофізичних методів для оцінювання технічного стану і визначення рівня безпеки меліоративних систем і споруд: електророзвідка методами електропрофілювання (ЕП); безперервне сейсмоакустичне профілювання; георадіолокаційне профілювання вздовж профілів; сейсморозвідка методом сейсмічного просвічування для визначення складу і властивостей торфів і сапропелів в масиві.

Співробітниками Інституту водних проблем і меліорації НААН України Коваленком О.В., Литвиненком П.Є. виконувались дослідницькі роботи по визначенню місць фільтрації крізь залізобетонне облицювання магістральних каналів методом природного електричного поля (ПП), а виявлення місць можливих фільтраційних витоків – методами електроопорів електророзвідки в модифікаціях ЕП та МЕЗ.

Всі ці вище перераховані кількісні методи дають можливість розчленувати геологічний розріз, визначити рівень ґрунтових вод, але достатньо трудомісткі та коштовні, а тому не можуть бути застосовані при значних обсягах досліджень.

В дисертаційній роботі Гапіча Г.В. для встановлення ділянок фільтрації в греблях на малих річках використано якісний електророзвідувальний метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ), який дозволяє швидко виділяти зони порушень в тілі гребель. Цей метод не такий вартісний і дозволяє швидко виконувати дослідження технічного стану гребель, але має свої недоліки при його використанні на каналах та регулюючих басейнах зрошувальних систем. Основні недоліки: теоретично та

експериментально він недостатньо обґрунтований, за його даними не можна розчленувати розріз, визначити рівень ґрунтових вод тощо. Останній недолік усувається при застосуванні ПЕМПЗ в комплексі з кількісним методом ВЕЗ, який можна застосовувати тільки в виділених першим методом зонах фільтрації для розчленування розрізу та встановлення рівня ґрунтових вод. Такий комплекс дозволить значно зменшити вартість польових робіт та збільшити обсяг досліджень.

Таким чином, недостатнє теоретичне обґрунтування методу ПЕМПЗ для оцінювання ділянок фільтраційних втрат води, вирішується шляхом виконання додаткових експериментальних досліджень.

У другому розділі *«Об'єкти, умови та методика досліджень технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем»* наводиться методика виконання польових робіт на каналах та регулюючих басейнах (РБ) на прикладі типових об'єктів розташованих у Дніпропетровській області комплексом геофізичних методів ПЕМПЗ та ВЕЗ.

Всі досліджувані об'єкти розташовані на території Дніпропетровської області. Споруди зведені з місцевих ґрунтових матеріалів із використанням глин та суглинків. Побудовані за типовими проектами та конструктивно виконані у напіввиїмці-напівнасіпу. Регулюючі басейни мають квадратну форму у плані, а параметри їх сторін змінюються в межах від 50 до 100 м, середня глибина коливається від 4 до 6 м. Магістральні канали, як правило, розташовані у напіввиїмці-напівнасіпу або у виїмці. Загальна довжина коливається від 3 до 7 км при середній ширині по дну 2-2,25 м та глибині від 2 до 3 м. Конструктивні параметри типових досліджуваних споруд представлені на рис. 1-2.

Достовірність та репрезентативність отриманих результатів підтверджується достатньою кількістю досліджених об'єктів (десять регулюючих басейнів та два канали). Загальна довжина профілів пройдених методом ПЕМПЗ склала понад 100 км (28 тис. точок спостережень), а за методом ВЕЗ – 83 точки досліджень. За результатами польових обстежень виділені не лише наочно проявлені ділянки порушення технічного стану та фільтраційних деформацій, а й зони фільтрації, які знаходяться на початкових стадіях формування та не проявлені візуально зовні. Кількість, розміри та характер виявлених ділянок різні та коливаються від 1-4 на регулюючих басейнах до 20-60 – на каналах, що пов'язано зі значними розмірами та протяжністю споруд.

Дослідження методом ПЕМПЗ на регулюючих басейнах проводились в площинно-профільному варіанті, відстань між профілями та точками спостережень складала 3 м. Вимірювання щільності потоку імпульсів магнітної складової виконувались в два етапи, в наповненому і порожньому стані, схеми ходу польової зйомки відрізнялись лише відсутністю точок спостереження на дні споруд.

На каналах зйомка проводилась в профільному варіанті. Профілі прокладались по дамбі каналу, відстань між точками спостережень становила 3м. Для фіксації щільності потоку імпульсів магнітної складової використовувався прилад МІЕМП-14/4 (серія «СІМЕІЗ»). Імпульси ПЕМПЗ, які генерує ґрунтовий масив, уловлюються трьома антенами, що розташовуються за азимутами північ-південь, захід-схід і вертикально вниз на відстані 15-20 см від поверхні землі, дані записувались на флеш-накопичувач.

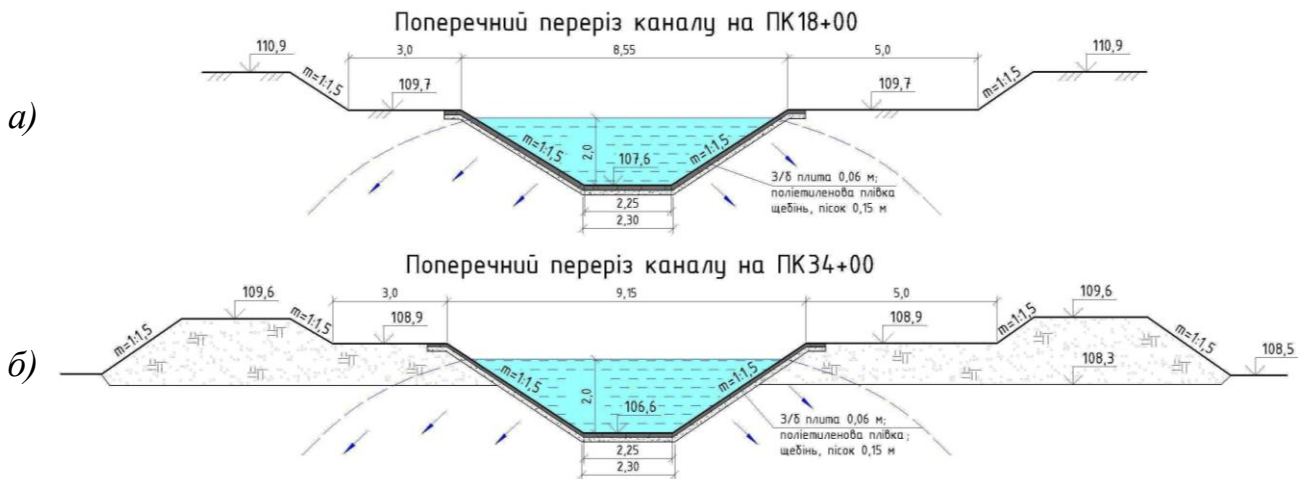


Рис. 1. Конструктивні схеми магістрального каналу Вищетарасівської зрошувальної системи: а) – виїмка; б) – напіввиїмка-напівнасіп.

