

УДК 556.16.06(282.243.7)+004.42(047)

*Б.Ф. Христюк*

## АНАЛІТИЧНО-ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ РІВНІВ ВОДИ СУДОХІДНОГО ДУНАЮ «ІСТЕР»

На основі розроблених методик прогнозування щоденних і характерних декадних та місячних рівнів води судохідної частини р. Дунай створено комп'ютерну програму «Аналітично-експертна система прогнозування рівнів води судохідного Дунаю «Істер».

**Ключові слова:** рівні води, прогностичні залежності, блок-схема, комп'ютерна програма.

### Вступ

Прогнозування щоденних і характерних декадних та місячних рівнів води судохідної частини р. Дунай, які виконує Дунайська гідрометеорологічна обсерваторія (ДГМО), необхідне для потреб судноплавства, для ефективного управління водними ресурсами та для пом'якшення наслідків небезпечних природних явищ: затоплень заплави під час проходження високих паводків та засух. Зважаючи на різновиди прогнозів та перелік прогнозних пунктів, а також на значну кількість оперативної інформації, яка залучається в ході прогнозування, беззаперечним твердженням є те, що процес прогнозування потребує автоматизації.

Першою вітчизняною спробою автоматизації процесу прогнозування було створення фахівцями Гідрометцентру СРСР у 1978 р. програми для ВЕОМ-6 «Дунай», яка призначалася для прогнозування характерних декадних рівнів та витрат води п'яти пунктів: Бездан, Богоєво, Нові Сад, Браїла та Тульча [1].

Фахівцями УкрНДГМІ в 2002-04 рр. було створено прогностично-інформаційну систему «Дунай-2», яка призначена для виконання трьох процедур: формування бази даних рівнів води, прогнозування рівнів/витрат води 9 пунктів р. Дунай із завчасністю 10-30 діб та формування інформаційного бюлетеня [2]. Ця система не знайшла свого застосування в оперативній практиці ДГМО, оскільки методичні засади, на яких вона була створена, не дозволяли отримувати задовільні результати прогнозування характерних декадних та місячних рівнів води судохідної частини р. Дунай [3]. Окрім того, перелік прогнозних пунктів, для яких відбувається прогнозування рівнів води відповідним блоком прогностично-інформаційної системи «Дунай-2» повною мірою

не відповідає переліку пунктів, для яких випускають прогнози фахівці ДГМО.

Метою роботи було створення автоматизованої системи прогнозування щоденних і характерних декадних та місячних рівнів води судохідної частини р. Дунай для її подальшого використання в оперативній практиці ДГМО.

### Виклад основного матеріалу досліджень

Складність прогнозування рівневого режиму судохідної частини р. Дунай обумовлено [4, 5]:

- значними розмірами водозбору;
- орографічними та кліматичними особливостями окремих частин водозбору;
- «інтернаціональністю» водозбору, тобто належністю до різних країн окремих його частин, а також гідропостів і метеорологічних станцій;
- значною зарегульованістю водного стоку;
- згінно-нагінними явищами в дельті;
- обмеженістю доступу як до оперативних, так і до архівних гідрометеорологічних даних;
- значною кількістю прогнозних пунктів та різновидів прогнозів.

У роботах [3, 6] представлено розроблені методики прогнозування щоденних і характерних декадних та місячних рівнів води судохідної частини р. Дунай із застосуванням методу відповідних рівнів та витрат води. За відсутності інформації про режим роботи гідровузлів, про добові суми опадів на території басейну за тривалий попередній період та зважаючи на нечасті синоптичні ситуації, які спричиняють згони та нагони в дельті, методики прогнозування щоденних та характерних декадних і місячних рівнів води на судохідної частині р. Дунай не враховують зміни рівнів води, які спричинені скидами гідровузлів Верхнього Дунаю та гідровузлів Залізни Ворота I і II, боковим притоком на території Середньо-

го та Нижнього Дунаю, а також льодовими та згінно-нагінними явищами на українській ділянці р. Дунай.

Отримані прогностичні залежності було задіяно в новоствореній комп'ютерній програмі «Аналітично-експертна система прогнозування рівнів води судохідного Дунаю «Істер». Блок-схема програми відносно проста: після введення вхідних даних відбувається їхня часткова візуалізація в символічному вигляді на картосхемі водозбору р. Дунай, а надалі – з'являється можливість виконання одного з трьох різновидів прогнозів (рис. 1).

