

УДК 556.5

СУЧАСНИЙ СТАН АВТОМАТИЗОВАНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ПОСТІВ

Л. А. Холоденко

здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, 4 курс,
спеціальність «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»,
навчально-науковий інститут енергетики, автоматики та водного господарства
Наукові керівники – к.геогр.н., доцент Т. О. Басюк;
к.геогр.н., доцент В. С. Холоденко

*Національний університет водного господарства та природокористування,
м. Рівне, Україна*

В статті розглянуто сучасні автоматизовані вимірювальні системи, які застосовуються сьогодні на гідрометеорологічних постах річок України. Автоматизовані гідрометеорологічні пости розглянуто за наступними складовими: сучасний стан АВС, будова, передача даних, збір та аналіз даних. Наведено приклади візуалізації представлення даних та перелік параметрів дослідження на АВС.

Ключові слова: автоматизований гідрометеорологічний пост, річки, передача даних, збір та аналіз даних, дослідження на АВС.

The article examines modern automated measuring systems that are used today at hydrometeorological stations of the rivers of Ukraine. Automated hydrometeorological posts are considered according to the following components: the current state of the ABC, structure, data transmission, data collection and analysis. Examples of visualization of data presentation and a list of research parameters on ABC are given.

Keywords: automated hydrometeorological station, rivers, data transfer, data collection and analysis, research on ABC.

Автоматизовані гідрометеорологічні пости на річках України відіграють важливу роль у гідрологічних та метеорологічних дослідженнях, оскільки фіксують процеси, що відбуваються на водних об'єктах і стають важливим джерелом отримання гідрологічної інформації. Враховуючи той факт, що систематичні гідрологічні спостереження і дослідження на річках України почалися ще в 30–40-х роках ХХ ст. і на сьогодні вже ті пости потребують оновлення, зокрема, сучасного стану автоматизованої системи збору, обробки, контролю гідрометеорологічних даних на водних об'єктах. Сьогодні в період широких інформаційних, технічних, програмних можливостей, процес автоматизації гідрометеорологічних спостережень в Україні відновлюється на якісно новому рівні з використанням автоматизованих вимірювальних систем (АВС). Але обмеженість доступу до гідрологічних характеристик на річках створює великі труднощі у наукових дослідженнях з даної тематики для науковців та практиків водного профілю. Також згідно із стратегією розвитку гідрометеорологічної діяльності в Україні на період до 2030 року [1] через застарілі комплекси оброблення, архівації та збереження матеріалів гідрометеорологічних спостережень і спостережень за станом забруднення навколишнього природного середовища не виконуються завдання щодо збирання, передавання, оброблення та узагальнення інформації, забезпечення автоматизованого доступу до неї користувачів відповідно до вимог Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО). Тому інформація із сучасних автоматизованих постів стає затребуваною та актуальною.

Метою статті є розглянути стан існуючих автоматизованих систем гідрометеорологічних постів, оцінити їх переваги, недоліки та можливості візуалізації важливих даних гідрометеорологічних спостережень.

Відповідно із мети випливають основні **завдання** дослідження:

- 1) розглянути сучасний стан АВС в Україні;
- 2) дослідити будову автоматизованих гідрометеорологічних постів;
- 3) визначити передачу даних;
- 4) визначити збір та аналіз даних;
- 5) дослідити приклади візуалізації представлення даних та перелік параметрів дослідження на АВС.

Методами дослідження автоматизованих гідрометеорологічних постів були: літературні, текстові джерела інформації; інформаційний портал УГЦ ДСНС України; модельний; застосування статистичних, математичних, порівняльних методів.

Автоматизовані гідрометеорологічні пости (АГП) призначені для забезпечення автоматизованого вимірювання, збору даних, обробки, кодування, архівації і передачі гідрометеорологічної інформації. Дослідженнями в напрямку АГП займалися автори Ляшенко Г. В., Данілов Н. В., Глушков А. В., Паламарчук Л. В., Шевченко О. Г., Холоденко В. С., Косяк Д. С., Галік О. І., Будз О. П. та інші. За дослідженнями авторів [2] вся гідрометеорологічна інформація за спостереженнями на відповідних станціях та постах надходить до обласних центрів з гідрометеорології (далі – ЦГМ), який є державною бюджетною організацією та знаходиться у сфері управління Державної Служби України з надзвичайних ситуацій (далі – ДСНС України) і безпосередньо підпорядковується Українському гідрометеорологічному центру ДСНС України (УкрГМЦ).

Первинна інформація з постів надходить в оперативно-виробничі організації для аналізу, узагальнення та підготовки матеріалів Державного водного кадастру.