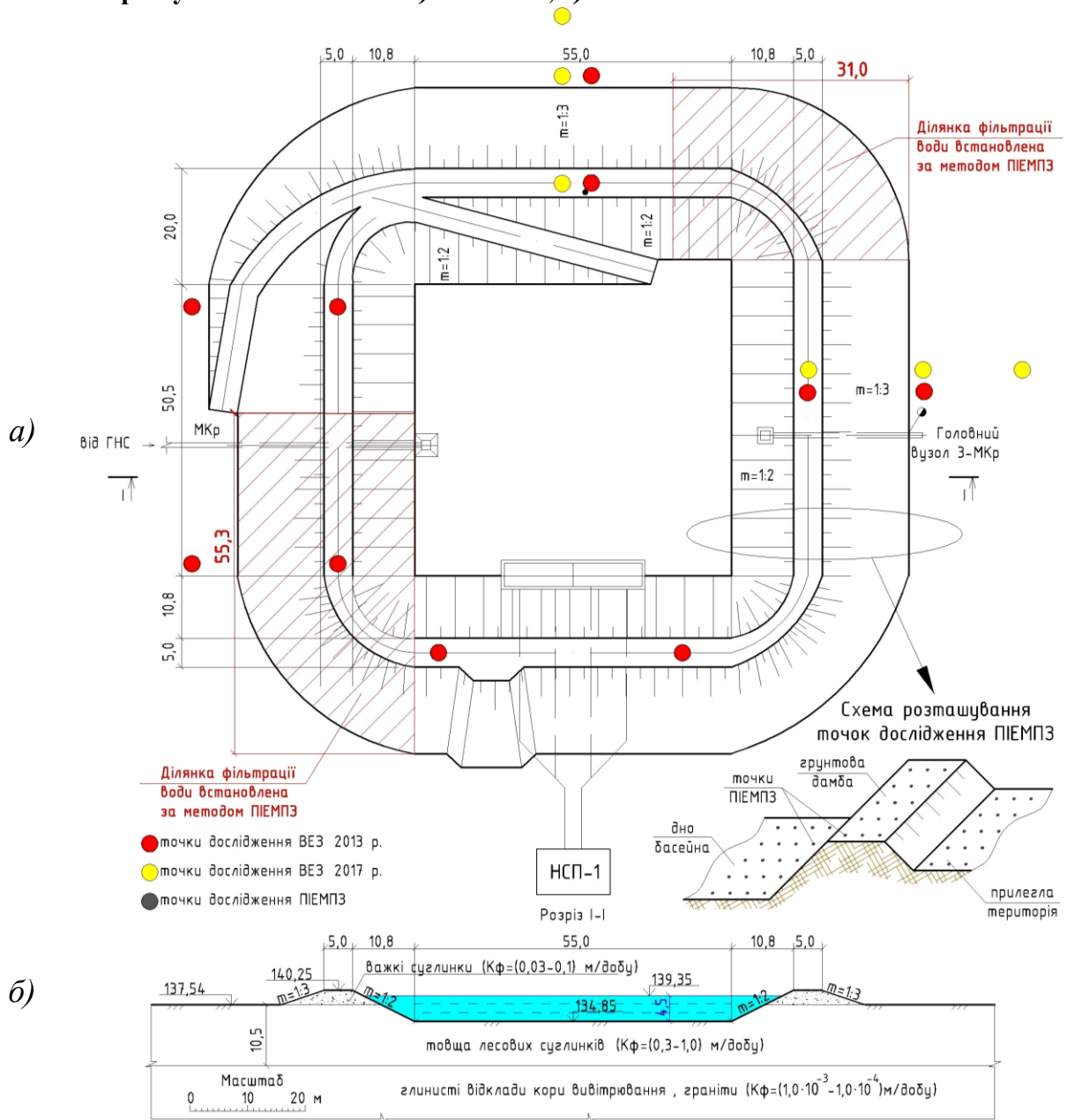


Рис. 2. Конструктивна схема (а) та розріз по лінії I-I (б) регулюючого басейну РБ-1 Калинівської зрошувальної системи

Інтерпретація даних ПЕМПЗ проходила під керівництвом д.г.н., проф. Орлінської О.В. і д.г.н., проф. Пікарені Д.С. Після зйомки для регулюючих басейнів будували карти-схеми щільності потоку імпульсів за допомогою програми «Golden Software Surfer», а для каналів – графіки щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ.

Роботи методом ВЕЗ проводилися у точковому варіанті на всіх каналах та регулюючих басейнах в межах виділених за даними ПЕМПЗ зон фільтрації крізь дамби каналів та регулюючих басейнів. На перших досліджуваних РБ в профілі було по 3 точки ВЕЗ, які розташовувались на гребені дамби і 2 у її підніжжі через 20 м. В подальших моніторингових дослідженнях за станом територій, які прилягають до об'єктів, що досліджуються, точки ВЕЗ в профілі розміщувались наступним чином: перша точка під дамбою, друга через 20 м від неї перпендикулярно до укосу, а третя – через 40 м від укосу регулюючого басейну, що зручніше для побудови кривої депресії. Для проведення досліджень використовувалась стандартна електророзвідувальна шахтна апаратура (ШЕРС 5М).

Для спрощення обробки переважну кількість даних ВЕЗ проаналізовано за допомогою спеціальної програми IPI2Win, яка розроблена Бобечовим О.А. і призначена для автоматичної і напівавтоматичної інтерпретації даних, для отримання глибини залягання рівня ґрунтових вод, положення водотриву на прилеглих до каналів та регулюючих басейнів територіях.

З метою проведення порівняльного аналізу зміни технічного стану каналів та регулюючих басейнів у часі, а також підтвердження достовірності отриманих результатів, були виконані повторні дослідження на РБ-1 Калинівської зрошувальної системи (КЗС) у 2013, 2017 та 2018 рр., а також на РБ-6 Царичанської зрошувальної системи (ЦЗС) у 2016 і 2018 рр., які розташовані та експлуатуються в різних геологічних умовах.

Оцінювання фільтраційних втрат води на досліджуваних об'єктах виконано за формулами Ведерникова В.В., за рекомендаціями діючого стандарту ДБН В.2.4-1-99 та рекомендаціями Інституту водних проблем і меліорації, а також за спрощеним алгоритмом розрахунку, який обґрунтовано автором; втрати на випаровування з поверхні водного дзеркала – за формулою Зайкова Б.Д.

Експериментальні дослідження по встановленню закономірностей виникнення електромагнітного випромінювання (ЕМВ) при навантаженні зразків ґрунту проведені на одометрі стандартної модифікації. Для проведення експериментів зразки глин та лесовидних суглинків були відібрані в стані порушеної структури зі збереженням природної вологості у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2. 1-8-2001 (ГОСТ 12071-2000). Фізико-механічні властивості відібраних проб ґрунтів визначались відповідно до вимог національного стандарту України ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Експериментальні дослідження компресії зразків глин та лесовидних суглинків виконувались із ступінчастим зростанням навантаження відповідно до основних положень ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96). Спостереження ЕМВ виконувались на приладі МІЕМП-14/4 (серія «СІМЕ-ЇЗ») за допомогою однієї антени, розміщеної вертикально вниз або горизонтально на відстані 15-20 см від одометра.

В третьому розділі «Результати дослідження з оцінювання фільтраційних втрат води із каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем». Для обґрунтування можливості застосування ПЕМПЗ для визначення зон фільтрації в каналах і регулюючих басейнах зрошувальних систем проведені експериментальні дослі-

дження по встановленню закономірностей виникнення електромагнітного випромінювання (ЕМВ) при навантаженні зразків глин та лесовидних суглинків, якими складені дані споруди. Всього проведено 10 експериментів з коливанням часу від 40 хвилин до 7 діб при змінному рівні навантаження від 5,3 кПа до 45,58 кПа та вологості зразків від 8,63% до 25,4%. Результати досліджень представлені на графіку залежності амплітуди ЕМВ від відносного стиснення ґрунту з урахуванням часу експерименту $\varepsilon = f(t)$ (рис. 3).

