

Дем'янюк А. В., інженер (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,
ORCID ID: 0000-0002-5669-8829, a.v.demianiuk@nuwm.edu.ua)

Стефанишин Д. В., д.т.н. (Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, м. Київ,
ORCID ID: 0000-0002-7620-1613, d.v.stefanyshyn@gmail.com)

ПРО ДЕЯКІ ВИКЛИКИ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ДАНИХ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ ГРЕБЕЛЬ, ОТРИМАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ

Розглянуто основні проблеми, що виникають при обробці та інтерпретації даних інструментальних спостережень за станом гребель за допомогою сучасних автоматизованих систем контролю. Обладнання гребель такими системами розширює можливості моніторингу стану за рахунок збору даних у великих об'ємах, проте при цьому виникають певні ускладнення і виклики, що потребують врахування при розробці алгоритмів оцінки стану споруди за даними спостережень.

Ключові слова: автоматизовані системи контролю; аналіз даних інструментальних спостережень; греблі; оцінка стану споруди.

Вступ. Греблі як напірні гідроспоруди є одними із основних потенційних джерел техногенної небезпеки. Для людей, що знаходяться в нижніх б'єсах гребель, вона може бути не меншою ніж для тих, що проживають біля атомних чи хімічних виробництв [1]. Історія світового греблебудування налічує непоодинокі випадки аварій на греблях, де число загиблих перевищувало сотні осіб. В деяких країнах найбільші техногенні катастрофи пов'язують саме із аваріями на греблях (наприклад: у Франції – це руйнація греблі Мальпассе у 1959 р. із загибеллю 421 людини, в Італії – аварія на водосховищі греблі Вайонт в 1963 р. із загибеллю 2600 осіб).

Водночас греблі є одними з найбільш розповсюджених об'єктів критичної інфраструктури [2]. Вони застосовуються в різних галузях народного господарства та сферах життєдіяльності людини і значною мірою визначають рівень соціально-економічного розвитку більшості країн світу, зокрема і України.

Греблі є складними інженерними системами. Зовнішні впливи на них безперервно змінюються, так само як і безперервно відбуваються внутрішні процеси в тілі споруд та їх основах, що відображається в зміні їх стану під час експлуатації. При цьому явища, що є небезпечними для цілісності гідроспоруди, можуть розвиватися під одночасним впливом багатьох чинників, що ускладнює організацію належного нагляду за її станом.

Світовий досвід показує, що ефективний нагляд за станом греблі має включати: 1) ідентифікацію потенційних сценаріїв аварій на споруді та впровадження програм спостережень відповідно до них; 2) своєчасне виявлення ознак розвитку процесів, що можуть призвести до ініціації механізмів аварії, на їх початкових стадіях; 3) розуміння поведінки греблі та її елементів на основі фізичних параметрів, що підлягають контролю [3].

Дієвим засобом організації такого нагляду з метою запобігання аварій на греблях є забезпечення цілеспрямованих і систематичних спостережень (моніторингу) за станом гідроспоруд, зокрема сучасними інструментальними засобами. Невід'ємною частиною ефективного моніторингу стану гребель, не менш важливою, ніж проведення замірів і збір даних спостережень, є їх належна інтерпретація. Так, у Бюлетені 59 ICOLD [4] підкреслюється, що більшість гребель, які зазнали аварій, або не мали сучасних систем моніторингу, або ці системи були недосконалими, або мала місце неправильна інтерпретація зібраних даних.