Збір та опрацювання гідрологічних даних відбувається поетапно. Головні суб'єкти цих робіт – гідрологічний пост, гідрологічна станція, обласний центр з гідрометеорології, Центральна геофізична обсерваторія.

1) На сьогодні в Україні є 54 автоматичних пости з різним поєднанням вимірювальних параметрів (рис. 1) [2]. На території Українського Полісся існує їх п'ять – Любязь–Прип'ять, Любешів–Стохід, Луцьк–Стир, Любанський міст–Прип'ять, а також на р. Дніпро – Київ–Дніпро. Найбільше автоматичних гідрологічних станцій (АГС) на Закарпатті – 30, всі вони належать Басейновому управлінню водних ресурсів р. Тиса (БУВР р. Тиса). Також на річці Дунай є 3 автоматизованих пости та 7 АГС на річках басейнів Дністра, Прута і Сірету.

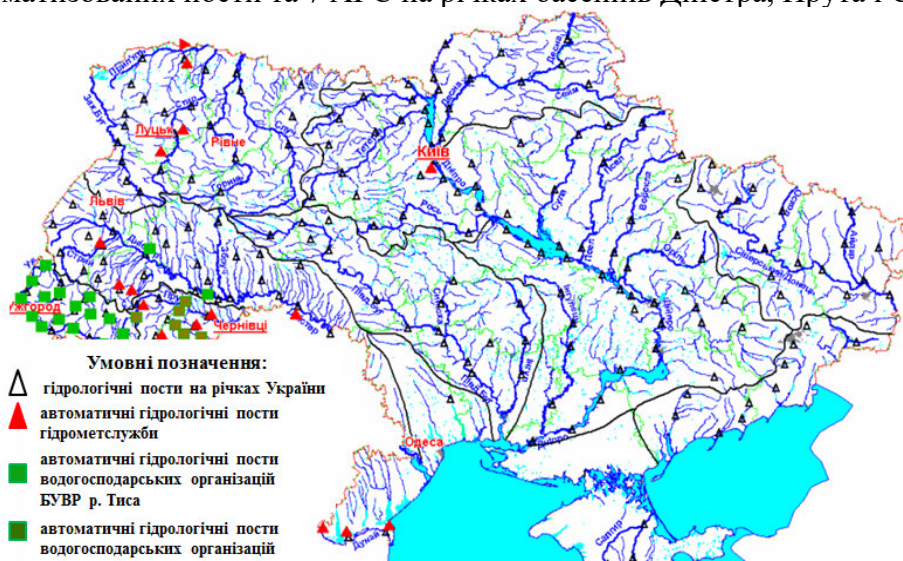


Рис. 1. Автоматичні гідрологічні станції (пости) України

Кількість автоматизованих гідрометеорологічних постів з кожним роком буде зростати.

2) Будова автоматизованих гідрометеорологічних постів дуже різна, все залежить від потреб та поставлених завдань. На рис. 2 показано різні вигляди АГП і АВС, зокрема, на р. Припять – с. Любязь, р. Прут – п. Яремче, в басейні р. Тиса с. Крива, на р. Горинь біля кордону з Білоруссю.