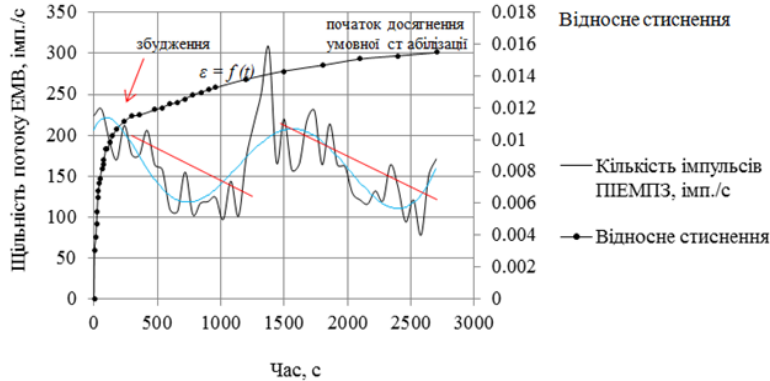


Рис. 3. Графік залежності ЕМВ від навантаження зразка суглинку

Після пікового збудження незначне «падіння» кількості ЕМВ, а потім повільне їх зростання, що обумовлене зменшенням інтенсивності стиснення ґрунту. В замочених ґрунтах амплітуда коливання ЕМВ менша ніж у сухих за рахунок наявності у них води.

Таким чином, лабораторними дослідженнями одноосного стиснення глин та лесовидних суглинків на одометрі визначено наступне:

1. Збільшення тиску на зразок призводить до виникнення електромагнітного сигналу, який за характеристиками подібний сигналу, отриманому при впливі навантаження на зразки кристалічних і цементованих осадових гірських порід.
2. Вперше в результаті проведення дослідів зразків осадових порід в одометричних умовах виявлено, що підвищення напружено-деформаційного стану ґрунтів викликає поступове зростання амплітуди ЕМВ.
3. Появу ЕМВ під час передачі одноосного навантаження на зразок глин та лесовидних суглинків можна пояснити за рахунок зменшення їх пористості і виникнення акустичного сигналу при зхлопуванні пор, а також п'єзо ефекту від окремих різновидів глинистих мінералів та кварцу. Встановлені закономірності дають змогу експериментально обґрунтувати можливість застосування методу ПЕМПЗ для діагностики технічного стану каналів і регулюючих басейнів шляхом локалізації зон розущільнення і обводнення тіла цих споруд, яким характерні низькі значення амплітуди ЕМВ.

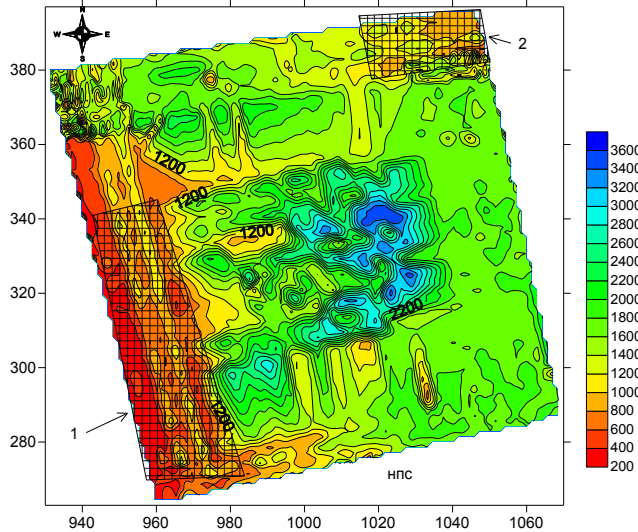
Теоретичне узагальнення та експериментальні дослідження з обґрунтування можливості застосування комплексу геофізичних методів ПЕМПЗ і ВЕЗ дозволили виконати діагностичні обстеження по визначенню технічного стану та ділянок фільтраційних втрат води на десяти регулюючих басейнах і двох магістральних каналах.

Дослідження методом ПЕМПЗ на регулюючих басейнах в незаповненому стані під час міжполивного періоду показали, що дно всіх об'єктів, переважно, знаходиться-

Дослідженнями підтверджено, що максимально напруженому стану насипних ґрунтів відповідають підвищені значення ЕМВ і навпаки – їх спад характерний для релаксації зразків ґрунту. Так, екстремуми амплітуди коливань ЕМВ фіксуються на початку досліджень під час найінтенсивнішого стиснення зразка.

ся у задовільному стані за рахунок мулових відкладень, які перешкоджають фільтраційним процесам. Це дає можливість зосередити ремонтні роботи тільки на укосах і дамбах каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем.

Реалізації підходу щодо оцінювання рівня технічної експлуатації регулюючого басейну та встановлення ділянок фільтраційних втрат води представлено на прикладі РБ-1 Калинівської зрошувальної системи (рис. 4).



Примітка: басейн без води; дослідження виконані у міжполивний період; по осях координат відкладені відстані в метрах (система відліку – умовна); штриховкою показано положення зон поглинання сигналу та наведені їх номери (зони відповідають виділеним ділянкам фільтрації на рис. 4); кольорова шкала характеризує щільність потоку імпульсів (імпульс/сек).

Рис. 4. Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ на РБ-1 Калинівської зрошувальної системи

На карті-схемі наведений план басейну з виділеними ділянками порушень, які встановлюються за даними геофізичних досліджень. Загальна протяжність порушених зон складає 86,3 м.

Всі досліджені канали та регулюючі басейни знаходяться в різних геологічних умовах. РБ в Синельниківському районі приурочені територіально до Лівобережної частини Українського щита (УЩ). Гідротехнічні споруди Солоняно-Томаківського та Нікопольського міжрайонних управлінь знаходяться на Правобережжі УЩ, а Царичанського в межах Новомосковсько-Петропавлівської моноклінали Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ). В тектонічному плані всі РБ та МК на УЩ приурочені до лінеamentної зони північно-східного простягання, що встановлена за даними дешифрування космічних знімків. За даними Галицького Л.С. та інших до неї приурочені сучасні вертикальні та горизонтальні рухи з амплітудою до -4 мм/рік до 1971 р., які змінилися на висхідні $+4$ мм/рік за даними 1986 р. Для встановлення більш детальних тектонічних закономірностей за картами аномалій магнітного поля ΔZ та залишкових гравітаційних аномалій Δg масштабу 1:50000 за відомими ознаками розломів та зон тріщинуватості в геофізичних полях побудовані тектонічні схеми. При аналізі просторового положення розташування РБ та МК до виділених зон тріщинуватості визначено, що погіршення технічного стану і зростання кількості та протяжності ділянок фільтрації пропорційно ступеню тектонічного порушення районів (рис. 5-6).

З метою підтвердження результатів та аналізу динаміки фільтраційних процесів у часі, були проведені повторні обстеження деяких об'єктів. Для моніторингових досліджень обрані два регулюючі басейни, які знаходяться в різних геологічних умовах.



Рис. 5. Тектонічна схема району розташування досліджуваних об'єктів: 1 – зона глибинного розлому; 2 – зони тріщинуватості, виділені за даними відомих карт геофізичних зйомок М 1:50 000; 3 – РБ

Перший: РБ-1 КЗС, який розташований в межах східної частини УЩ; другий РБ-6 ЦЗС, який знаходиться в зоні переходу від УЩ до ДДЗ. В першому випадку потужність осадових утворень незначна до 25 м, в другому сягає 300 м і більше.