Програма створена на мові програмування C# у вигляді Windows-додатків та є інтерактив-

ною [7, 8]. У процесі роботи програми передбачається активна участь досвідченого користувача у випуску всіх трьох різновидів прогнозів рівнів води.

Під час задіяння програми за допомогою файлу «Урок 9.exe» відкривається вікно з назвою програми (рис. 2). Користувач указує дату випуску прогнозу у форматі «*дд. мм. рррр*» (*день, місяць, рік*).

Програмою контролюється правильність «*дд*» та «*мм*» указанної користувачем дати. Якщо «*дд*» виходить за межі 1-31 (залежно від місяця року), а «*мм*» – за межі 1-12, то на екрані з'являється повідомлення «Помилкова дата» і надалі робота програми завершується. Правильність указаного

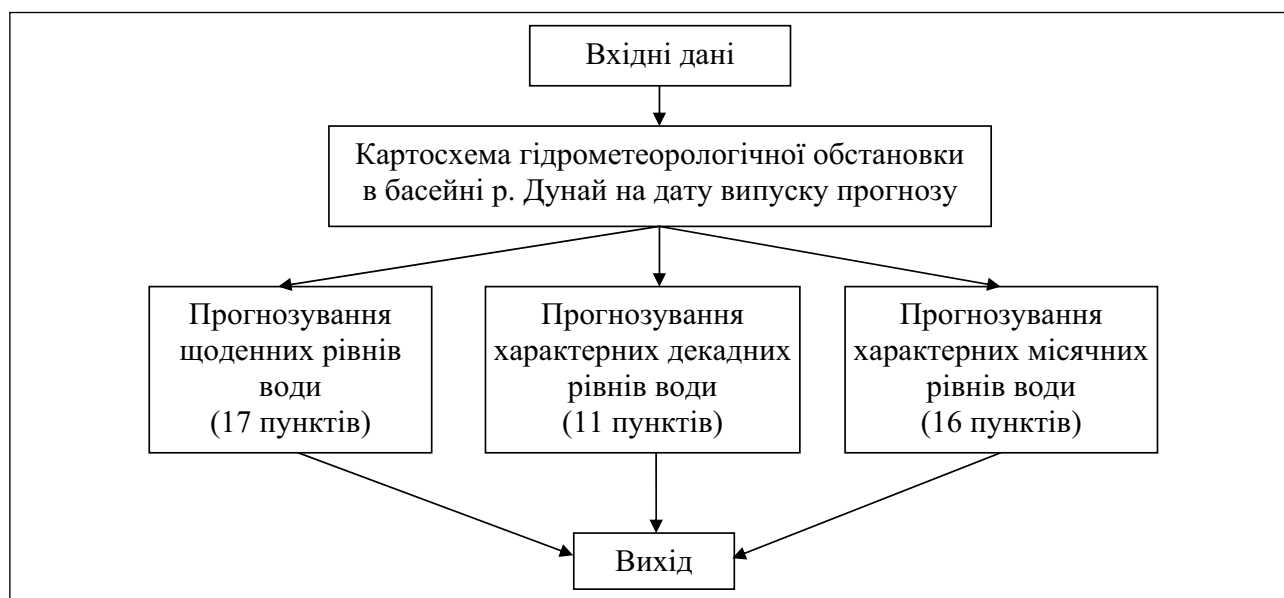


Рис. 1. Блок-схема програми «Аналітично-експертна система прогнозування рівнів води судохідного Дунаю «Істер»



Рис. 2. Початкове вікно програми

користувачем року («*pppp*») програмою не контролюється.

Наступним з'являється вікно з таблицею вхідних даних на 08 годину вказаної користувачем дати (рис. 3). Вхідні дані зберігаються у файлі з назвою «*Пункти1.txt*».

Для повноцінної роботи програми необхідна така інформація:

- рівні води та їхні прирости за минулу добу для 91 гідропоста, які розташовані на р. Дунай та на її притоках;
- прогнози рівні води завчасністю від 1 до 7 діб (для 14 пунктів);
- прогноз опадів за температури повітря вище ніж 0 ° С завчасністю до 6 діб (для 26 суббасейнів р. Дунай).