Розробка методик та алгоритмів обробки даних моніторингу та оцінювання стану споруд на їх основі є не лише актуальною, а й складною інтелектуальною задачею. По-перше, з точки зору математичної постановки задачі оцінка стану греблі за даними спостережень є некоректною задачею [5]. По-друге, особливістю цієї задачі щодо гребель є не лише їх унікальність в контексті конструкції, умов експлуатації тощо. Принципово неможливим є досягнення абсолютної повноти та надійності моніторингу, який однаково надійно охоплював би всі можливі чинники впливу, ознаки, параметри, характеристики, компоненти греблі як складної системи. З практичної точки зору при інтерпретації даних спостережень при вирішенні задачі оцінки (ідентифікації) стану греблі, що експлуатується, також повинні враховуватися декілька важливих висновків із досвіду експлуатації та контролю стану гребель, зокрема [3]: 1) не кожна виявлена аномалія обов'язково в кінцевому результаті призводить до аварії;

2) будь-яка серйозна небезпека може залишатися непомітною тривалий час і, в результаті, спричинити аварію. Відповідно задача ідентифікації стану греблі розв'язується в умовах неповноти й неоднозначності емпіричних даних [6]. По-третє, зі збільшенням кількості даних спостережень проблеми, пов'язані зі стійкістю рішення можуть виникати і у відносно простих випадках [5; 7]. За умов нестаціонарності даних та нелінійності зв'язків навіть незначні варіації значень параметрів здатні призводити до можливості отримання нескінченної множини розв'язків задачі ідентифікації моделі. В результаті, ідентифікація структури та параметрів математичної моделі греблі за даними спостережень може стати практично нерозв'язною задачею [5].

Останніми десятиліттями в світі [3; 8], в тому числі і в Україні [9], відбувається широке впровадження автоматизованих систем контролю гідротехнічних споруд (АСК ГТС). Вже накопичено певний досвід роботи із такими даними, в тому числі і в межах проведених нами досліджень щодо оцінки й прогнозування стану гребель за даними АСК [10–14], які за типом і характеристиками можуть бути віднесені до «великих даних», а їх аналіз – до «інтелектуального аналізу даних» [5].

Метою цієї роботи є узагальнення та висвітлення найбільш типових проблемних питань належної, з точки зору надійних оцінок стану гребель, інтерпретації даних інструментальних спостережень, отриманих за допомогою АСК. Статтю підготовлено за матеріалами дискусії в форматі круглого столу за доповіддю-презентацією Demianiuk A. (2022) Challenges of dams monitoring data interpretation, проведеної в рамках програми тренінгу молодих інженерів Mentoring round-table program 27-го конгресу ICOLD-CIGB Congress [15].

Матеріали і методи. Традиційно контроль стану гідроспоруд включає візуальні та інструментальні спостереження, за якими отримують якісні та кількісні оцінки контрольних параметрів. Спостереження ведуть як за параметрами, які охоплюють зовнішні впливи на споруду, так і за так званими контрольними параметрами, на основі яких виконується оцінка її стану. При аналізі та інтерпретації даних спостережень значення контрольних параметрів використовують як вихідні.

Матеріалами при проведенні досліджень слугували часові ряди (ряди динаміки) даних інструментальних спостережень, отриманих за допомогою АСК ГТС Дніпровського каскаду. Приклади типових ча-

сових рядів відповідних даних наведено в [5]. Робота із ними включала такі кроки: 1) відбір даних для подальшого аналізу; 2) статистична оцінка даних; 3) оперативна оцінка стану споруди; 4) прогнозне моделювання на основі даних спостережень.

Дослідження є логічним продовженням наших попередніх робіт, основні результати яких наведено в [10–14]. При дослідженні використовували різні методи в межах цілісного підходу до досліджуваної проблеми: інтелектуального аналізу даних; теорії ймовірностей і математичної статистики; параметричної і системної теорії надійності гідротехнічних об'єктів [1]; теоретичного та емпіричного дослідження; аналізу та синтезу; експертної оцінки та порівняння; моделювання за даними спостережень. В якості основного методу досліджень використовувався комбінований ситуативно-індуктивний метод прогнозного моделювання за даними спостережень, основні положення якого сформульовано в [5; 14].

Результати. Проблеми, що виникають при інтерпретації даних АСК при інструментальних спостереженнях за станом гребель наведено в порядку їх виникнення в процесі роботи із даними при вирішенні задачі оцінки стану гребель. Основні з них такі.

