

## Геоінформаційна система моніторингу стану річкових вод

Олена Заміховська<sup>1</sup>, Леонід Заміховський<sup>2</sup>, Іван Левицький<sup>3</sup>, Микола Николайчук<sup>4</sup>

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
вул.Карпатська, 15, Івано-Франківськ, Україна, 76019

<sup>1</sup>[elenazam@meta.ua](mailto:elenazam@meta.ua), <https://orcid.org/0000-0003-0775-0472>

<sup>2</sup>[leozam@nung.edu.ua](mailto:leozam@nung.edu.ua), <https://orcid.org/0000-0002-6374-8580>

<sup>3</sup>[letis@ukr.net](mailto:letis@ukr.net), <sup>4</sup>[nmj\\_2010@ukr.net](mailto:nmj_2010@ukr.net)

Отримано 26.04.2021, прийнято 19.05.2021

<https://doi.org/10.32347/tit2141.0208>

### ВСТУП

Недостатня і несвоєчасна прогнозованість про рівень розвитку повеней (водопілля), паводків і селевих потоків, а також відсутність сучасного, повноцінного та цілісного захисного комплексу призводять до щорічних збитків у аграрному, промисловому та соціальному секторах економіки, а також людських жертв (30 чол. у 2008 р. в Україні). Найбільш негативно знаковими були паводки 1969, 1974, 1980, 2000, 2008, 2019, 2020 років. При цьому затоплення територій, які мали місце в Івано-Франківській області у 2000–2008 роках завдали об'єктам господарювання та населенню області збитків на загальну суму понад 5,2 млрд. грн.

Не дивлячись на ряд існуючих систем контролю і прогнозування рівня паводкових вод, таких як “ТИСА”, “Прикарпаття”, “АКСОН”, і ін., вони не знайшли широкого практичного застосування через низьку ефективність, значну вартість та не врахування водно-фізичних властивостей ґрунтів. У зв'язку з цим актуальною залишається задача розробки систем моніторингу та прогнозування рівня паводкових вод з метою попередження, або зменшення можливих збитків у аграрному, промисловому та соціальних секторах економіки від їх негативних наслідків.

### МЕТА І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мета дослідження полягає у розробці геоінформаційної системи моніторингу стану річкових вод – «ГІС Дністер» на базі

сучасних апаратно-програмних засобів, параметруванні ультразвукового сенсора рівня XPS10 [1] разом зі «smart»-перетворювачем Multiranger 100 [2] та дослідження ехо-профілів ультразвукових сигналів на базі інструментарію «DELPHIN PLUS V1.5» [3].

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Для побудови сучасних інформаційних систем збору, обробки, передавання і зберігання даних все частіше застосовуються «smart»-перетворювачі фізичних величин. В процесі інтеграції таких перетворювачів в інформаційні системи необхідно вирішувати задачі з організації апаратно-програмних засобів для параметрування і діагностики «smart»-перетворювачів, налагодження комунікаційного середовища промислового зв'язку, розробки алгоритмів збору, обробки і передавання даних, дослідження характеристик вимірювальних сигналів, також дослідження інформаційних процесів в таких системах [4, 5].

На виході «smart»-перетворювача Multiranger 100 формується уніфікований струмовий сигнал (4-20 мА), що подається на PLC S7-1200 [6], де оцифровується, нормується і масштабується для подальшого використання в складі геоінформаційної системи моніторингу вод ріки «Дністер».

Аналіз ехо-профілів ультразвукового сенсора рівня XPS10 показав, що достовірність правильного прийому відбитого від поверхні сигналу залежить від багатьох чинників (температури води і повітря, вологості, наявності різного роду електромаг-

нітних завод та будівельних конструкцій).

В системі реалізовано можливість віддаленого зчитування ехо-профілів ультразвукового сенсора рівня XPS10, що надало можливість проаналізувати значну кількість ехо-профілів при різних умовах зовнішнього середовища, а отже підібрати оптимальні параметри і режими роботи для ультразвукового сенсора рівня XPS10 і «smart»-перетворювача Multiranger 100.

Розширено функціональні можливості системи, в тому числі шляхом блокування окремих складових ехо-профілів, що виникають за рахунок конструктивних перешкод при вимірюванні дистанції або рівня на об'єктах контролю.

**Призначення і склад системи моніторингу.** Геоінформаційна система моніторингу призначена для здійснення віддаленого моніторингу основних метеорологічних параметрів річкових вод і навколишнього середовища в контрольованих точках і передачі вимірювальних та візуальних даних для їх подальшої обробки, візуалізації, документування і тривалого зберігання. Розроблена «ГІС Дністер» була змонтована на опорі старого моста через ріку Дністер в м. Галичі (Івано-Франківська область).