Джерелами вхідних даних є база оперативних даних Укргідрометцентру та веб-сайти [www.pegelonline.wsv.de](http://www.pegelonline.wsv.de) (Німеччина), [www.ooe.gv.at](http://www.ooe.gv.at) (Австрія), [www.noel.gv.at](http://www.noel.gv.at) (Австрія), [www.shmu.sk](http://www.shmu.sk) (Словаччина), [www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu) (Угорщина), [www.hidmet.gov.rs](http://www.hidmet.gov.rs) (Сербія), [www.appd-bg.org](http://www.appd-bg.org) (Болгарія), [www.inhga.ro](http://www.inhga.ro) (Румунія), [www.meteo.gov.md](http://www.meteo.gov.md) (Республіка Молдова), [www.meteoinfo.ru](http://www.meteoinfo.ru) (Гідрометцентр РФ).

У разі відсутності необхідних даних у відповідні поля таблиці заноситься умовне значення «-999».

Наступним є вікно з «Картосхемою гідрометеорологічної обстановки в басейні р. Дунай на 08 годину» на дату випуску прогнозу (рис. 4). На картосхемі в символічному вигляді наведено інформацію про прирости рівнів води за минулу

добу на 54 гідропостах. Лінії червоного кольору означають підняття рівня за минулу добу, а лінії синього кольору – падіння рівня. Одна лінія відповідає зміні рівня на 10 см.

П'ять суцільних ліній і одна розірвана означають те, що зміна рівня перевищує 55 см. Позначка, у якій поєднано лінії синього та червоного кольорів, означає те, що зміна рівня за минулу добу не перевищувала  $\pm 5$  см. Інформація про опади стосується 26 суббасейнів р. Дунай. На картосхемі відображено прогноз опадів на дату випуску прогнозу.

Умовні позначки такі:

«сонце» – повна відсутність опадів за добу;  
«хмара з однією краплею» – сума опадів за добу менша ніж 29 мм;

«хмара з двома краплями» – сума опадів за добу 30-99 мм;

«хмара з трьома краплями» – сума опадів за добу 100 мм та більше.

Якщо відсутні дані про приріст рівня води за минулу добу або про опади, то на картосхемі відображається знак запитання.

Після аналізу гідрометеорологічної ситуації в басейні р. Дунай на дату випуску прогнозу доповідний користувач виконує один з трьох різновидів прогнозів: «Прогноз щоденних рівнів води», «Прогноз рівнів води на декаду», «Прогноз рівнів води на місяць» або завершує роботу програми (кнопка «*Вихід*»).

У разі вибору «Прогнозу щоденних рівнів води» з'являється вікно, яке стосується гідропоста Кіншток (рис. 5).

Форм1																
Вхідні дані на 08 годин																
№п/п	Рекордпункт	Рівень води, см	Приріст рівня води, см	Прогноз рівня води на першу добу	Прогноз рівня води на другу добу	Прогноз рівня води на третю добу	Прогноз рівня води на четверту добу	Прогноз рівня води на п'яту добу	Прогноз рівня води на шосту добу	Прогноз рівня води на сьому добу	Прогноз опадів на першу добу, мм	Прогноз опадів на другу добу, мм	Прогноз опадів на третю добу, мм	Прогноз опадів на четверту добу, мм	Прогноз опадів на п'яту добу, мм	Прогноз опадів на шосту добу, мм
1	Дунай-Нгольштат	158	9													
2	Дунай-Регенсбург-Швабельвайс	299	6													
3	Дунай-Феллінг	297	16													
4	Дунай-Детгендорф	214	15													
5	Дунай-Мовніден	219	6													
6	Дунай-Пассау	449	23							0,4	0	0	0,7	12,2	3,2	
7	Інн-Вассербург	286	85													
8	Інн-Шерадінг	-999	-999													
9	Зальцах-Зальцбург	548	11													
10	Дунай-Енгельхартсфель	-999	-999													
11	Дунай-Лнц	384	6							1,2	0	0	2,6	15,3	4,4	
12	Дунай-Мадлхартен	436	2							3,8	0	0	2,8	11,8	4,7	
13	Дунай-Ібс	245	23													
14	Дунай-Кіншток	228	25	292	248					0,7	0	0	2,2	2,9	2,3	
15	Дунай-Корнейсбург	231	17	283	246											
16	Дунай-Вільдунгсмауер	197	7													
17	Дунай-Хайнбург	198	6													
18	Морави-Моравський Ян	103	1													
19	Дунай-Девін	159	8													
20	Дунай-Брагіслава	284	7							1,9	0	0	1,3	1,6	3	
21	Дунай-Райка	37	0													
22	Дунай-Днарметте	77	-1													
23	Дунай-Генью	14	-2							1,8	0	0	7,2	3,2	3	
24	Дунай-Комарно	80	-9	122												
25	Дунай-Естергом	60	-11													
26	Дунай-Надьмарош	9	-7							5,4	1,3	0	0,1	2,8	0,2	