Рис. 6. Параметри порушених ділянок фільтрації води на різних спорудах (вісь абсцис представлена логарифмічною шкалою)

Обидва райони приурочені до вузлів перетину крупних глибинних розломів Миколаївсько-Верхньодніпровського з Пержансько-Дніпродзержинським з азимутами простягання відповідно 35-40° і 305-310° та Орджонікідзевсько-Іларіонівського глибинного розлому з Дніпропетровсько-Приазовським (з азимутом простягання 45-50° і 345-350°).

Аналіз результатів діагностичних обстежень та геофізичних досліджень показують, що на РБ-1 КЗС ділянки фільтрації співпадають та додатково виявлені нові. Таким чином, збіжність отриманих результатів та встановлена динаміка змін технічного стану РБ у часі підтверджує достовірність отриманих результатів та доцільність застосування геофізичних методів.

У 2018 р. на РБ-1 КЗС та на територіях, прилеглих до басейну, втретє проведені дослідження методами ПЕМПЗ та ВЕЗ (рис. 7). Аналіз отриманих результатів показав наступне:

1. Знижені значення щільності потоку імпульсів магнітної складової зафіксовані в північно-західній та східній частинах на дамбах регулюючого басейну. Перша аномалія встановлена в 2013, 2017, 2018 роках, друга аномалія зафіксована вперше, хоча її початкові ознаки з'явилися на схемі в 2017 році.

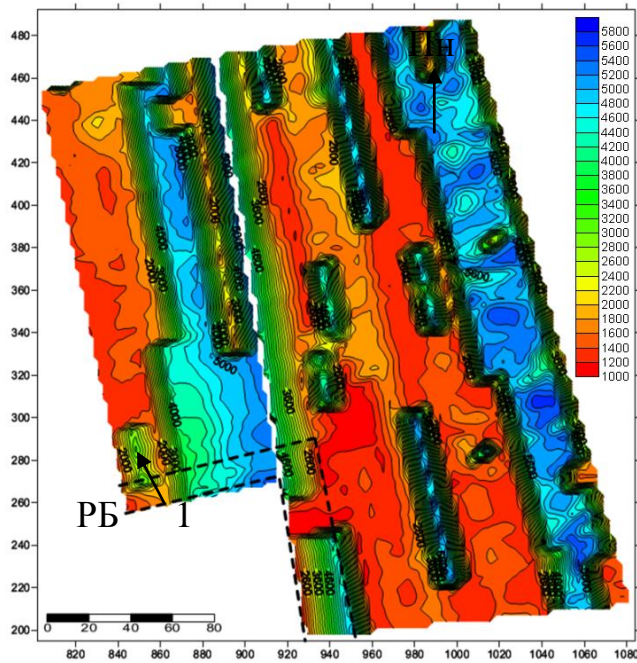


Рис. 7. Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ на РБ-1 КЗС (зйомка у 2018 р.)

Примітка: Система координат умовна в метрах. РБ – регулюючий басейн; 1 – ґрунтова дамба басейну

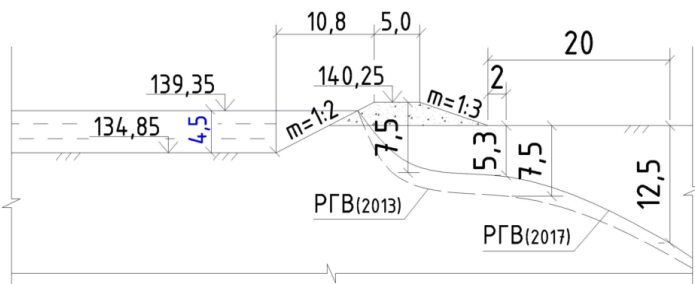


Рис. 8. Динаміка зміни рівня ґрунтових вод на РБ-1 КЗС у 2013-2017 рр. за даними інтерпретації результатів ВЕЗ програмою IPI2Win

Вставлено, що напрямок фільтраційного потоку зосереджується до балки Суха Калина, де відбувається розвантаження. Аналогічні моніторингові дослідження технічного стану та прилеглих територій виконані на РБ-6 ЦЗС (рис. 10). Аналіз зйомки показав наступне:

1. Всі аномалії підвищених і знижених значень щільності потоку магнітної складової ПЕМПЗ чергуються та лінійно орієнтовані у північно-західному напрямку, азимут простягання 300-310°.

2. За виключенням аномалій від труб на площі зйомки фіксувалися лише чотири аномалії підвищених значень, практично для всієї території спостерігалось зниження потоку магнітної складової, що свідчить про значне обводнення ділянки досліджень.

Рівень ґрунтових вод за даними ВЕЗ 2016 року складав від 4,3 м в східній до 5-6 м в західній частині РБ, а у 2018 році спостерігається підйом у східній частині до 3,1 м. Спостерігається зниження в рельєфі до 1 м протяжністю 50 м від РБ, що може бути обумовлено водонасиченням ґрунтів і розвитком провальних явищ.

2. Всі аномалії і підвищених і знижених значень чергуються та орієнтовані в північно-західному напрямку з азимут простягання 345-350°. Цей напрямок співпадає з орієнтуванням Дніпропетровсько-Приазовського глибинного розлому північно-західного простягання.

3. Моніторинг, проведений протягом 4-х років, показав, що рівень ґрунтових вод навколо РБ практично не змінюється і складає 12,5-13 м (рис. 8), що свідчить про добру дренажність території. Дійсно, якщо продовжити аномалії в напрямку 345-350°, то через 1,5 км в рельєфі фіксується балка з р. Суха Калина. Враховуючи незначну потужність осадового чохла, можна припустити, що фільтраційні води з РБ дренажують по системі тріщин фундаменту в б. Суха Калина.

Спираючись на дані отримані за результатами геофізичних зйомок, виконано моделювання за програмою QGIS куполу розтікання (рис. 9).

Співставлення результатів повторних досліджень засвідчує збільшення зон фільтрації і обводнення, виявлених у 2016 році.

За даними зйомки 2018 року прилеглі до РБ-6 ЦЗС території, за виключенням незначної ділянки в північно-західній частині, обводнені. Поле знижених значень слабоаномальне, має розмитий характер, що свідчить про стояння ґрунтових вод навколо басейну.

Аналізуючи геологічні особливості районів розташування РБ-1 КЗС і РБ-6 ЦЗС та результати зйомок встановлено: 1) зони обводнення навколо РБ розташовуються відповідно до азимутів простягання крупних глибинних розломів та ділянок підвищеної тріщинуватості, що входять до їх зон; 2) результати зйомки ВЕЗ показали, що рівень ґрунтових вод навколо РБ-1 КЗС за 4 роки піднявся на 0,5 м, а на РБ-6 ЦЗС (рис. 11) за два роки на 1,2 м.

Отримані результати досліджень та їх комплексний аналіз дають можливість обґрунтувати наступну закономірність: в умовах центральної частини УЩ фільтраційні потоки з водорегулюючих та транспортуючих споруд зрошувальних систем, дренаються по зонам тріщинуватості в найближчі яри, балки, річки, що не призводить до різкого підйому ґрунтових вод та підтоплення території.