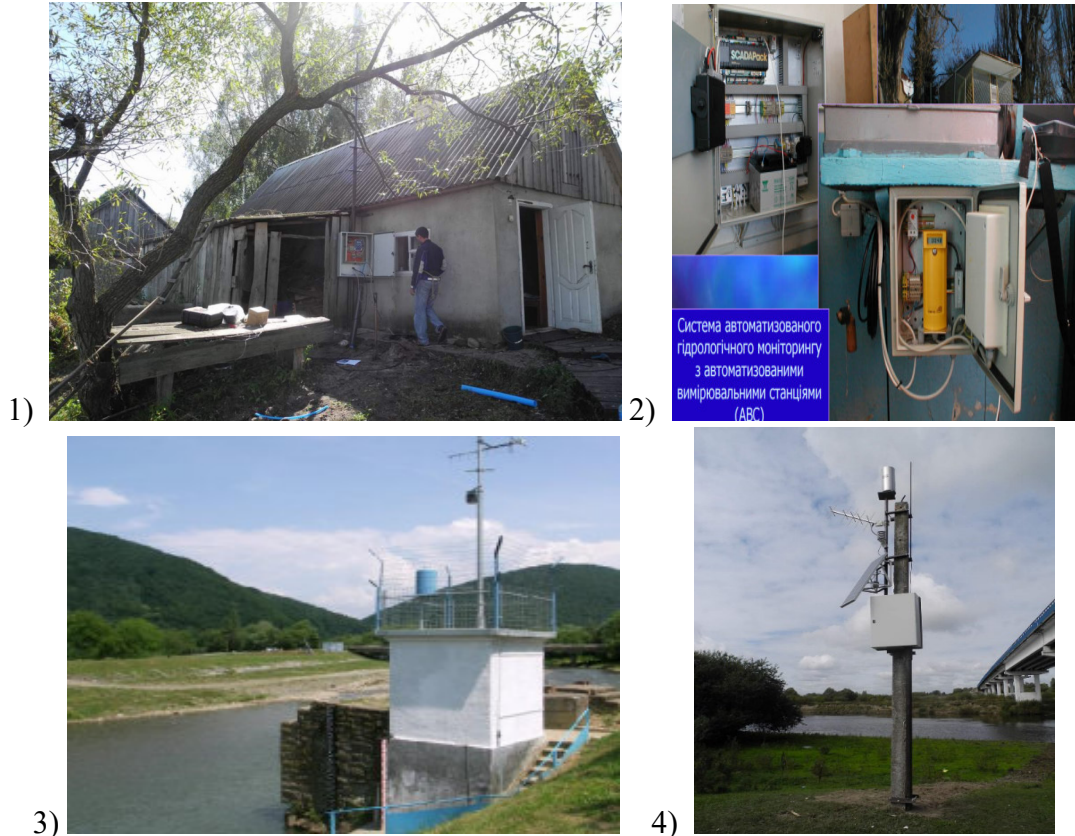


Рис. 2. Зовнішній вигляд АГП і АВС, зокрема, на рр. 1) Припять – с. Любязь, 2) р. Прут – п. Яремче, 3) в басейні р. Тиса с. Крива, 4) на р. Горинь біля кордону з Білоруссю

Необхідно відмітити, що сучасні автоматизовані гідрометеорологічні пости мають засоби та обладнання для вимірювання як гідрологічних, так і метеорологічних параметрів (сучасні автоматизовані метеорологічні станції), як показано на рис. 2.3, 2.4. А на рис. 2.1 і 2.2 показано автоматизовані гідрологічні пости, які мають відповідне обладнання (АВС) для гідрологічного спостереження та моніторингу на річках. Наприклад, як вказують автори [2] всі АВС «Тиса» можна поділити за різним призначенням, де проводять вимірювання основних гідрометеорологічних та метеорологічних елементів, станції-повторювачі, якості води, автоматизовані наносні станції та автоматизовані шлюзи. Всі автоматизовані гідрометеорологічні пости мають спеціальне програмне забезпечення, за допомогою якого результати вимірювання за різними елементами зберігаються в базі даних.

3) Дані від станцій передаються з використанням різних видів зв'язку. Наприклад, через повторювачі, супутники, мікрохвилі. Дослідимо деякі з них. Якщо передача даних здійснюється через оператора мобільного зв'язку по GPRS каналу (рис. 3).

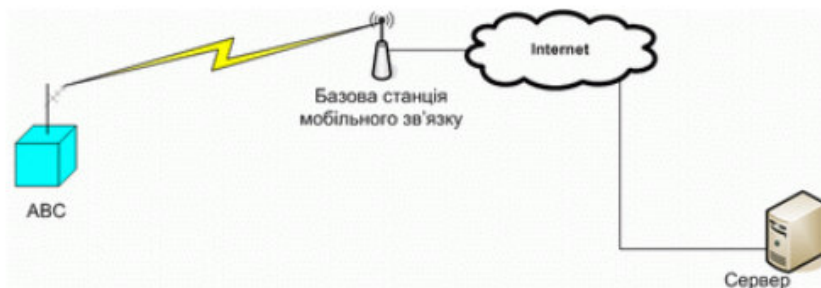


Рис. 3. Схема передачі даних здійснюється через оператора мобільного зв'язку по GPRS каналу

Недоліком такої передачі даних є необхідність покриття мобільним зв'язком в точці встановлення автоматизованої вимірювальної станції (ABC), залежність від оператора зв'язку та наявність стабільного інтернету.

Якщо передача даних здійснюється наземним радіозв'язком на УКХ частотах (рис. 4).

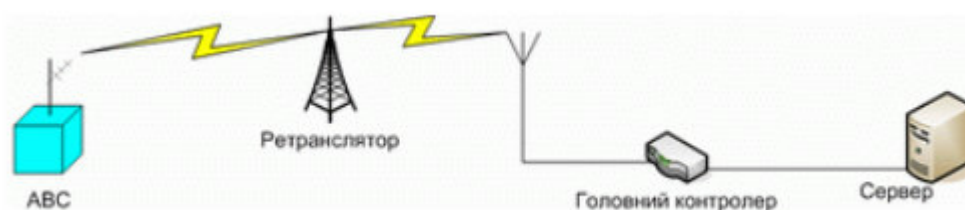


Рис. 4. Схема передачі даних здійснюється наземним радіозв'язком на УКХ частотах

Така система передачі даних також має свої недоліки, зокрема, необхідно отримати дозвіл на використання радіочастотного ресурсу, якщо відсутня пряма видимість для проходження сигналу між ABC та центром, тоді необхідно розбудовувати мережу ретрансляторів, що виражається у високих експлуатаційних витратах.