1. Об'єм наявних даних не завжди відповідає об'єму даних, що використовуються. Автоматизація спрощує й прискорює проведення замірів, передачу та оцифрування даних. Відповідно стає можливим збільшення частоти замірів і накопичення великих об'ємів даних. Однак при цьому для подальшого аналізу та використання для оперативної оцінки стану греблі можуть відбиратися обмежені вибірки із загальних рядів або навіть дані на одну певну дату. Часто перевага надається останнім даним. Іншими словами, при інтерпретації даних з метою оперативної оцінки стану споруди, навіть за наявності великого їх об'єму, більше значення можуть мати відносно короткі вибірки або фрагментарні їх значення.

2. Надійність даних. Впровадження АСК ГТС має за мету не лише підвищення оперативності і регулярності збору даних, а й їх надійності. Передбачається, що точність і надійність вимірювань, що проводяться автоматизовано, має бути вищою, ніж при ручних замірах. Також очікується, що кількість хибних вимірів зменшиться. Проте за наявності розбіжностей вимірів, виконаних вручну та автоматизовано, часто більш надійними виявляються заміри, які було виконано в присутності людини. Автоматизоване вимірювання за певних умов може виявитися менш надійним.

3. Неоднорідність та нестаціонарність рядів даних. При збільшенні частоти вимірів варіація в межах великих вибірок даних закономірно підвищується. Позитивною стороною при цьому є те, що з'являється можливість відстеження ефектів, які не виявляються при менш регулярних замірах. Зокрема, в рядах даних, отриманих за допомогою АСК, більш наочно відстежуються різні типи сумнівних даних: одиничні та групові викиди, вибірки зі збільшеною варіацією, зі стрибкоподібною зміною значень тощо. При цьому може виникати необхідність залучення експертних оцінок щодо відсіювання окремих даних, або навпаки у врахуванні даних, що є викидами. Це потребує розробки спеціальних алгоритмів аналізу даних.

4. Статистичний аналіз. Некоректне використання прийомів статистичного аналізу може призвести до хибних, а іноді і зовсім беззмістовних результатів. Цьому є багато причин, окрім раніше вже названих: неоднорідність даних, нестаціонарність, висока дисперсія, наявність аномалій, автокореляція і мультиколінеарність. В кращому випадку суперечливі результати можуть коректно інтерпретуватися експертами, наприклад, виходячи з фізичного змісту величин, і, наприклад, відсіюватися, підлягати кластерному аналізу тощо. Втім існує і небезпека використання некоректних результатів, що може призвести до складання хибних висновків, і, відповідно, до прийняття неправильних, з точки зору безпеки греблі, рішень.

5. Додаткове ускладнення системи, що вивчається. Греблі самі по собі є складними природно-технічними системами [1]. Встановлення АСК фактично є введенням в систему «гребля» ще однієї компоненти. Автоматизована система може складатися із низки послідовно з'єднаних елементів, задіяних у відборі, передачі сигналу та зберіганні інформації. Вимірювальне обладнання АСК, мережі тощо не тільки здатні відображати стан греблі як системи, але і певним чином впливати на нього, наприклад, створювати додатковий опір фільтраційному потоку, викликати підпір на окремих ділянках відкритих потоків, сприяти замуленню на окремих ділянках, виникненню зосереджених шляхів фільтрації тощо. При цьому кожен із елементів АСК також має свій власний життєвий цикл та ресурс: потребує налаштування, обслуговування, зазнає старіння. При інтерпретації показів обладнання не завжди є очевидним те, що саме спричиняє аномальні покази – зміни у стані греблі чи аномалії, зумовлені змінами стану елементів АСК.