Рис. 3. Таблиця вхідних даних



У вікні відображається:

- дата випуску прогнозу;
- прирости рівнів води за минулу добу на гідропостах, які розташовані вверх за течією від гідропоста Кіншток на відстані, що дещо перевищує відстань, на яку відбувається переміщення водних мас за період завчасності прогнозу;
- прогноз суми опадів на дату випуску прогнозу на суббасейнах, які формують водний стік р. Дунай до гідропоста Кіншток;
- рівень води гідропоста Кіншток на дату випуску прогнозу;
- прогноз приросту рівня води гідропоста Кіншток на наступну добу, який наведено на веб-сайті [www.noel.gv.at](http://www.noel.gv.at) (Австрія);
- прогноз приросту рівня води гідропоста Кіншток на наступну добу, який виконується за прогностичною залежністю [6].

Для прогнозування щоденних рівнів води суходійної частини р. Дунай використано запропоновану нами спрощену емпіричну залежність:

$$H_{t+\tau}^n = H_t^n \pm \dots \pm \Delta h_{t+i}^n \pm \dots \pm \Delta h_{t+\tau}^n, \quad (1)$$

де  $H_t^n$  – рівень води прогнозного створу на дату випуску прогнозу ( $t$ );  $H_{t+\tau}^n$  – рівень води прогнозного створу на дату  $t+\tau$ ;  $\tau$  – завчасність прогнозу, доба;  $\Delta h_{t+i}^n$  – прогностичний приріст рівня води прогнозного створу на дату  $t+i$ :

$$\Delta h_{t+i}^n = f(\Delta h^{oi}), \quad (2)$$

де  $i=1, 2, \dots, \tau$ , доба;  $\Delta h^{oi}$  – приріст рівня води створу, який розташований вище за течією, на дату випуску прогнозу та на відстані, яка відповідає часу добігання  $i$ .

У тих випадках, коли прогнозування за прогностичною залежністю (1) неможливе через відсутність необхідних даних, на екрані з'являється відповідне повідомлення, а в полі, де має бути наведене значення прогнозного приросту рівня води – з'являється умовне значення «-999».

Графічне відхилення полів, які належать до гідропостів Інн-Вассербург, Інн-Шердінг та Зальцах-Зальцбург, від решти полів, які належать до гідропостів р. Дунай, відображає те, що р. Інн є правою притокою р. Дунай, а р. Зальцах – правою притокою р. Інн. У всіх наступних вікнах також ураховується гідрографічна схема р. Дунай.

Досвідчений користувач програми, оцінивши прогноз приросту рівня води на наступну добу, який надано на веб-сайті [www.noel.gv.at](http://www.noel.gv.at) (Австрія), та приріст рівня води, визначений за прогностичною залежністю, а також аналізуючи гідрометеорологічну обстановку в басейні р. Дунай,

приймає остаточне рішення про прогнозне значення приросту рівня води гідропоста Кіншток на наступну добу і заносить його у відповідне поле.

Надалі у відповідних полях з'являються значення прогнозного рівня води гідропоста Кіншток на наступну добу, значення прогнозного рівня води гідропоста Кіншток на наступну добу в межах похибки  $\pm 10$  см, а також активуються кнопки «Наступний пункт» та «Вихід».

Після задіяння кнопки «Наступний пункт» відбувається перехід до вікна наступного прогнозного пункту.

Аналогічно відбувається прогнозування для решти пунктів у послідовності, указаній у табл. 1. Результати роботи програми, у випадку її застосування для прогнозування щоденних рівнів води, записуються до текстового файла «*Rezult.txt*».