Найчастіше для передачі даних застосовують супутник METEOSAT (рис. 5).

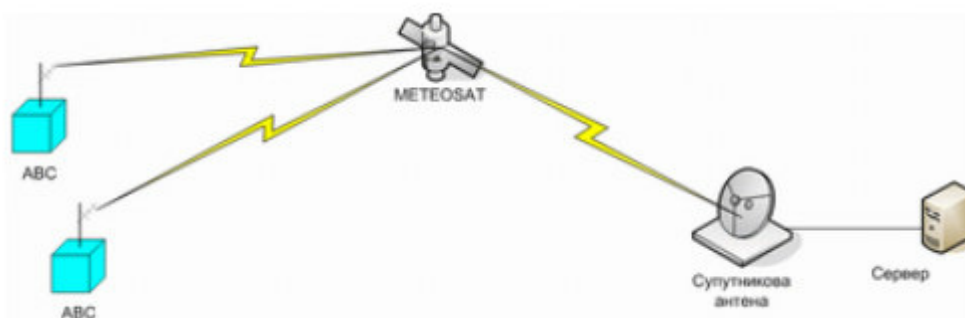


Рис. 5. Схема передачі даних супутником METEOSAT

Остання наведена схема передачі даних має свої переваги: незалежність від операторів зв'язку, повністю безкоштовний сервіс передачі даних, низькі експлуатаційні витрати, не потребує розбудови власної мережі ретрансляторів. Хоча і в такій системі є недоліки: передача даних один раз на годину у визначений період часу, необхідність отримання дозволу на використання радіочастотного ресурсу, вища вартість обладнання, мають бути відсутні завади для проходження сигналу на супутник METEOSAT.

Необхідно відмітити, що передача даних супутником METEOSAT потребує спеціального програмного забезпечення: програмне забезпечення для обробки гідрологічної

інформації; програма для обробки метеорологічної інформації; програма, яка управляє супутниковим зображенням; ArcGIS програмне забезпечення для аналізу результатів даних та створення моделюючих процесів на картах, а також інше програмне забезпечення за потребою.

Наприклад, для перетворення рівня води в річці, висоти та періоду хвилі, температури води, кількості та інтенсивності твердих і рідких опадів, напрямку і швидкості вітру, вологості повітря, барометричного тиску в кодові електричні сигнали необхідно, щоб була забезпечена незалежна пам'ять архівних даних, вона повинна бути захищена від несанкціонованого доступу до них. Проведена індикація, архівація, і передача гідрометеорологічної інформації в реальному часі.

За даними авторів [2] найбільша мережа існуючих автоматизованих інформаційно-вимірвальних систем (АІВС), на яких ведеться спостереження за рівнем води річок у період паводкових вод здійснюється системою «ТИСА», «Прикарпаття», комп'ютерною системою з автономними давачами, системою «АКСОН», акустичною системою контролю рівня води річок, інтелектуальною системою прийняття рішень при прогнозуванні повеней та комплексною системою загальнонаціонального протиповеневого моніторингу.

4) Збір та аналіз даних гідрометеорологічних параметрів відбувається за допомогою програмного забезпечення. Наприклад, на рис. 6 показано дані АГС для басейну р. Прип'ять. Основні параметри, які показує АВС – дата і час, рівень води в см, опади, температуру повітря та води, вологість повітря в реальному часі на 30.10.2024 р. [3].