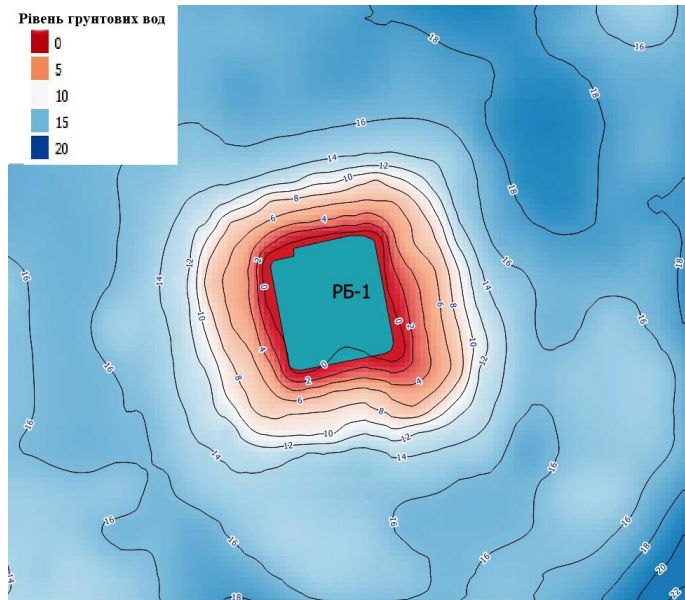


Рис. 9. Модель куполу розтікання води внаслідок фільтрації з РБ-1 КЗС за даними геофізичної зйомки

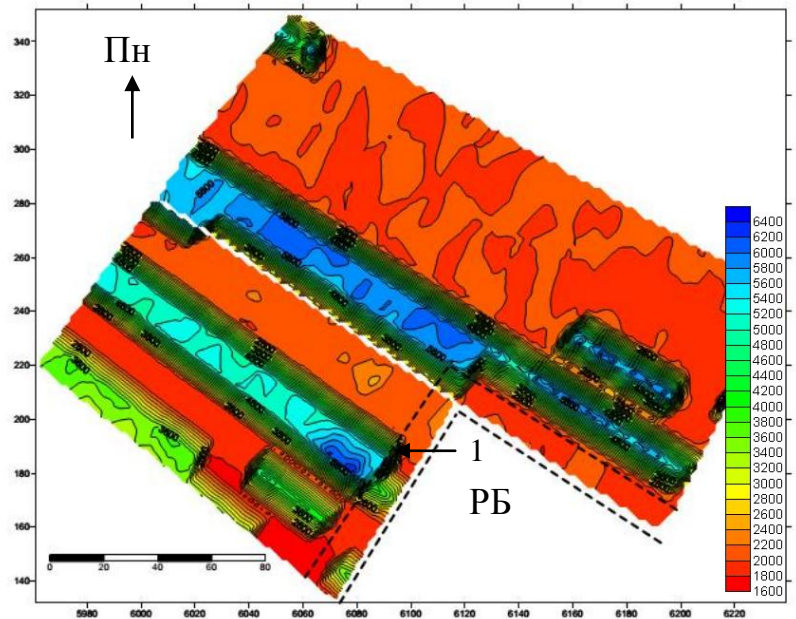


Рис. 10. Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ШЕМПЗ на РБ-6 ЦЗС.

Примітка: РБ – регулюючий басейн; 1 – ґрунтова дамба басейну; дослідження виконані у 2018 р.

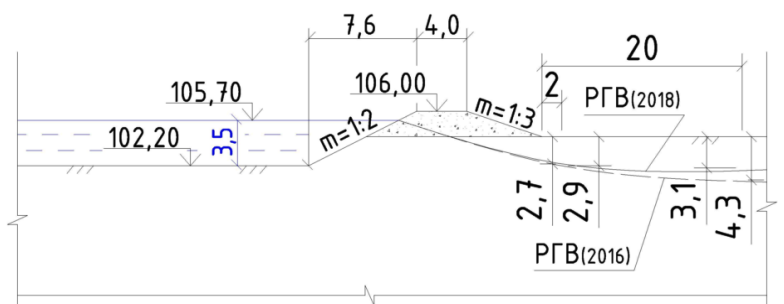


Рис. 11. Положення рівня ґрунтових вод на РБ-6 ЦЗС у 2016 р. та 2018 р. за даними інтерпретації результатів ВЕЗ програмою IPI2Win

Відмінна тенденція спостерігається на схилах УЩ, де зафіксована значна потужність осадового чохла та слабка дренажність території. Тут в осадовому чохлі розповсюджені кілька горизонтів ґрунтових та напірних вод, тому фільтраційні води поповнюють їх, а не дренажують по зонам тріщинуватості. Цим можна пояснити постійний підйом рівня верховодки та ґрунтових вод за рахунок фільтраційних втрат навколо досліджуваних об'єктів.

За результатами польових досліджень встановлені кількісні параметри ділянок фільтраційних втрат, що є основою для розрахункового визначення якісних показників.

Для таких розрахунків використано формулу Ведернікова В.В. для однорідного типу ґрунту при безнапірному фільтраційному потоці, що відповідає умовам експлуатації басейнів та каналів зрошувальних систем.

Питомі фільтраційні втрати на 1 м довжини зони фільтрації визначаються за формулою:

$$q = K_{\phi} \cdot (B + A \cdot h_0) \cdot \left(1 + \frac{h_0 + h_k}{Y}\right), \quad (1)$$

де K_{ϕ} – коефіцієнт фільтрації ґрунту у відкосі, м/добу; B – довжина від початку відкоса до точки зі сталим рівнем ґрунтових вод, м; A – коефіцієнт, який враховує бічне розтікання фільтраційного потоку; h_0 – глибина води в регулюючому басейні, м; h_k – висота капілярного підйому, м; Y – глибина до водотривкого шару, м.

З метою оперативного визначення кількісних показників втрат води на сучасному рівні експлуатації, автором запропоновано розрахунковий алгоритм, який є фактично застосуванням формули Дарсі. З урахуванням конструктивних параметрів об'єктів та виявлених порушень їх технічного стану, а також властивостей геологічного середовища і умов роботи споруд, працівникам експлуатуючих організацій і управлінь пропонується використовувати формулу:

$$Q = Q_b + Q_{s1} + Q_{s2}, \quad (2)$$

$$\text{де } Q_b = k_b \cdot \frac{l_b + h_b + h_k}{l_b} \cdot S_b; \quad Q_{m1} = k_{s1} \cdot \frac{l_{s1} + h_{s1} + h_k}{l_{s1}} \cdot S_{s1}; \quad Q_{m2} = k_{m2} \cdot \frac{l_{s2} + h_{s2} + h_k}{l_{s2}} \cdot S_{s2}$$

k_b, k_{s1}, k_{s2} – коефіцієнти фільтрації матеріалів дна та бортів РБ у порушеному та непорушеному станах; l_b, l_{s1}, l_{s2} – потужність облицювання з урахуванням підготовки на дні басейна, на укосах зі зруйнованим і не зруйнованим облицюванням, м; h_b і $h_{s1}=h_{s2} = h_b/2$ – середнє значення рівня води над дном та над дамбою басейну у порушеному і непорушеному станах відповідно, м; h_k – капілярне підняття, м; S_b, S_{s1}, S_{s2} – площа над дном і на укосах басейну в порушеному та непорушеному стані, м².

Для підтвердження достовірності запропонованого алгоритму виконані порівняльні розрахунки фільтраційних втрат по РБ-1 КЗС за відомими методиками. У відповідності до вимог діючого стандарту ДБН В.2.4-1-99 та рекомендаціями Інституту водних проблем і меліорації – розрахункові фільтраційні втрати складають 3482 м³/міс. Розрахункові втрати за формулою В. В. Ведернікова становлять 4841 м³/міс., за спрощеним розрахунковим алгоритмом запропонованим автором – 4716 м³/міс. Слід відзначити, що спостерігається тісний зв'язок результатів теоретичних розрахунків зі звітністю Синельниківської дільниці Павлоградського міжрайонного управління водного господарства, за якими регламентовані втрати складають 4881 м³/міс., що підтверджує достовірність розрахунків та

обґрунтованість застосування на практиці запропонованого автором алгоритму.