Таблиця 1  
Перелік пунктів, для яких прогнозуються щоденні рівні води

№ з/п	Назва гідропоста	Завчасність прогнозу	Похибка прогнозу, см
1	Кіншток	1 доба	$\pm 10$
2	Корнейбург	1 доба	$\pm 10$
3	Комарно	1 доба	$\pm 10$
4	Будапешт	2 доби	$\pm 10$
5	Дунайварош	2 доби	$\pm 10$
6	Мохач	2 доби	$\pm 10$
7	Бездан	2 доби	$\pm 10$
8	Богоєво	2 доби	$\pm 10$
9	Нові Сад	2 доби	$\pm 10$
10	Джурджу	2 доби	$\pm 10$
11	Олтеніца	2 доби	$\pm 10$
12	Чернавода	2 доби	$\pm 10$
13	Браїла	3 доби	$\pm 10$
14	Рені	3 доби	$\pm 5$
15	Ізмаїл	3 доби	$\pm 5$
16	Кілія	3 доби	$\pm 5$
17	Вилкове	3 доби	$\pm 5$

У разі вибору «Прогнозу рівнів води на декаду» з'являється вікно, яке стосується гідропоста Будапешт (рис. 6).

У вікні відображається:

- дата випуску прогнозу;
- початкова та кінцева дати декади, на яку надається прогноз;
- прирости рівнів води за минулу добу на гідропостах, які розташовані вверх за течією від гідропоста Будапешт на відстані, що наближається до відстані, на яку відбувається пе-



реміщення водних мас за період завчасності прогнозу;

- прогноз суми опадів на суббасейнах, які беруть участь у формуванні водного стоку р. Дунай до гідропоста Будапешт за період завчасності прогнозу;
- рівень води гідропоста Будапешт на дату випуску прогнозу;
- прогноз приростів рівнів води гідропоста Будапешт на чотири доби, який наведено на веб-сайті [www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu) (Угорщина);
- прогноз приростів рівнів води гідропоста Будапешт на 12 діб, який виконується за прогностичними залежностями [6].

Для прогнозування середніх рівнів води за декаду (*Hc.d.*) використано формулу:

$$H_{c.d.} = (H_{t+1} + H_{t+2} + \dots + H_t + \dots + H_{t+n}) / n, \quad (3)$$

де  $H_i$  – прогнозне значення рівня води на  $i$ -й день декади;  $n$  – тривалість декади, діб.

Прогнозні значення рівня води на  $i$ -у добу декади визначено за залежністю (1), для чого використано дані про прирости рівнів води гідропостів, які розташовані вище за течією щодо прогнозного пункту на відстані, що відповідає часу добігання 1, 2, ...,  $n$  діб.

Максимальний та мінімальний рівень води за декаду визначено безпосередньо за рядом прогностичних значень на декаду.

Прогнозування характерних декадних рівнів води можливе тільки за даними на перший день поточної декади або на останній чи передостанній день попередньої декади.

У тих випадках, коли прогнозування за прогностичними залежностями неможливе через відсутність необхідних даних, на екрані з'являється відповідне повідомлення, а в полі, де має бути наведено значення прогнозного приросту рівня води, з'являється умовне значення «-999».

Досвідчений користувач програми, оцінивши прогноз приростів рівнів води на чотири доби, який наведено на веб-сайті [www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu) (Угорщина), та прирости рівнів води, визначені за прогностичними залежностями на 12 діб, а також аналізуючи гідрометеорологічну ситуацію в басейні р. Дунай, приймає остаточне рішення про прогнозні значення приростів рівнів води гідропоста Будапешт на наступні 12 діб і заносить їх у відповідні поля. Надалі у відповідних полях з'являються значення прогнозного максимального, середнього та мінімального за декаду рівня води гідропоста Будапешт і прогнозного максимального, середнього та мінімального за декаду рівня води гідропоста Будапешт в межах похибки

$\pm 10$  см. Окрім того, відбувається активація кнопок «*Наступний пункт*» та «*Вихід*».

Після задіяння кнопки «*Наступний пункт*» відбувається перехід до вікна наступного прогнозного пункту.

Аналогічно відбувається прогнозування для решти пунктів у послідовності, указаній у табл. 2. Результати роботи програми, у випадку її застосування для прогнозування характерних декадних рівнів води, записуються до текстового файла «*Rezult\_dec.txt*».

Таблиця 2  
Перелік пунктів, для яких прогноуються характерні декадні рівні води

№ з/п	Назва гідропоста	Похибка прогнозу, см
1	Будапешт	$\pm 10$
2	Мохач	$\pm 10$
3	Богоєво	$\pm 10$
4	Нові Сад	$\pm 10$
5	Джурджу	$\pm 10$
6	Чернавода	$\pm 10$
7	Браїла	$\pm 10$
8	Рені	$\pm 5$
9	Ізмаїл	$\pm 5$
10	Кілія	$\pm 5$
11	Вилкове	$\pm 5$

У разі вибору «Прогнозу рівнів води на місяць» з'являється вікно, яке стосується гідропоста Кіншток (рис. 7).