Система дозволяє організувати локальні і центральні диспетчерські пункти і функціонує в режимі реального часу.

До складу «ГІС Дністер» входять наступні компоненти:

- серверна робоча станція на базі IBM-PC;
- промислові iRZ-роутери стандарту GSM для безпроводного промислового зв'язку;
- програмований логічний контролер (ПЛК) SIMATIC S7-1200 «Siemens»;
- сигнальні модулі SM для обробки і оцифрування вихідних сигналів з датчиків;
- комунікаційне обладнання (блоки живлення, комутатори, з'єднувачі, кабелі, інш.);
- датчики основних метеорологічних параметрів;
- програмне забезпечення верхнього рівня – SCADA-система (система диспетчерського управління і збору даних).

Система розроблена як єдиний апаратно-

програмний комплекс з розподіленою архітектурою і оптимізована для роботи з віддаленими об'єктами моніторингу і локальними та центральним диспетчерськими пунктами. Відповідно до технічного завдання, система здатна виконувати будь-які задачі зі збору, первинної обробки, передачі та зберігання контрольованих параметрів.

Апаратна частина комплексу побудована на основі продукції світових виробників в галузі промислової автоматизації і зв'язку. Основні функції контролю і управління реалізовані на апаратно-програмних засобах концерну «Siemens».

Система сумісна з сенсорами і виконавчими механізмами з уніфікованими сигналами вимірювання і управління широкого кола виробників.

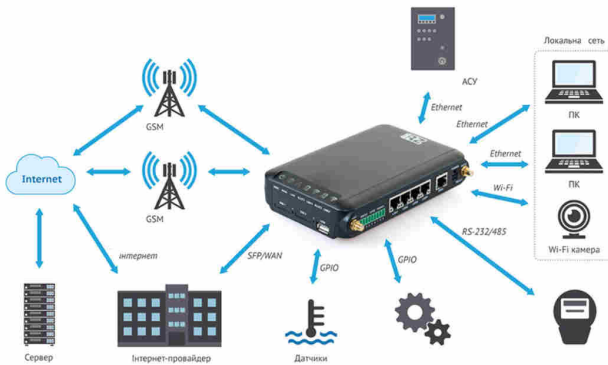
Комунікаційна мережа реалізована на основі VPN (Virtual Private Network) мобільного оператора «Kyivstar» стандарту GSM, що забезпечує доступ до технологічного обладнання практично на всій території України і захищеність від несанкціонованого доступу.

Для контролера і робочої станції розроблено прикладне програмне забезпечення, яке адаптується під конфігурацію обладнання конкретного об'єкту. Діалог диспетчера з системою реалізований у формі мнемосхем (сторінок інтерфейсу) в SCADA-системі (Supervisory Control And Data Acquisition – системі диспетчерського управління і збору даних). Забезпечено функції візуалізації, архівування, попереджувальної сигналізації про вихід контрольованих параметрів за допустимі межі та документування параметрів моніторингу.

В розширеному варіанті системи передбачено можливість контролю додаткових параметрів (мутність води, швидкість течії та ін.), а також керування виконавчими механізмами (електроприводі насоси, електроприводна запірні арматура, підсистеми освітлення, сигналізації та ін.).

Конструктивно основні пристрої системи виконані за модульним принципом і розміщені в монтажному контейнері (крім сенсорів, виконавчих пристроїв і робочої станції диспетчера). Система призначена для безперервного функціонування.

**Функціональна схема автоматизованої системи моніторингу.** На Рис. 1 наведено функціональну схему «ГІС Дністер»



**Рис. 1.** Функціональна схема «ГІС Дністер»

На Рис. 2 наведено монтажний контейнер «ГІС Дністер» з контрольно-вимірювальним, керуючим і комунікаційним обладнанням.



**Рис. 2.** Зовнішній вигляд монтажного контейнера «ГІС Дністер» з контрольно-вимірювальним, керуючим і комунікаційним обладнанням

**Диспетчерський інтерфейс системи.**

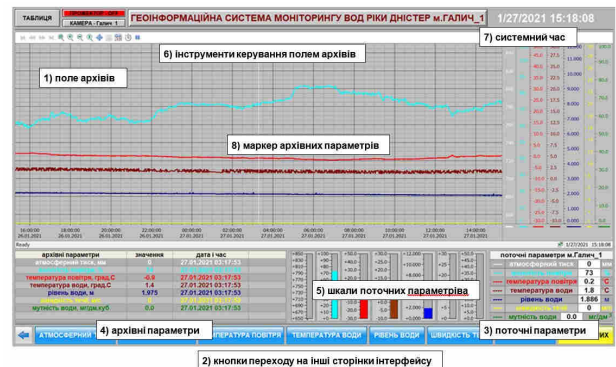
У приміщенні центральної диспетчерської встановлюється робоча станція диспетчера, яка забезпечує моніторинг віддалених об'єктів. При запуску програми на диспетчерському комп'ютері, на екрані монітору виводиться заставка інтерфейсу «ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВОД РІКИ ДНІСТЕР».