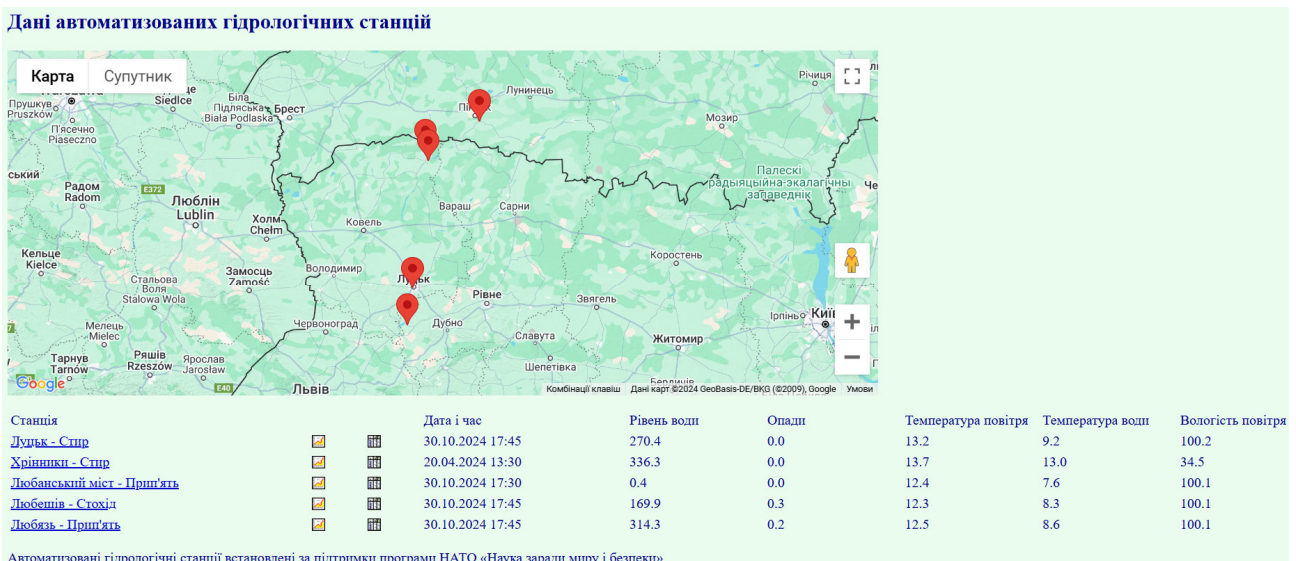


Рис. 6. Візуалізація представлення даних АГС для басейну р. Прип'ять

Також необхідно відміти, що збір та аналіз даних на автоматизованих гідрометеорологічних постах на річках може відбуватися за місяць, рік, багаторічний період. Так, на рис. 7 показано візуалізацію даних АГС на р. Дністер – п. Самбір за місяць вересень 2024 р. з графіком рівнів води за цей період [4].

Автоматичні гідрологічні пости

Пост: Дата З: Дата По:

Таблиця рівнів води за період

Дата/год.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Max	Min	Average	
01.09.2024	195	195	196	-	-	-	195	196	196	196	196	197	194	194	195	196	196	191	192	193	193	194	194	-	197	191	195	
02.09.2024	195	196	196	193	-	-	195	195	196	192	193	193	194	194	195	195	192	193	-	-	-	-	-	-	196	192	194	
03.09.2024	195	195	195	189	-	-	190	190	190	190	191	191	191	192	192	-	-	188	188	188	189	189	189	-	195	188	191	
04.09.2024	190	190	190	191	-	-	191	187	187	187	188	188	189	189	189	189	189	190	190	191	191	191	190	-	191	187	189	
05.09.2024	190	190	191	191	-	-	187	188	188	188	188	189	189	190	190	190	189	189	189	189	190	186	186	-	191	186	189	
06.09.2024	187	187	187	188	-	-	189	189	190	190	191	186	186	186	186	187	187	187	188	188	188	188	188	-	191	186	188	
07.09.2024	189	189	188	184	-	-	186	186	186	196	187	187	188	188	188	188	189	187	187	187	187	187	188	188	-	189	184	187
08.09.2024	184	184	185	185	-	-	187	187	187	187	188	188	183	184	184	185	185	185	185	186	186	186	187	-	188	183	186	
09.09.2024	188	183	184	184	-	-	186	186	187	188	188	187	183	184	184	185	186	186	186	187	187	187	-	-	188	183	186	
10.09.2024	182	183	183	-	-	-	185	185	186	186	186	186	187	187	187	185	186	186	186	187	187	187	-	-	187	182	186	
11.09.2024	184	185	185	-	-	-	188	188	189	189	190	191	192	193	194	195	195	196	196	197	197	197	-	-	197	184	192	
12.09.2024	198	198	198	-	-	-	195	195	195	195	195	196	196	196	196	191	191	191	191	191	191	192	192	-	198	191	194	
13.09.2024	192	192	-	-	-	-	192	188	188	189	189	189	190	190	190	191	191	190	186	187	187	188	-	-	192	186	189	
14.09.2024	189	189	-	-	-	-	193	193	194	194	189	190	192	202	203	203	203	203	203	204	204	204	-	-	204	189	197	
15.09.2024	205	205	-	-	-	-	226	228	229	228	228	227	226	225	223	222	220	219	218	216	215	214	-	-	229	205	221	
16.09.2024	213	212	-	-	-	-	210	209	209	209	208	208	208	207	207	207	207	206	206	206	206	206	206	206	213	206	208	
17.09.2024	206	206	-	-	-	-	208	207	207	207	207	207	207	206	206	206	206	206	205	205	205	205	-	-	208	205	206	
18.09.2024	204	204	-	-	-	-	203	203	197	197	197	197	197	198	198	198	198	198	198	198	198	198	-	-	204	197	199	
19.09.2024	-	-	-	-	-	-	199	195	196	197	198	198	198	198	199	199	199	199	199	199	199	199	-	-	199	195	198	
20.09.2024	200	-	-	-	-	-	199	199	199	194	195	195	195	195	195	195	195	196	196	196	196	196	-	-	200	194	196	
21.09.2024	196	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	196	196	196	
22.09.2024	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	194	194	192	188	189	189	190	190	190	190	190	191	191	-	194	188	191
23.09.2024	191	-	-	-	-	-	191	191	187	187	188	188	188	189	189	190	190	190	190	191	191	191	-	-	191	187	190	
24.09.2024	192	-	-	-	-	-	188	188	188	189	189	189	189	190	190	186	186	187	183	184	184	185	-	-	192	183	187	
25.09.2024	185	-	-	-	-	-	187	187	188	188	188	188	188	189	189	189	189	184	185	185	185	186	-	-	189	184	187	
26.09.2024	186	187	-	-	-	-	189	189	184	185	185	186	186	186	187	187	187	188	188	188	187	187	-	-	189	184	187	
27.09.2024	188	189	189	-	-	-	184	184	185	185	185	185	185	185	185	186	186	186	186	186	186	186	-	-	189	184	186	
28.09.2024	188	183	183	-	-	-	184	184	184	184	184	184	184	185	185	185	185	185	185	186	186	186	-	-	188	183	185	
29.09.2024	188	-	-	-	-	-	194	195	199	211	213	215	218	220	220	221	222	223	223	222	221	-	-	223	188	213		
30.09.2024	220	219	218	-	-	-	213	213	212	212	211	210	210	209	209	209	208	208	208	207	207	207	-	-	220	207	211	

