

ВИЗНАЧЕННЯ ЗОН ФІЛЬТРАЦІЇ ВОДИ З РЕГУЛЮЮЧИХ БАСЕЙНІВ ЗРОШУВАЛЬНИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ПІДТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЇ

Д. С. Пікарєня, Г. В. Гапіч

Дніпродзержинський державний технічний університет

вул. Дніпробудівська, 2, м. Дніпродзержинськ, 51918, Україна. E-mail: nippel@rambler.ru; gapich_gennadii@mail.ru

О. В. Орлінська

Дніпропетровський державний аграрний університет

вул. Ворошилова, 25, м. Дніпропетровськ, 4900, Україна. E-mail: orlinska@rambler.ru

Приведені результати дослідження технічного стану ґрунтових гребель регулюючих басейнів на зрошувальних системах геофізичним методом природного імпульсного електромагнітного поля Землі. Встановлено, що в результаті багаторічної експлуатації захисні властивості протифільтраційного екрану знижуються і вода дренирується в навколишні ґрунти. Візуально зони фільтрації не спостерігаються, тому їх розмір і площа залишаються невиясненими. Застосування методу імпульсного електромагнітного поля Землі дозволяє виділити приховані ділянки неявної фільтрації води і зони її початкового розвитку з несталим режимом, визначити їх параметри, а також оцінити напрям і характер розповсюдження потоку в підземному просторі. Показано, що наведена методика сприяє ефективному і оперативному виявленню таких зон ще на стадії формування. Запропоновані заходи, які зможуть відновити герметичність дна та бортів регулюючих басейнів, що запобігатиме фільтрації і зменшуватиме ризику виникнення екологічних проблем, пов'язаних з підтопленням території.

Ключові слова: природне імпульсне електромагнітне поле Землі регулюючий басейн, фільтрація, дамба.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН ФИЛЬТРАЦИИ ВОДЫ ИЗ РЕГУЛИРУЮЩИХ БАСЕЙНОВ ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ПОДТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ

Д. С. Пикарєня, Г. В. Гапич

Днепродзержинский государственный технический университет

ул. Днепродзержинская, 2, г. Днепродзержинск, 51918, Украина. E-mail: nippel@rambler.ru; gapich_gennadii@mail.ru

О. В. Орлинская

Днепропетровский государственный аграрный университет

ул. Ворошилова, 25, г. Днепропетровск, 4900, Украина. E-mail: orlinska@rambler.ru

Приведены результаты исследования технического состояния грунтовых дамб регулирующих бассейнов на оросительных системах геофизическим методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли. Установлено, что в результате многолетней эксплуатации защитные свойства противофильтрационного экрана снижаются и вода дренируется в окружающие почвы. Визуально зоны фильтрации не наблюдаются, потому их размер и площадь остаются не выясненными. Применение метода методом естественного импульсного электромагнитного поля Земли позволяет выделить скрытые участки неявной фильтрации воды и зоны ее начального развития с неустановившимся режимом, определить их параметры, а также оценить направление и характер распространения потока в подземном пространстве. Показано, что приведенная методика способствует эффективному и оперативному выявлению таких зон еще на стадии формирования. Предложены мероприятия, которые смогут восстановить герметичность дна и бортов регулирующих бассейнов, что сможет предотвратить фильтрацию и уменьшить риск возникновения экологических проблем, связанных с подтоплением территории.

Ключевые слова: естественное импульсное электромагнитное поле Земли, регулирующий бассейн, фильтрация, дамба.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. На теренах нашої країни збудована значна кількість гідротехнічних об'єктів. Їхнє завдання полягає в накопиченні, утриманні, перерозподілу та подачі певної кількості води до споживача. Одними з таких об'єктів є регулюючі басейни (РБ) зрошувальних систем (ЗС). Вони є прямокутними у плані резервуари води, призначеної для зрошення сільськогосподарських культур, і оточені з усіх боків ґрунтовими дамбами обвалування. Переважна більшість гідротехнічних споруд (ГТС) збудована в минулому столітті. Тривалий термін експлуатації робить ці об'єкти потенційно екологічно небезпечними. Вода, що фільтрується через дамби і дно басейну, призводить до підтоплення прилеглих територій, заболочування земель, вторинного засолення ґрунтів. Втрата води з басейну, яка не була використана при зрошенні, завдає також значні економічні збитки, пов'язані зі збільшенням об'єму замовлення на воду та зниженням

запланованої врожайності культур. Система контролю та моніторинг на даних об'єктах базується лише на візуальних обстеженнях дамб та оглядових колодязів, що в повній мірі не відображають напружено-деформаційний та технічний стан споруд. Від своєчасного реагування та усунення негативних наслідків, залежить ефективність ведення господарської діяльності. Постає необхідність застосування нових недорогих та оперативних методів діагностики технічного стану ГТС.