Активація лівої кнопки маніпулятора

«миш» по обраному об'єкту переводить до наступного вікна інтерфейсу обраного об'єкту («АТМОСФЕРНИЙ ТИСК», «ВОЛОГІСТЬ ПОВІТРЯ», «ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ», «ТЕМПЕРАТУРА ВОДИ», «РІВЕНЬ ВОДИ», «ШВИДКІСТЬ ТЕЧІЇ», «МУТНІСТЬ ВОДИТ», «ТАБЛИЦЯ»).

Основна частина головної сторінки інтерфейсу містить такі компоненти (Рис. 3):

- 1) поле архівів у вигляді трендів основних метеорологічних параметрів вод ріки Дністер і навколишнього середовища зі шкалами відповідного кольору і шкалою часу;
- 2) кнопки переходу на інші сторінки інтерфейсу;
- 3) поточні параметри моніторингу;
- 4) архівні параметри моніторингу;
- 5) шкали поточних параметрів;
- 6) інструменти керування полем архівів;
- 7) системний час;
- 8) маркер архівних параметрів (переміщувана вертикальна біла лінія).



**Рис. 3.** Компоненти головної сторінки інтерфейсу «ГІС Дністер»

Інші сторінки інтерфейсу системи моніторингу містять інформацію відповідно до контролюваного параметру:

- вологість повітря (блакитний тренд – від 0 до 100%);
- температура повітря (червоний тренд – від -30 до +50°C);
- температура води (темно червоний тренд – від -10 до +30°C);
- рівень води (синій тренд – від 0 до 12 м).

Вікно табличного архіву призначене для архівування табличних значень з обраним

інтервалом часу. Інтерфейс вікна дозволяє здійснювати перегляд архівів параметрів. Перша колонка відображає номер запису, друга - дату і час запису, всі інші – відповідні архівні параметри. Для перегляду попередніх значень табличних архівів необхідно активувати кнопку «ПАУЗА» і за допомогою інструменту «прокрутки» перейти до необхідної дати і часу.

### ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Розроблений на базі сучасних апаратно-програмних засобів базовий варіант геоінформаційної системи моніторингу стану річкових вод пройшов апробацію на річці Дністер, показав свою працездатність і ефективність та прийнятий для подальшого використання.

Реалізоване в системі дистанційне параметрування та зчитування ехо-профілів ультразвукового сенсора рівня XPS10 розширило функціональні можливості системи та надало можливість проаналізувати і дослідити значну кількість ехо-профілів при різних умовах зовнішнього середовища, в результаті чого були підібрані оптимальні параметри і режими роботи для ультразвукового сенсора рівня XPS10 і «smart»-перетворювача Multiranger 100.

За рахунок модульності та уніфікованості, базова система «ГІС Дністер» може бути розширена чи модернізована і доукомплектована іншими типами сенсорів.

**Ключові слова:** геоінформаційна система, метеорологічні параметри, «smart»-перетворювачі, ехо-профілі, PLC, SCADA.

### ЛІТЕРАТУРА

1. (2013) Ultrasonic Transducers XPS10/15F. Operating Instructions: Siemens (A5E32725813) 08/2013, 28.
2. (2019) Ultrasonic controllers MultiRanger 100/200. Operating Instructions: Siemens (7ML19985FB06, rev 6.2).– 11/2019, 282.
3. (2002) DOLPHIN PLUS. Instrument configuration software. Siemens Milltronics. 9.
4. Заміховський Л.М., Николайчук М.Я. (2018) Апаратно-програмний комплекс для параметрування і вводу в експлуатацію Smart-перетворювачів АСУ ТП. Інтелектуальний продукт вчених, винахідників і раціоналізаторів Прикарпаття. Щорічний каталог найвагоміших винаходів, корисних моделей, промислових зразків і раціоналізаторських пропозицій. Довід. вид. Івано-Франківськ, 30-33.
5. Николайчук М.Я. (2018) Апаратно-програмний комплекс для дистанційного параметрування smart-перетворювачів у складі АСУ ТП. Збірник тез доповідей XIV міжнародної конференції Контроль і управління в складних системах 15-17.10.2018, Вінниця.
6. (2019) S7-1200 Programmable controller. System Manual: Siemens (A5E02486680-AN, V4.4). 11/2019, 1542.