Графік рівнів води за період

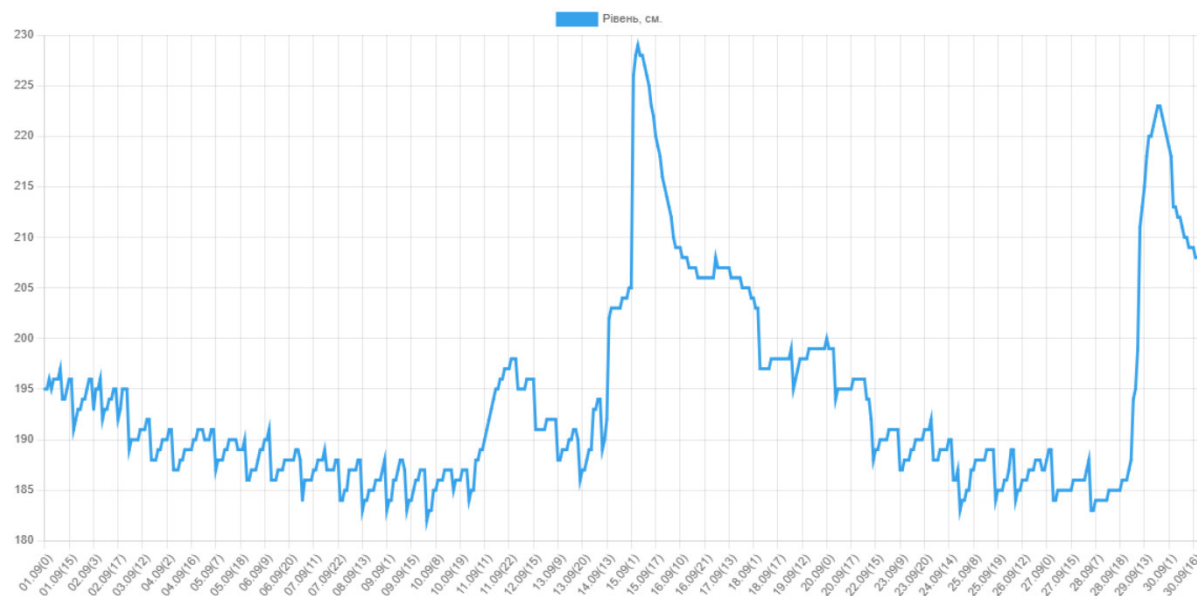


Рис. 7. Візуалізація даних АГП на р. Дністер – п. Самбір за місяць вересень 2024 р. з графіком рівнів води за цей період

На рис. 8. показано графічне зображення даних про рівні води за місяць вересень 2024 року для р. Дністер п. Самбір, але за допомогою іншого програмного пакета. Бачимо, що графічна візуалізація представлення однієї і тієї ж інформації з АВС може бути різною за потребою.