Мета роботи – вивчення фільтраційної властивості гідротехнічних споруд (дамб). Завданням дослідження – виявити ділянки підвищеної фільтрації води з регулюючих басейнів через тіло дамби.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. У 2013 році авторами були проведені дослідження на двох регулюючих басейнах, що знаходяться на Калинівській та Троїцькій зрошувальних системах в Синельниківському районі Дніпропетровської обла-

сті. Зовнішні контури дамби Калинівського РБ мають розміри 100x100 м, а внутрішні 50x50 м, глибина 5 м. Робочий об'єм при цьому складає 12 тис. м³. Другий басейн менший за розмірами: зовнішні контури 70x70 м, внутрішні 45x45 м, а глибина 3,5 м. Робочий об'єм – 7 тис. м³. Загальний вигляд басейнів та схематичний розріз по дамбі обвалування наведено на рис. 1.

Для виконання поставлених задач був використаний геофізичний метод природного імпульсного електромагнітного поля Землі (ПЕМПЗ).

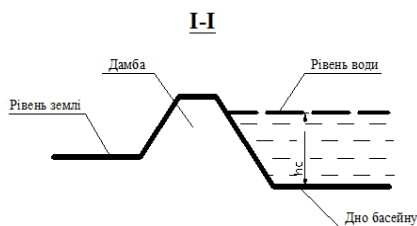
Цей метод має широке застосування при пошуках води, рудних корисних копалин, зон підвищеної фільтрації та тріщинуватості і добре зарекомендував себе на багатьох геологічних та інженерно-технічних об'єктах [1]. Його фізичний зміст базується на генерації електромагнітного поля гірськими породами або крихкими штучними матеріалами, що перебувають під впливом механічних сил стискування або розтягування.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Загальний вигляд Калинівського РБ (а), басейну на Троїцькій ЗС (б) та схематичний розріз по дамбі (в).

При зміні механічної напруги (навантаження) стрибкоподібно змінюється кількість електромагнітних імпульсів (ЕМІ): збільшення навантаження призводить до збільшення кількості ЕМІ, а у момент руйнування суцільності породи і утворення тріщин сколювання або відриву кількість імпульсів різко зменшується і надалі залишається дуже малим [2].

У разі заповнення тріщин водою відбувається ще більше поглинання ЕМІ. За аналізом схем кількості імпульсів ПЕМПЗ в тілі гідротехнічної споруди і прилеглих ділянках можливо виділяти зони різнонапруженого стану, прогнозувати області обводнення, замочування, фільтрації води і розвиток небезпечних інженерно-гідрогеологічних процесів [3]. Інакше кажучи – в обводнених зонах і зонах розущільнення відбувається поглинання електромагнітних імпульсів, що відображується зменшенням щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ. Достоїнством методу ПЕМПЗ є також висока продуктивність і мала вартість робіт.

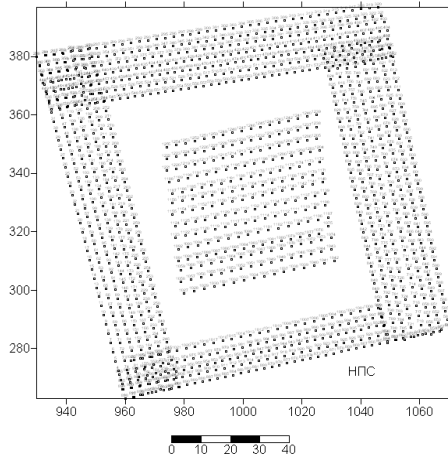
Зйомка ПЕМПЗ проводилася у профільному варіанті з відстанню між профілями 3 м, між точками спостереження на профілі 3 м. Довжина профілів складала 110 м на Калинівському, та до 70 м на Троїцькому РБ.

На Калинівському басейні також було обстежено дно басейну в період його спустошення. Загальна кількість профілів та точок спостереження на них становила: Калинівський басейн (порожній) – 40 профілів, 1255 точок; наповнений водою – 24 профілю, 724 точки. Троїцький РБ – 16 профілів, 308 точок. Карти розташування точок спостереження наведені на рис. 2.