6. Оперативна оцінка стану споруди на основі даних моніторингу. Зазвичай така (попередня) оцінка проводиться експлуатаційними службами на основі формальної перевірки відповідності спостереженого значення контрольного параметра встановленій певним чином критеріальній умові у вигляді допустимого діапазону. При знаходженні спостереженого значення в допустимих межах стан греблі вважають задовільним. Вихід значення за допустимі межі вже може трактуватися як поява несприятливих процесів та явищ. Гранично допустимі значення встановлюють для кожного контрольного параметра. Проте при складанні оцінки про стан греблі в цілому не завжди враховуються значення всіх контрольних показників. При цьому в різні моменти часу частина з них може виявитися поза допустимими межами, інша частина – в допустимих межах. Алгоритм складання оцінки про стан гідроспоруди для реальної ситуації повинен бути більш складним і враховувати всі можливі ситуації із різними комбінаціями статусів всіх контрольних показників. Наприклад, різними контрольними показникам можуть присвоюватися різні рівні їх значущості при складанні оцінок стану греблі з врахуванням різного впливу відхилень цих показників на її стан як системи.

7. Призначення гранично допустимих значень контрольних параметрів. Фактично, при перевірці критеріальної умови задіяно два значення: спостережене та деяке гранично допустиме значення (ГДЗ) контрольного параметра. Відповідно достовірність оцінки стану греблі на основі такої перевірки може залежати також від того, наскільки коректно призначається ГДЗ контрольного параметра, оскільки часто такі значення призначають на експертному рівні. Чіткої методики для цього не розроблено.

8. Множинна інтерпретація. Варіантність інтерпретації. Інтерпретація даних моніторингу є складною задачею, яку відносять до зворотних, некоректних в математичному сенсі, тобто таких, в яких відомими є вихідні (кінцеві параметри, результати) і за ними встановлюються можливі причини їх виникнення. По суті задача інтерпретації даних з метою оцінки стану греблі зводиться до відновлення (своєрідного вгадування) вхідних даних, тобто певної комбінації вхідних параметрів системи, за умови, що вхідних параметрів, які описують греблю як систему, може бути багато, і невідомо за наявності яких з них мало б з'явитися спостережене значення вихідного параметра – контрольного показника. Вихідних параметрів також може бути декілька (наприклад, щодо контролю фільтрації в ґрунтовій греблі та-

кими параметрами є п'єзOMETричні рівні в декількох точках одного створу та в декількох створах і фільтраційні витрати). Водночас вихідні параметри є випадковими величинами, які за своєю природою мають варіацію, тобто точне значення вихідного параметра також є під питанням.

За таких умов фактично існує безліч розв'язків задачі, тобто безліч комбінацій вхідних параметрів, які на виході могли б дати значення контрольних параметрів в межах довірчого інтервалу. При цьому всі ці розв'язки можуть розглядатися і як рівновірогідні.

Відповідно, інтерпретація даних контролю фактично полягає у переборі найбільш вірогідних з фізичної точки зору варіантів комбінації вхідних параметрів та присвоєння їм певної ймовірності реалізації. Таким чином отримання реалістичної оцінки стану греблі може залежати і від того, які саме комбінації вхідних параметрів було відібрано, і чи враховуються найбільш значущі параметри. Це особливо актуально в умовах неоднозначності інформації про стан греблі та процеси, які відбуваються, і коли рішення приймаються на експертному рівні. Завжди існує небезпека, що найбільш вірогідна комбінація параметрів може не потрапити в складений перелік через неповноту та неоднозначність інформації про них.

9. Перевірка моделей. Верифікація. Розробка математичних моделей за даними спостережень може розглядатися як наступний крок після інтерпретації даних з метою оцінки стану греблі, з претензіями на прогнозування наступних станів. Адекватність розробленої математичної моделі перевіряють шляхом її верифікації.

Один із найбільш розповсюджених підходів до верифікації математичної моделі – використання двох груп даних: тренувальної та тестової вибірок. Для їх отримання – або розділяють наявні дані на дві частини, або при формуванні тренувальної вибірки використовують всі наявні на даний момент дані, а як тестову вибірку використовують нові дані, що надходять пізніше.

Після успішного калібрування моделі на тренувальній вибірці може виявитись, що вона не проходить перевірку на тестових даних. Проте незадовільність самої моделі – це не єдина можлива причина подібної ситуації. Проблема може пов'язуватися з недостатньою якістю даних із тестової вибірки (наприклад, через наявність відхилень і аномалій, пов'язаних із особливостями функціонування АСК, яка в будь-який момент може почати надавати хибні дані). Причиною можуть бути також і зміни, що відбулися на греблі: раптові події, поява

ознак процесів, що не проявлялися раніше або зміна характеру тренду поведінки контрольних параметрів тощо.