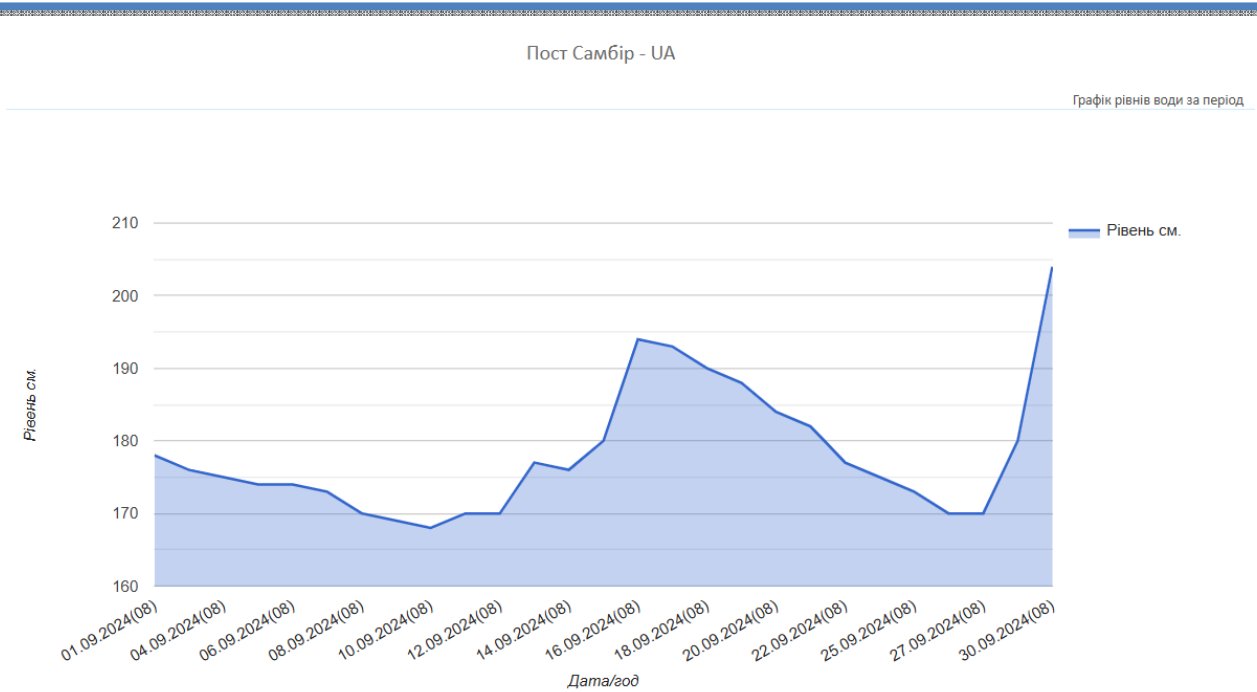


Рис. 8. Графічна візуалізація даних АГП на р. Дністер – п. Самбір за місяць вересень 2024 р.

5) Перелік параметрів дослідження на АВС може включати дуже різноманітну інформацію: добові, місячні, багаторічні дані гідрологічні та кліматичні, показники якості води (рис. 9–11) [4].

Транскордонне співробітництво в басейні р. Дністер

Багаторічні гідрологічні дані

1. [Test](#)
2. [Середні і характерні витрати води Форма Б](#)
3. [Середні і характерні витрати води Форма А](#)
4. [Товщина льоду, см](#)
5. [Температура води Форма Б - для річок з нестійким льодоставом](#)
6. [Температура води Форма А – для річок з стійким льодоставом](#)
7. [Характерні рівні води Форма Б – для річок з нестійким льодоставом](#)
8. [Характерні рівні води Форма А – для річок з стійким льодоставом](#)
9. [Стік весняної повені](#)
10. [Дощовий паводковий стік Форма Б - теплий період](#)
11. [Мінімальні витрати води Форма Б – для річок з нестійким льодоставом](#)
12. [Мінімальні витрати води Форма А – для річок з стійким льодоставом](#)
13. [Льодові явища Форма Б – для річок з нестійким льодоставом](#)
14. [Льодові явища Форма А – для річок з стійким льодоставом](#)
15. [Витрати і стік завислих наносів](#)

Оцінка гідрологічної ситуації, попередження та прогнози
Оперативні дані
Гідрологічні
Метеорологічні
Автоматичні пости
Багаторічні дані
Гідрологічні
Кліматичні
Якість води
Новини, документи
Річка Дністер
Інформація про проект

[Транскордонне співробітництво в басейні р. Дністер на сайті Гідрометслужби Молдови](#)