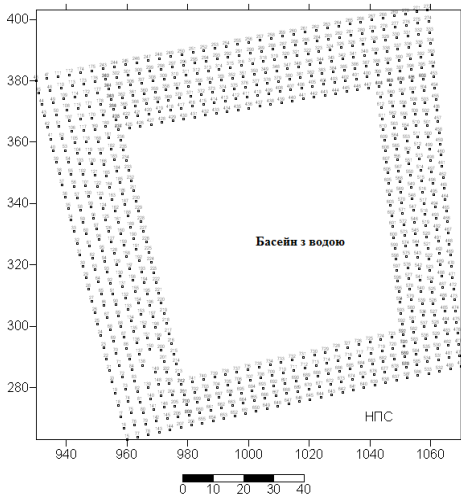
Профілі розташовувалися згідно з розташуванням бортів басейнів. Виміри проводилися в умовах сонячного дня при ясній, жаркій погоді і слабкому вітру. Спостереження ПЕМПЗ виконували за допомогою приладу МИЕМП-14/4 (серія «СІМЕІЗ») з одночасним використанням трьох антен, орієнтованих за азимутами північ-південь, захід-схід і вертикально вниз на відстані 15–20 см від поверхні землі. Зйомка здійснювалася при наступних налаштуваннях приладу, однакових для усіх трьох антен: частота дискретизації – 50 кГц, тривалість виміру – 0,2 с, коефіцієнт посилення сигналу – 10 В/мВ, рівень дискримінації – 5 мВ, режим виміру – одночасний.

На Калинівському регулюючому басейні дослідження ПЕМПЗ проведені з інтервалом два місяці – 17.04.2013 р., коли басейн був порожнім, та 17.06.2013 р. – при заповненому водою басейні.

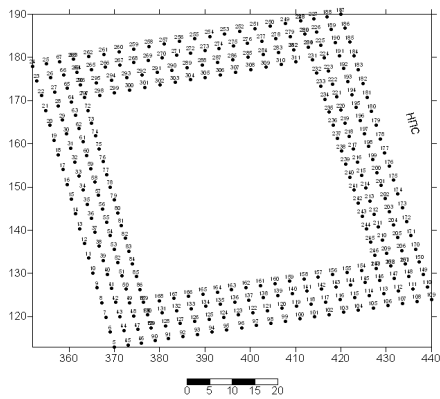
У першому випадку вдалося оцінити стан дна басейну, а в другому – динаміку фільтрації води через його борти. За результатами зйомки щільності потоку магнітної складової імпульсного електромагнітного поля Землі побудовані карти-схеми та виконана їх інтерпретація. Найбільш інформативними виявилися дані, отримані з антени східно-західного орієнтування, відповідні карти-схеми наведені на рис. 3.



а)



б)



в)

Рисунок 2 – Карта розташування точок спостереження щільності потоку магнітної складової ПІЕМПЗ: а-б – Калинівський РБ: а) – порожній; б) – наповнений водою; в) – Троїцький РБ. Координати наведені в метрах

На карті, побудованій для порожнього басейну (рис. 3,а) чітко виділяються дві зони поглинання сигналу ПІЕМПЗ. Одна з них (№ 1) розташована на східному борту басейна, ближче до насосної станції, друга – в північно-східному зчленуванні бортів. Су-

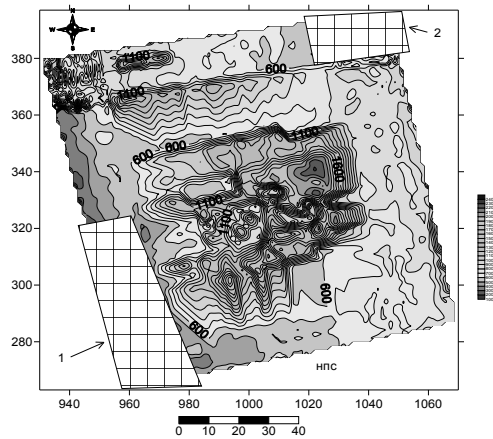
дючи з рисунку поля ПІЕМПЗ, дно басейна знаходиться в задовільному стані.

Після заповнення басейну водою проведені додаткові дослідження ПІЕМПЗ по його бортах.