Разом з тим, невід'ємною складовою водного балансу каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем, окрім фільтрації, є втрати води на випаровування. Кількісна оцінка втрати на випаровування з водного дзеркала РБ Синельниківської та Царичанської ЗС розраховані за формулою Зайкова Б.Д. Встановлено, що втрати води з водного дзеркала протягом літнього періоду незначні, а витратний тип балансу спостерігається лише у серпні. Максимальні значення втрат на випаровування за даних кліматичних умов сягають близько 4 % від загального об'єму наповнення.

В четвертому розділі «Розробка заходів щодо поліпшення технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем» розглянуті основні способи та методи ремонтно-відновлювальних робіт для поліпшення рівня технічної експлуатації каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем. На прикладі РБ-1 КЗС та МК- 4 СТЗС з використанням програмного комплексу АВК-5 була визначена кошторисна вартість ремонтно-відновлювальних робіт із заміною плит облицювання та протифільтраційної плівки, яка склала 702,1 тис. грн. та 6420,9 тис. грн. відповідно. Розрахунки показали, що жодне міжрайонне управління водного господарства не має коштів на одночасне відновлення всіх гідротехнічних споруд. Таким чином, обґрунтована доцільність впровадження альтернативних і менш вартісних методів.

На підставі проведених досліджень пропонується умовно поділити канали і РБ на дві групи: споруди, які першочергово потребують виконання капітального ремонту, та об'єкти, на яких доцільно провести поточний (вибірковий) ремонт виявлених порушених ділянок.

Для поточного (вибіркового) ремонту запропоновані два варіанти поліпшення технічного стану каналів та регулюючих басейнів. До першого варіанту відноситься влаштування протифільтраційних завіс, які є загально застосованими для ефективної боротьби з непродуктивними втратами води з каналів та РБ різного призначення. Зменшення вартості впровадження даного технічного рішення пропонується за рахунок попередньої локалізації ділянок, що потребують закріплення та використання нових в'язучих. Реалізація даного підходу на прикладі РБ-1 КЗС буде коштувати 319,9 тис. грн., при цьому вартість однієї свердловини глибиною 6 м з нагнітаючим розчином складе 14,5 тис. грн.

До наступного способу відноситься розчищення деформаційних швів між плитами і тріщин з наступним закладенням глинистих розчинів на основі в'язучих з полімерами. Кошторисна вартість на прикладі РБ-1 КЗС застосування даного способу склала 213 тис. грн. або 700 грн./м. п. За розрахунками фільтраційні втрати з РБ-1 КЗС за поливний період складають $24200\text{ м}^3/\text{рік}$, що в грошовому еквіваленті складе 96800 грн.

Комплекс технічних рішень дозволить підвищити ККД каналів та регулюючих басейнів, а розрахунки економічної ефективності запропонованих заходів показують, що термін окупності капіталовкладень коливається в межах від 4 до 8 років.

Розрахунок економічної ефективності застосування комплексу геофізичних методів ПЕМПЗ та ВЕЗ виконано у порівнянні з рекомендованими методами за ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000. Встановлено, що для дослідження регулюючих басейнів кошторисна вартість досліджень зменшується на 10,8%, а для діагностики технічного стану каналів – на 21,5% відповідно.

Узагальнення отриманих результатів надало можливість оцінити екологічний ризик

підтоплення прилеглих територій внаслідок фільтрації води з досліджуваних об'єктів. Встановлено, що загальний коефіцієнт ризику для регулюючого басейну РБ-1 КЗС складає $R=0,0584$, а для магістрального каналу МК-4 $R=0,065$, що класифікуються, як малі.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на підставі теоретичного узагальнення та результатів власних досліджень запропонована методика комплексної оцінки зон фільтрації води з каналів та регулюючих басейнів. Розвинуто і поглиблено знання щодо використання геофізичних методів з оцінки технічного стану транспортуючих та регулюючих споруд.

1. Оцінено технічний стан двох транспортуючих та десяти регулюючих споруд на зрошувальних системах Дніпропетровської області. Виявлені зони фільтрації води із споруд мають різні розміри, а їх кількість коливається на РБ від 1 до 4, а на каналах у середньому від 20 до 60. Встановлено, що канали та регулюючі басейни зрошувальних систем мають різні параметри ділянок пошкодження і дефектів, причому на регулюючих басейнах загальна кількість зон фільтрації води складає 19,6% від їх периметру, а для каналів – 62,3% від їх загальної протяжності.

2. Обґрунтовано доцільність та доведена можливість застосування комплексу геофізичних методів ПЕМПЗ та ВЕЗ для виявлення розвитку прихованих зон втрат води на фільтрацію на початкових стадіях за рахунок зменшення трудовитрат та вартості робіт порівняно з існуючими методами. Це дозволить удосконалити підходи щодо оцінки втрат води під час експлуатації каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем. На прикладі типового регулюючого басейну розміром 100×100 м польові дослідження бригадою з 4 чоловік виконуються протягом 6 годин з можливістю винесення ділянок порушеного стану та фільтрації води в натуру.

3. Експериментально встановлено залежність амплітуди коливань електромагнітного випромінювання у зразках лесовидних суглинків і глин при змінному навантаженні від обводнення ґрунтів, що обґрунтовує можливість та доцільність застосування методу ПЕМПЗ для виділення зон втрат води на фільтрацію з каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем.

4. Встановлено закономірність динаміки формування ділянок з підвищеними втратами води на фільтрацію залежно від геологічних умов території. Для умов УЩ з малопотужним осадовим чохлам, втрати води на фільтрацію з каналів та регулюючих басейнів не призводять до підняття рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях, а розвантаження відбувається по зонах тріщинуватості в найближчі понижені форми рельєфу. Для каналів та регулюючих басейнів розташованих на схилах УЩ та ДДЗ з більшою потужністю осадового чохла втрати води на фільтрацію поповнюють водоносні горизонти, викликаючи підйом рівня ґрунтових вод на прилеглих територіях.

5. За даними польових досліджень та аналітичних розрахунків встановлено, що залежно від конструктивних параметрів транспортуючих і регулюючих споруд та режимів їх експлуатації втрати води на фільтрацію складають від 50 до 55 м³/міс на 1 п. м довжини споруди, у той час як на порушених ділянках величина втрат води на фільтрацію сягає 103 м³/міс на 1 п. м їх довжини. В грошовому еквіваленті при усередненій вартості води 4,0 грн./м³ втрати води на одному типовому регулюючому басейні розміром 100×100 м складають 85,4 тис. грн./місяць.

6. Розраховано економічну ефективність застосування комплексу геофізичних методів ПІЕМПЗ та ВЕЗ порівняно з рекомендованими методами за ВБН В.2.4-33-2.3-03-2000. Під час діагностики регулюючих басейнів кошторисна вартість досліджень зменшується на 10,8%, а для каналів – на 21,5%. Така розбіжність пов'язана з відмінністю конструктивних параметрів споруд, а також з особливостями застосування геофізичної апаратури та методикою проведення досліджень.