Висновки. Виконано узагальнення найбільш типових проблемних питань належної, з точки зору надійних оцінок стану гребель, інтерпретації даних інструментальних спостережень, отриманих за допомогою АСК. Серед них виділено необхідність оперування великими об'ємами даних, які можуть бути неоднорідними, що ускладнює їх статистичну обробку та аналіз. Через неоднорідність і нестационарність рядів даних типові методики статистичного аналізу не завжди виявляються ефективними. Слід також враховувати, що АСК може почати надавати хибні дані, тобто дані АСК потребують постійної перевірки та контролю надійності, в тому числі і шляхом ручних замірів. В свою чергу, інтерпретація емпіричних даних при оцінці стану греблі є багатоваріантною задачею, яка для її успішного розв'язання потребує розробки алгоритмів зі складними розгалуженнями на кожному із етапів роботи з ними. При цьому ми не знаємо з чим саме маємо справу: з відхиленням в стані греблі чи в стані обладнання АСК; при перевірці критеріальних умов маємо ознаки відхилень в стані греблі чи ГДЗ контрольного параметра призначено некоректно; чи розроблена математична модель є неадекватною, чи стан греблі вже не відповідає раніше встановленим трендам в поведінці контрольних параметрів. Зрештою, внаслідок того, що АСК знову дала збій, ми в певний (невизначений) момент можемо отримувати хибні дані. Крім усього перерахованого, в алгоритмі роботи з даними мають враховуватися особливості конкретної греблі та умов її експлуатації. Інакше задача інтерпретації даних спостережень за станом греблі може призвести до отримання хибних оцінок щодо її надійності та безпеки, незважаючи на її обладнання найсучаснішою АСК. З однієї сторони, це може призводити до перевитрати коштів на ремонти, з іншої – до аварій.

1. Векслер А. Б., Ивашинцов Д. А., Стефанишин Д. В. Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений. СПб. : ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева, 2002. 591 с.
2. Стефанишин Д. В., Трофимчук О. М. Методологічні підходи до оцінки та врахування ризику в задачах забезпечення надійності і безпеки гребель. *Концепція захисту критичної інфраструктури: Стан, проблеми та перспективи її впровадження в Україні* : зб. мат. міжн. наук.-практ. конф., НІСД. 2014. Вип. 5. С. 88–98.
3. Surveillance: basic elements in a "dam safety" process.