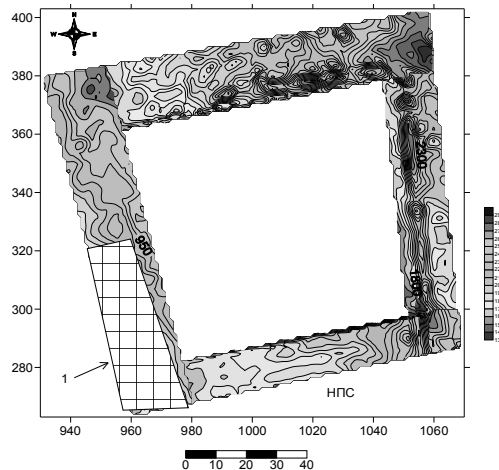
На карті-схемі ПІЕМПЗ (рис. 3,б) видно, що зона поглинання сигналу №1 відповідає виділеній раніше, а друга зона не виділяється зовсім.

Таким чином можна вважати, що зона поглинання сигналу ПІЕМПЗ №1 є чітко встановленою та відповідає зоні фільтрації води крізь борт басейну. Рисунок поля ПІЕМПЗ (рис. 3) показує, що з боку басейну фільтрація проходить спочатку лінійно, а потім потік розтікається на південь. Ймовірно, що джерелом фільтрації є підводна труба, розташована саме в цьому місці (рис. 4,а). Ширина цієї зони фільтрації становить 45–48 м. Зона фільтрації № 2 (рис. 3,а) може інтерпретуватися як ділянка початкового розвитку фільтраційних процесів з несталим режимом.

Сприяття його розвитку може незадовільний внутрішній стан басейну в цьому місці (рис. 4,б).



а)



б)

Рисунок 3 – Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ПІЕМПЗ порожнього (а) та наповненого водою (б) Калинівського РБ.

Штриховка – зони поглинання імпульсів, їх номери. Градаційна шкала – щільність потоку імпульсів за секунду. Координати наведені в метрах.

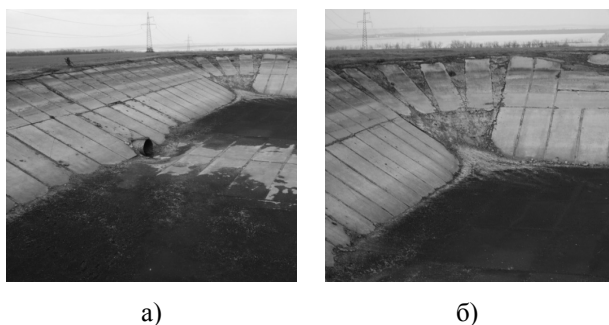


Рисунок 4 – Підвідна труба (а) та зона зчленування північного і східного бортів (б) Калинівського регулюючого басейна

На Троїцькому регулюючому басейні дослідження ПЕМПЗ проведені при заповненому водою стані. Найбільш інформативними виявилися дані, отримані для антени орієнтування північ-південь (рис. 5). Аналіз карти дозволяє впевнено виділити дві зони поглинання сигналу ПЕМПЗ, які відповідають зонам замочування, та декілька потенційних зон фільтрації, які поки не розвинуті. Так, зона фільтрації № 1 приурочена до зчленування південного і західного бортів дамби та має розмір біля семи метрів. У рельєфі вона виділяється характером зміни рослинності та незначним просіданням поверхні. Зона фільтрації №2 розташована на східному борту басейна ближче до його зчленування з північним бортом. Її ширина складає близько 10 м.

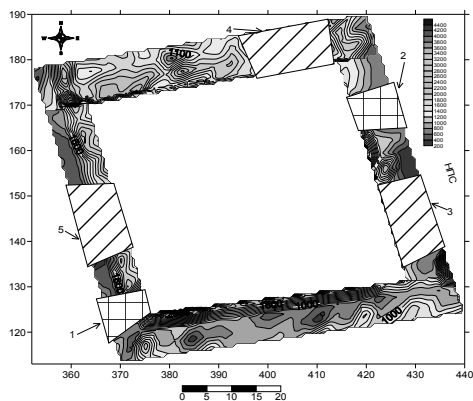


Рисунок 5 – Карта-схема щільності потоку імпульсів магнітної складової ПЕМПЗ Троїцького РБ. Штриховка: клітинка – наявні зони замочування ґрунтів, коса – ймовірні зони замочування та їх номери. Градаційна шкала – щільність потоку імпульсів за секунду. Координати наведені в метрах

Ймовірні зони замочування або початкового розвитку фільтрації показані на рис. 5 косою штриховкою. Взагалі вся зона зчленування північного та східного бортів потребує підвищеної уваги з огляду на великі розміри.