7. На основі отриманих показників технічного стану каналів та регулюючих басейнів зрошувальних систем запропоновано підходи і засоби для виконання ремонтно-відновлювальних робіт, які забезпечать раціональне використання коштів та підвищать загальний ККД роботи каналів на 6% та регулюючих басейнів на 15% відповідно за рахунок зменшення втрат води на фільтрацію.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Для оперативного діагностування технічного стану та своєчасного виявлення ділянок втрат води на фільтрацію з каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем на початкових стадіях рекомендовано:

- 1) поєднання швидких та маловартісних геофізичних методів природного імпульсного електромагнітного поля Землі і вертикального електричного зондування;
- 2) використання методики кількісного оцінювання втрат води на фільтрацію з урахуванням конструктивних параметрів об'єктів та виявлених порушень їх технічного стану.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Орлінська О.В., **Чушкіна І.В.**, П'ятниця І.В., Пікареня Д.С. Технічний стан гідротехнічних споруд Дніпропетровської області. *Вісник НУВГП. Рівне*, 2015. Вип. 3 (71). Ч. 1. С. 143-150. (Особистий внесок – проведено польові дослідження геофізичним методом ПІЕМПЗ, побудовано та проаналізовано карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ).

2. Рудаков Л.М., **Чушкіна І.В.**, Гапіч Г.В. Випаровування з водної поверхні регулюючих басейнів зрошувальних систем. *Вісник ДДАЕУ*. 2017. Вип 2 (44). С. 74-77. (Особистий внесок – збір та обробка статистичних метеоданих, розрахунок балансу).

3. Орлинская О.В., Пикареня Д.С., Любченко В.В., **Чушкина И.В.**, Дейнеко А.В. Возможности метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли для диагностики технического состояния городских водопроводных и канализационных сетей: сб. науч. трудов НГУ. 2014. №. 45 С. 157-163. (Особистий внесок – проведено польові дослідження геофізичним методом ПІЕМПЗ, побудовано та проаналізовано карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ).

Статті у виданнях, внесених до міжнародних наукометричних баз

4. **Chushkina I.**, Pikarenia D., Orlynska O. & Maksymova N. Experimental substantiation of the NPEMFE geophysical method to solve engineering and geological problems. *Visnyk of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series «Geology. Geography. Ecology»*. Volume 51. 2019pp. 109-123. DOI:10.26565/2410-7360-2019-51-08. (Наукометрична база: Web of Science). (Особистий внесок – виконано лабораторні дослідження компресійні дослідження зразків ґрунтів з одночасною фіксацією

електромагнітних імпульсів).

5. **Чушкіна І.В.** Генерація електромагнітних імпульсів в глинах під час їх навантаження в лабораторних умовах. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Меліорація і водне господарство». Київ. 2018. С. 118-123. (фахове видання України; цитуються в РИНЦ (російський індекс наукового цитування), Google Scholar (США), Research Bib Journal Database (Японія), Scientific Indexing Services (SIS), Ciardring, Crossref). *(Особистий внесок – виконано польові дослідження на ґрунтових ГТС, побудовано карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ та опрацьовано їх результати, виконано лабораторні компресійні дослідження зразків ґрунтів з одночасною фіксацією електромагнітних імпульсів)*

6. Орлінська О.В., **Чушкіна І.В.**, Стрелетова Х.В. Вплив фільтраційних втрат води з регулюючих басейнів на прилеглі території: наук. журнал «Молодий вчений» №6 (70) червень, Херсон, 2019. С. 19-22. (Фахове видання. Журнал включено до міжнародних каталогів наукових видань і наукометричних баз: РИНЦ, ScholarGoogle, ОАІ, CiteFactor, Research Bible, Index Copernicus. Index Copernicus (IC™ Value): 4.11 (2013). Index Copernicus (IC™ Value): 5.77 (2014) *(Особистий внесок – розраховані фільтраційні втрати і проаналізовано вплив цих втрат на прилеглі території)*

Статті у науково-періодичних виданнях інших держав за фахом

7. Orłinska O.V., Grishko G.M., **Chushkina I.V.**, Gapich G.V., Lisnyak T.I. Definition by geophysical methods of filtration zones and calculation of water losses from the regulating basin of BR-6 Tsarichan irrigation system in Dnipropetrovsk region. Dnepropetrovsk region Theoretical foundations of civil engineering. Warsaw: WUT, 2017. Vol. 24. P. 77 – 84. *(Особистий внесок – проведено польові дослідження геофізичним методом ПЕМПЗ, побудовано та проаналізовано карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ)*

Статті у наукових виданнях України

8. Рудаков Л.М., Гапіч Г.В., **Чушкіна І.В.** Розрахунок втрат води на випаровування з магістрального каналу Вищитарасівської зрошувальної системи. Методологічні основи науково-практичної діяльності в аграрно-економічній галузі: зб. статей науково-практичної конференції присвяченої до 95-річчя заснування ДДАЕУ, 03 листопада 2017р. Дніпро: Свідлер, 2017. С. 293-299. *(Особистий внесок – збір та обробка статистичних даних, розрахунок балансу)*

9. Гапіч Г.В., **Чушкіна І.В.**, Орлінська О.В., Пікареня Д.С., Рудаков Л.М., Данильченко І.С. Дослідження ґрунтових гребель на малих річках. *Методологічні основи науково-практичної діяльності в аграрно-економічній галузі: зб. статей науково-практичної конференції присвяченої до 95-річчя заснування ДДАЕУ, 03 листопада 2017р. Дніпро: Свідлер, 2017. С. 318-327. (Особистий внесок – проведено польові дослідження геофізичним методом ПЕМПЗ, побудовано та проаналізовано карти-схеми щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ).*

Матеріали основних наукових конференцій і симпозіумів

10. Орлинская О.В. Пикареня Д.С., **Чушкина И.В.**, Гончарук Н.В., Коротченко И.С. Определение технического состояния регулирующих бассейнов и магистральных каналов геофизическими методами. *Роль меліорації та водного господарства у забезпеченні сталого розвитку землеробства: матер. II-ї наук.-практ. конф. молодих учених та спеціалістів, 3 грудня 2014 р. Київ: ІВПіМ, 2014. С. 23-26.*

11. Орлінська О.В., Рудаков Л.М., **Чушкіна І.В.**, Гапіч Г.В. Визначення втрат води з регулюючого басейну РБ-6 Царичанської зрошувальної системи за поливний період. *Управління водними ресурсами в умовах змін клімату*: мат. Міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів 21 березня 2017 р. Київ: ІВПіМ, 2017. С.104-105.

12. Пикареня Д.С., Наконечный В.Г., Орлинская О.В., **Чушкіна І.В.**, Максимова Н. Н., Гапіч Г.В. Выявление зон фильтрации воды из оросительных систем геофизическим методом. *Геосистемный подход к изучению природной среды республики Казахстан*: матер. междунар. науч.-практ. конф., 13-14 апреля 2018г. Казахстан: Астана, 2018. С. 26-30.

13. Orlinskaya OV, Maksimova N.N., **Chushkina I.V.** Experimental studies of the generation of electromagnetic pulses in clays under their loading under odometric conditions. «Science progress in European countries: new concepts and modern solutions»: Papers of the 4th International Scientific Conference. December 28. Stuttgart. Germany. 2018. p. 345-354.

14. Орлінська О.В., **Чушкіна І.В.**, Пикареня Д.С. Моніторинг технічного стану регулюючого басейну Калинівської зрошувальної системи геофізичними методами. *Природа для води*: матер. Міжнарод. наук.-практ. конф. присвяченої дню водних ресурсів., 22 березня 2018р. Київ: ІВПіМ, 2018. С.204-205.