Рис. 9. Перелік багаторічних гідрологічних даних за допомогою АВС в басейні р. Дністер

Транскордонне співробітництво в басейні р. Дністер

Багаторічні кліматичні дані

- [Швидкість вітру \(м/с\) період 1981-2010 рр.](#)
- [ШВИДКІСТЬ ВІТРУ \(м/с\) ПЕРІОД 1961-1990 РР.](#)
- [Середня місячна і річна температура повітря \(°C\). Період 1981-2010 рр.](#)
- [СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ \(°C\) ПЕРІОД 1961-1990 РР.](#)
- [СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ \(мм\) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ, період 1981-2010 рр.](#)
- [СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ \(мм\) З ПОПРАВКАМИ НА ЗМОЧУВАННЯ, період 1961-1990 рр.](#)
- [Висота снігового покриву на кінець декади \(за постійною рейкою\), см. Період 1981-2010 рр.](#)
- [Висота снігового покриву на кінець декади \(за постійною рейкою\), см. Період 1961-1990 рр.](#)
- [СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ВІДНОСНА ВОЛОГІСТЬ ПОВІТРЯ \(%\) ПЕРІОД 1981-2010 РР](#)
- [СЕРЕДНЯ МІСЯЧНА І РІЧНА ВІДНОСНА ВОЛОГІСТЬ ПОВІТРЯ \(%\) ПЕРІОД 1961-1990 РР](#)

(Створено УкрГМЦ)

- [Середня місячна і річна температура повітря за різні періоди](#)
- [Середня місячна і річна швидкість вітру за різні періоди](#)
- [Середня місячна і річна відносна вологість повітря за різні періоди](#)
- [Середня декадна висота снігового покриву за різні періоди](#)
- [Середня місячна і річна кількість опадів за різні періоди](#)

Оцінка гідрологічної ситуації, попередження та прогнози

Оперативні дані

Гідрологічні

Метеорологічні

Автоматичні пости

Багаторічні дані

Гідрологічні

Кліматичні

Якість води

Новини, документи

Річка Дністер

Інформація про проект

[Транскордонне співробітництво в басейні р. Дністер на сайті Гідрометслужби Молдови](#)

Рис. 10. Перелік багаторічних кліматичних даних за допомогою АВС в басейні р. Дністер

Транскордонне співробітництво в басейні р. Дністер

Показники якості води

- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський \(створ - 1 км вище міста\) у 2019 році.](#)
- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський за 1-2 квартал 2019 р.](#)
- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський за 2018 р.](#)
- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський за III квартал 2018 р.](#)
- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський за I-II квартал 2018 р.](#)
- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський за 2017 р.](#)
- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський за I-III квартал 2017 р.](#)
- [Показники якості води р. Дністер в районі м. Могилів-Подільський 2016 р.](#)

(Створено УкрГМЦ)

- [Якість води в річці Дністер - пункт Атаки.](#)
- [Якість води в річці Дністер - пункт Наславча.](#)

Оцінка гідрологічної ситуації, попередження та прогнози

Оперативні дані

Гідрологічні

Метеорологічні

Автоматичні пости

Багаторічні дані

Гідрологічні

Кліматичні

Якість води

Новини, документи

Річка Дністер

Інформація про проект

Рис. 11. Перелік багаторічних даних за показниками якості води за допомогою АВС в басейні р. Дністер

В дослідженні розглянуто сучасні автоматизовані гідрометеорологічні пости, їх будова, передача даних, збір та аналіз даних, візуалізацію представлення даних на АВС та перелік параметрів дослідження. Результати дослідження можуть бути використані для фундаментальних гідрологічних, гідрометеорологічних досліджень з метою визначення впливу природних змін на гідрологічний режим, для цілей гідропрогнозів, розробки заходів управління водними ресурсами в басейнах річок тощо.

1. Про схвалення Стратегії розвитку гідрометеорологічної діяльності в Україні на період до 2030 року : Розпорядження КМУ. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1501-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 12.09.2024). 2. Гідрометрія: практикум / Косяк Д. С., Холоденко В. С., Галік О. І., Будз О. П. Рівне : НУВГП, 2018. 254 с. URL: <https://ep3.nuwm.edu.ua/11563/1/%D0%93%D0%86%D0%94%D0%A0%D0%9E%D0%9C%D0%95%D0%A2%D0%A0%D0%86%D0%AF.pdf> (дата звернення: 12.09.2024). 3. Карта супутник. URL: <http://193.239.235.98/automated.php> (дата звернення: 12.09.2024). 4. Офіційний портал Українського гідрометеорологічного центру. URL: http://dnister.meteo.gov.ua/ua/#long_term_data (дата звернення: 12.09.2024).