Для ліквідації можливих наслідків підтоплення території та зменшення фільтраційних витрат води з басейнів необхідно провести ремонтно-профілактичні роботи: замінити підвідні трубу та ущільнити ґрунтову насип дамби. Необхідно забезпечити герметичність стиків між залізобетонними плитами, якими вкриті внутрішні відкоси басейнів. Завдяки цьому можна суттєво зменшити втрати води, що не дозволить розвиватися небезпечним екологічним явищам, таким як підтоплення, вторинне засолення ґрунтів та заболочування прилеглої території, зниження механічної міцності ГТС.

ВИСНОВКИ. Результати дослідно-методичних робіт методом ПЕМПЗ показали, що він є оптимальним та доцільним для виявлення зон фільтрації води зі штучно створених басейнів.

За допомогою ПЕМПЗ можна виділити сухі та обводнені зони у плані, вивчати їх розповсюдження та встановлювати напрямки току рідини.

Простота та оперативність досліджень дозволяють розповсюдити цей досвід на інші об'єкти, у тому числі техногенно навантажені (шламо-, хвостосховища, відстійники, тощо). Це дозволить запобігти негативному впливу подібних джерел забруднення на довкілля, зокрема на підземну гідросферу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Опыт применения метода естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ) для решения инженерно-геологических и геологических задач / Д.С. Пикареня, О.В. Орлинская – Днепропетровск: «СВИДЛЕР», 2009. – 120 с.
2. О влиянии электромагнитных полей на образование гидротермально-метасоматических рудных формаций / О.В. Орлинская, Д.С. Пикареня, Г.М. Стовас, М.М. Довбнич // Збір. наук. праць УкрДГРІ. – 2007. – № 2. – С. 98–104.
3. Оцінка міцностних властивостей ґрунтових дамб методом природного імпульсного електромагнітного поля Землі / О.В. Орлінська, Д.С. Пікареня, Н.М. Максимова та ін. // Збір. наук. праць НГУ. – 2012. – № 37. – С. 17–23.

DETERMINATION OF FILTRATION WATER SECTIONS OF REGULATIVE BASINS OF IRRIGATORY SYSTEMS FOR TERRITORY UNDERFLOODING PREVENTION

D. Pikarenya, G. Gapich

Dniprodzerzhinsk State Technical University

vul. Dniprobudivska 2, Dniprodzerzhinsk, 51918, Ukraine. E-mail: nippel@rambler.ru; gapich_gennadii@mail.ru

O. Orlynska

Dnipropetrovsk State Agrarian University

vul. Voroshilova 25, Dnipropetrovsk, 4900, Ukraine. E-mail: orlynska@rambler.ru

In the article, the authors have presented the research results of technical condition of the ground dams of regulative pools of the irrigation systems using the geophysical method of the natural impulse electromagnetic field of the Earth (NIEMFE). It is found that long-term exploitation of anti-filtered screens reduces their protective properties so that water drains in the soils surrounding. As one can not observe the filtration zones, their size and area remain obscure. Using the method of NIEMFE, allows distinguishing the hidden areas of non-obvious water filtration and zones of its initial development at the unsteady mode, their parameters defining, and, also, estimating the direction and character of the underground flow distribution. It was shown that the described technique conducted the effective and operative finding of such areas on the initial stage of their forming. The authors have offered measures to recover the impermeability of bottom and walls of regulative pools. These measures are intended to prevent filtration and reduce the risk of environmental problems related to the territory flooding.

Key words: natural impulse electromagnetic field of the Earth (NIEMFE), regulating pool, filtration, dam.

REFERENCES

1. Pikarenya, D.S., Orlinska, O.V. (2009), *Opyt primeneniya metoda estestvennogo impulsnogo elektromagnitnogo polya Zemli (EIEMPZ) dlia resheniya inzhenerno-geologicheskikh i geologicheskikh zadach* [Experience of the method of natural pulsing electromagnetic field of the Earth (NPMEFE) applying to solve the engineering-geological and geological problems], SVYDLER, Dnepropetrovsk, Ukraine.

2. Orlinskaya, O.V., Pikarenya, D.S., Stovas, G.M., Dovbnich, M.N. (2007), "Effect of electromagnetic fields on the creation of hydrothermal-metasomatic ore forma-

tions", *Zbirnyk naukovykh prac UkrSGPI*, no. 2. pp. 98–104, Kyiv, Ukraine.

3. Orlinska, O.V., Pikarenya, D.S., Maximova, N.M., Gapich, G.V., Ischenko, V.M. (2012), "Evaluation of strength properties of soil dams by method of natural pulse electromagnetic field of the Earth", *Coll. works of National Mining University*, no. 37, pp. 17–23, Dnepropetrovsk, Ukraine.

Стаття надійшла 22.11.2013.