15. **Чушкіна І.В.**, Орлінська О.В., Максимова Н.М., Гапіч Г.В. Пикареня Д.С. Шляхи запобігання фільтраційним втратам води з акумулюючих елементів зрошувальних систем. *Вода для всіх*: матер. Міжнародної наук.-практ. конф. присвяченої Всесвітньому дню водних ресурсів, 21 берез. 2019р. Київ: ІВПіМ, 2019. С. 258-259.

16. **Чушкіна І.В.**, Орлінська О.В., Максимова Н.М., Карпенко В.А. Комплексний підхід до вибору виду ремонтно-відновлювальних робіт на регулюючих басейнах зрошувальних систем. The 3rd International scientific and practical conference “Dynamics of the development of world science” (November 20-22, 2019). Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2019. P. 315-325.

17. **Чушкіна І.В.**, Партика А.В. Технічні рішення щодо поліпшення технічного стану регулюючих басейнів та магістральних каналів. Гідротехнічне будівництво: минуле, сьогодення, майбутнє: зб. наук. пр.: присвячений 55-річчю заснуванню факультету водного господарства, будівництва та землеустрою ДВНЗ «ХДАУ». 10-11 жовтня 2019. Херсон: ДВНЗ "ХДАУ", 2019. С. 54-58.

18. Maksimova N., Orlinska O., **Chushkina I.** & Pikarenia D. Ecological condition of land around regulatory basins of irrigation systems in the Dnipropetrovsk region. 9th International Youth Science Forum «Litteris et Artibus» & 14th International Conference «Young Scientists Towards The Challenges Of Modern Technology». November 21–23, 2019 – Lviv, Ukraine: Lviv Polytechnic National University, 2019. P. 223-226.

Патенти:

19. Розчин для протифільтраційної завіси: пат. 102040 Україна, МПК Е 02 В 3/16. № и 2015 04103; заявл. 28.04.2015; опубл. 12.10.2015, Бюл. № 19. (Мартиненко Т.В., **Чушкіна І.В.**, Гришко Г.М., Кухарук П.В., Рудаков Л.М., Бегун О.М., Деревянко В.М., П'ятниця І.В.).

20. Спосіб встановлення ділянок підвищеної фільтрації води з регулюючих басейнів зрошувальних мереж: пат. 101875 Україна МПК Е02V 13/00 № и 2015 01587;

заявл. 24.02.2015; опубл. 12.10.2015, Бюл. № 19. (Орлінська О.В., Пікареня Д.С., **Чушкіна І.В.**, Гапіч Г.В.).

21. В'язуче: пат. 107674 Україна, МПК С04В 28/08. № u 2015 09453; заявл. 01.10.2015; опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12. (Любченко В.В., **Чушкіна І.В.**, Гришко Г.М., Рудаков Л.М., Бегун О.І., Дерев'янка В.М.).

АНОТАЦІЯ

Чушкіна І.В. Комплексна оцінка зон фільтрації води з регулюючих басейнів та каналів зрошувальних систем. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 06.01.02 – сільськогосподарські меліорації (технічні науки).

У дисертації вирішується актуальне науково-практичне завдання з дослідження технічного стану та фільтраційних втрат води з регулюючих басейнів та каналів зрошувальних систем.

Експериментально встановлено залежність електромагнітного випромінювання при змінному навантаженні в сухому та зволоженому станах у зразках лесовидних суглинків і глин. Запропоновано та обґрунтовано спосіб визначення зон фільтраційних деформацій та втрат води шляхом комплексного застосування геофізичних методів природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ) та вертикального електричного зондування (ВЕЗ), що дає змогу визначити якісні параметри і розміри порушених ділянок.

Удосконалено методіку розрахунку кількісних показників фільтраційних втрат води та запропоновано спрощений розрахунковий алгоритм, який є прикладним застосуванням формули Дарсі.

Досліджені та встановлені залежності між геологічними особливостями території розташування об'єкту та рівнем його технічного стану і розвантаженням фільтраційних потоків, що впливає на гідрогеологічний режим та еколого-меліоративний стан прилеглих територій.

Науково обґрунтовано необхідність локалізації ділянок фільтраційних втрат води з метою зосередження ремонтно-відновлювальних робіт у найбільш порушених зонах, що дозволить суттєво знизити затрати часу і коштів та підвищити загальний ККД споруди.

Ключові слова: фільтрація, регулюючий басейн, канал, зрошувальна система, геофізичні методи досліджень.

АННОТАЦИЯ

Чушкина И. В. Комплексная оценка зон фильтрации воды из регулирующих бассейнов и каналов оросительных систем. – Квалификационный научный труд на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 06.01.02 – сельскохозяйственные мелиорации (технические науки).

В диссертации решается актуальная научно-практическая задача, связанная с исследованием технического состояния и фильтрационных потерь воды из регулирующих бассейнов и каналов оросительных систем.

Экспериментально установлена зависимость электромагнитного излучения при сменной нагрузке в сухом и увлажненном состояниях в образцах лесовидных су-

глинков и глин. Предложено и обосновано способ определения зон фильтрационных деформаций и потерь воды путем комплексного применения геофизических методов естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) и вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), что позволяет определить качественные параметры и размеры нарушенных участков.

Усовершенствована методика расчета количественных показателей фильтрационных потерь воды и предложен упрощенный расчетный алгоритм, который является прикладным применением формулы Дарси.

Исследованы и установлены зависимости между геологическими особенностями территории расположения объекта и уровнем его технического состояния и разгрузкой фильтрационных потоков, что влияет на гидрогеологический режим и эколого-мелиоративное состояние прилегающих территорий.

Научно обоснована необходимость локализации участков фильтрационных потерь воды с целью сосредоточения ремонтно-восстановительных работ в наиболее нарушенных зонах, что позволит существенно снизить затраты времени и средств, а также, повысить общий КПД сооружения.

Ключевые слова: фильтрация, регулирующий бассейн, канал, оросительная система, геофизические методы исследования.

ABSTRACT

Chushkina, I.V. Integral assessment of leakage zones from the retention ponds and channels of irrigation systems. – Qualification research paper (as manuscript).

Thesis for the degree of Candidate of Engineering Sciences (PhD) in specialty 06.01.02 – agricultural reclamations (engineering sciences).

The dissertation addresses the actual scientific and practical problem of studying the technical condition and filtration losses of water from the regulating pools and channels of irrigation systems.

The dependence of electromagnetic radiation upon alternating loading in dry and moist conditions in specimens of loess clays and clays was experimentally established. A method for determination of zones of filtration deformations and water losses by complex application of geophysical methods of natural pulsed electromagnetic field of the Earth (NIEMFE) and vertical electric sounding (VES) is offered and substantiated, which allows to determine qualitative parameters and sizes of disturbed areas.

The method of calculation of quantitative indicators of water filtration losses has been improved and a simplified calculation algorithm, which is an applied application of Darcy's law, has been proposed. Investigation and establishment of dependence between the geological features of the location of the object and the level of its technical condition and unloading of filtration flows, which affects the hydrogeological regime and the ecological and ameliorative status of the adjacent territories.

The necessity of localization of sites of filtration losses of water in order to concentrate repair and restoration works in the most disturbed zones is scientifically substantiated, which will allow to significantly reduce the time and costs and increase the overall efficiency of the structure.

Key words: leakage, regulating pond, channel, irrigation system, geophysical methods.

Підписано до друку 20.05.2020 р. Формат А5 145*210.
Папір офсет. Друк плоский. Гарнітура Times New Roman.
Умов.друк.арк.1,0. Тираж 100 прим. Зам.24
Надруковано ТОВ Альянс Люкс. Проспект Шевченко, 22
м. Верхньодніпровськ