2009. ICOLD, Bulletin 138. 52 p. **4.** Dam safety – Guidelines. ICOLD. 1987. Bulletin 59. **5.** Stefanyshyn D. On One Approach to Predictive Modeling Based on Monitoring Data. *Modeling, Control and Information Technologies* : Proc. of Int. Scientific and Practical Conf. 2020. (4), P. 104–107. **6.** Demianiuk A. V., Stefanyshyn D. V. Identification of earthen dam seepage regime under condition of data ambiguity. *Екологічна безпека та природокористування*. 2019. № 2 (30). С. 30–43. **7.** Король В. В., Стефанишин Д. В. Параметрична ідентифікація математичних моделей процесів в гідротехнічних спорудах. *Математичне та комп'ютерне моделювання. Сер. Фізико-математичні науки* : зб. наук. праць / К.-Подільський нац. університет, Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАНУ. К. : ПНУ, 2008. Вип. 1. С. 100–109. **8.** General report on Q 106. Surveillance, Instrumentation, Monitoring and Data Acquisition and Processing. *ICOLD. The 27th ICOLD-CIGB Congress papers, Marseille*. 2022. 142 p. **9.** Герасимович Н. М., Чугунников В. С., Шульга В. А. Первые итоги разработки и внедрения автоматизированных систем контроля гидротехнических сооружений (АСК ГТС) гидроэлектростанций Днепровского каскада и задачи их дальнейшего совершенствования. *Гідроенергетика України*. 2007. № 2. С. 26–33. **10.** Стефанишин Д. В., Дем'янюк А. В. Прогнозування рівня води в п'єзометрі в тілі земляної греблі біля дренажу за даними регулярних п'єзометричних спостережень. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. 2014. Вип. 4(68). С. 90–99. **11.** Stefanyshyn D. V. Improving diagnostic models for forecasting the behavior of dams equipped with automated monitoring systems. *Математичне моделювання в економіці*. 2017. № 3–4. С. 50–61. **12.** Стефанишин Д. В., Дем'янюк А. В. Обґрунтування базової діагностичної моделі для контролю й прогнозування фільтрації в тілі земляної греблі за даними регулярних п'єзометричних спостережень. *Екологічна безпека та природокористування* : зб. наук. праць. 2017. Вип. 24 (№ 3–4). С. 138–147. **13.** Дем'янюк А. В., Стефанишин Д. В. Можливості та складності оцінки стану земляних гребель за даними спостережень, отриманими за допомогою автоматизованих систем контролю. *Гідроенергетика України*. 2018. № 1–2. С. 19–24. **14.** Demianiuk A., Stefanyshyn D. The prognostic modelling of piezometric levels based on seepage monitoring in earthen dams. 2020. *MATEC Web of Conferences*. 322. 01047, MATBUD'2020. 8 p. **15.** ICOLD Marseille 2022 Mentoring program. The 27th ICOLD-CIGB Congress papers, Marseille. 2022. 18 p.

REFERENCES:

1. Veksler A. B., Ivashintsov D. A., Stefanishin D. V. Nadejnost, sotsialnaya i ekologicheskaya bezopasnost gidrotehnicheskikh obyektov: otsenka riska i prinyatie resheniy. SPb. : VNIIG im. B.E. Vedeneeva, 2002. 591 s.
2. Stefanyshyn D. V., Trofymchuk O. M. Metodolohichni pidkhody do otsinky ta

vrakhuvannia ryzyku v zadachakh zabezpechennia nadiinosti i bezpeky hrebel. *Kontseptsiiia zakhystu krytychnoi infrastruktury: Stan, problemy ta perspektyvy yii vprovadzhennia v Ukraini* : zb. mat. mizhn. nauk.-prakt. konf., NISD. 2014. Vyp. 5. S. 88–98. **3.** Surveillance: basic elements in a “dam safety” process. 2009. ICOLD, Bulletin 138. 52 p. **4.** Dam safety – Guidelines. ICOLD. 1987. Bulletin 59. **5.** Stefanyshyn D. On One Approach to Predictive Modeling Based on Monitoring Data. *Modeling, Control and Information Technologies* : Proc. of Int. Scientific and Practical Conf. 2020. (4), P. 104–107. **6.** Demianiuk A. V., Stefanyshyn D. V. Identification of earthen dam seepage regime under condition of data ambiguity. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia*. 2019. № 2 (30). S. 30–43. **7.** Korol V. V., Stefanyshyn D. V. Parametrychna identyfikatsiia matematychnykh modelei protsesiv v hidrotekhnichnykh sporudakh. *Matematychni ta kompiuterne modeliuвання. Ser. Fyzyko-matematychni nauky* : zb. nauk. prats / K.-Podilskyi nats. universytet, In-t kibernetiky im. V.M. Hlushkova NANU. K. : PNU, 2008. Vyp. 1. C. 100–109. **8.** General report on Q 106. Surveillance, Instrumentation, Monitoring and Data Acquisition and Processing. *ICOLD. The 27th ICOLD-CIGB Congress papers*, Marseille. 2022. 142 p. **9.** Gerasimovich N. M., Chugunnikov V. S., Shulga V. A. Pervyie itogi razrabotki i vnedreniya avtomatizirovannykh sistem kontrolya gidrotekhnicheskikh sooruzheniy (ASK GTS) gidroelektrostantsiy Dneprovskogo kaskada i zadachi ih dalneyshego sovershenstvovaniya. *Hidroenerhetyka Ukrainy*. 2007. № 2. P. 26–33. **10.** Stefanyshyn D. V., Demianiuk A. V. Prohnozuvannia rivnia vody v piezometri v tili zemlianoi hrebli bilia drenazhu za danymy rehuliarnykh piezometrychnykh sposterezhen. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky*. 2014. Vyp. 4(68). S. 90–99. **11.** Stefanyshyn D. V. Improving diagnostic models for forecasting the behavior of dams equipped with automated monitoring systems. *Matematychni modeliuвання v ekonomitsi*. 2017. № 3–4. S. 50–61. **12.** Stefanyshyn D. V., Demianiuk A. V. Obgruntuvannia bazovoi diahnostychnoi modeli dlia kontroliu y prohnozuvannia filtratsii v tili zemlianoi hrebli za danymy rehuliarnykh piezometrychnykh sposterezhen. *Ekolohichna bezpeka ta pryrodokorystuvannia* : zb. nauk. prats. 2017. Vyp. 24. № 3–4. S. 138–147. **13.** Demianiuk A. V., Stefanyshyn D. V. Mozhlyvosti ta skladnosti otsinky stanu zemlianykh hrebel za danymy sposterezhen, otrymany za dopomohoiu avtomatyzovanykh sistem kontroliu. *Hidroenerhetyka Ukrainy*. 2018. № 1–2. S. 19–24. **14.** Demianiuk A., Stefanyshyn D. The prognostic modelling of piezometric levels based on seepage monitoring in earthen dams. 2020. *MATEC Web of Conferences*. 322. 01047, MATBUD'2020. 8 p. **15.** ICOLD Marseille 2022 Mentoring program. The 27th ICOLD-CIGB Congress papers, Marseille. 2022. 18 p.

Demianiuk A. V., Engineer (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Stefanyshyn D. V., Doctor of Engineering** (Institute of Telecommunications and Global Information Space of National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv)

SOME CHALLENGES IN THE INTERPRETATION OF THE DATA OF INSTRUMENTED MONITORING OF THE DAM CONDITION OBTAINED WITH AUTOMATED MONITORING SYSTEMS

As water retaining structures dams are hazard potential. An effective way of dam failure prevention is providing dam control (monitoring). Proper interpretation of monitoring data is a crucial part of dam control which is as important as measurements and collecting observational data.

Development of the algorithms and techniques of data processing and assessment of the dam condition based on monitoring data is a currently important but also a complicated intelligent problem.

During the last decades automated monitoring systems (AMS) are widely used for hydraulic works control in the world and in Ukraine as well. Much experience in handling of monitoring data has already been gained. In the paper the generalization of the typical issues of the proper interpretation of instrumented control data obtained with the use of AMS in regards to the consistency of dam condition estimates is done.

The complications in data handling can occur as on the step of the preliminary processing and preparing of the data, as on the step of statistical analysis, as well on the step of data interpretation.

Monitoring data by their nature, volume and characteristics can be classified as “big data” and the processing and interpreting of data should be considered as an “intelligent data analysis”.

Besides, it must be taken into account that AMS can start to produce faulty data at any moment that leads to the need of providing constant control of the reliability of AMS operation.

Furthermore, interpretation of the empirical data for the purpose of the assessment of dam condition is a multivariate problem. It requires the development of advanced algorithms with branching on each step of the problem solving. The particularities of the hydraulic works and special aspects of their operation should also be taken into account in the algorithm of data interpretation.

In this insight the problem of the dam monitoring data interpretation can become challenging. Neglecting the mentioned issues can result in obtaining faulty estimates of the reliability and safety of the dam in spite of implementation of the most up-to-date AMS equipment. On one hand the wrong estimates of dam condition can result in overrun in cost of repairing, on the other hand it can lead to dam failure.

***Keywords:* automated monitoring system; analysis of the instrumentation monitoring data; dam; assessment of the condition.**