У вікні відображається:

- дата випуску прогнозу;
- місяць, на який надається прогноз;
- прирости рівнів води за минулу добу на гідропостах, які розташовані вгору за течією від гідропоста Кіншток на відстані, що наближається до відстані, на яку відбувається переміщення водних мас за період завчасності прогнозу;
- прогноз суми опадів на шість діб у суббасейнах, які формують водний стік р. Дунай до гідропоста Кіншток;
- рівень води гідропоста Кіншток на дату випуску прогнозу;
- очікувана зміна рівня води р. Дунай до кінця поточного місяця.

Досвідчений користувач програми має можливість прийняти або відхилити оцінку очікуваної зміни рівня води в «найближчий період», яка виконується програмою. Для цього передбачено кнопки «*Підняття рівня*», «*Стабільність рівня*» та «*Падіння рівня*».

Надалі у відповідних полях з'явиться прогноз

Дата випуску прогнозу 24 . 08 . 2013

Прогноз на вересень

### Вихідні дані для прогнозування середніх, мінімальних та максимальних за місяць рівнів води гідропоста Кіншток

Приріст рівня води за минулу добу, см	Опади, мм					
	1-а доба	2-а доба	3-я доба	4-а доба	5-а доба	6-а доба
Інгольгадт (2458,3 км)	0,4	0	0	0,7	12,2	3,2
Регенсбург-Швабьейс (2376,5 км)	1,2	0	0	2,6	15,3	4,4
Пвеллінг (2305,5 км)	3,8	0	0	2,8	11,8	4,7
Деггендорф (2285,0 км)	0,7	0	0	2,2	2,9	2,3
Ховкріхен (2256,9 км)						
Пассау (2226,0 км)						
р. Інн-Вассербург 85						
р. Інн-Шердинг 999						
р. Зальцах-Зальцбург 11						
Енгельсартсцель (2200,7 км)						
Лінц (2135,2 км)						
Мартхаузен (2112,0 км)						
Іббс (2057,0 км)						
Кіншток (2015,2 км)						

Рівень води, см 228

До кінця поточного місяця очікується коливання рівня води в межах  $\pm 30$  см

Підняття рівня Стабільність рівня Падіння рівня

Прогноз місячних рівнів води гідропоста Кіншток, см (ДГМО)

Максимальний	Середній	Мінімальний

Прійняті значення рівнів води гідропоста Кіншток, см

Максимальний	Середній	Мінімальний

Максимальний за місяць рівень води гідропоста Кіншток, см

Середній за місяць рівень води гідропоста Кіншток в межах похибки  $\pm 20$  см

Мінімальний за місяць рівень води гідропоста Кіншток, см

Середній за місяць рівень води гідропоста Кіншток в межах похибки  $\pm 20$  см

Мінімальний за місяць рівень води гідропоста Кіншток, см

Мінімальний за місяць рівень води гідропоста Кіншток в межах похибки  $\pm 20$  см

Наступний пункт Вихід

OK

Рис. 7. Вікно, у якому відбувається прогнозування характерних місячних рівнів води гідропоста Кіншток



максимальних, середніх та мінімальних рівнів води гідропоста Кіншток на місяць, який виконується за прогностичними залежностями [6].

Для прогностичних пунктів 1-12 (табл. 3) середні рівні води за місяць ( $H_{тс.м.}$ ) ми запропонували визначати за залежностями:

$$H^{t+1} = f(H_{24}^t, I_h), \quad (4)$$

де  $I_h$  – індекс, який урахує зміну рівнів води в першій половині наступного місяця та визначається за різницею рівнів води на початку та на середину наступного місяця ( $\Delta H$ ).

У тому випадку, коли ( $-30 \text{ см} \leq \Delta H \leq 30 \text{ см}$ ), тоді  $I_h$  прийнято вважати стабільним; якщо ( $\Delta H < -30 \text{ см}$ ), тоді  $I_h$  прийнято вважати спадаючим; а якщо ( $\Delta H > 30 \text{ см}$ ), то – зростаючим.

Залежності (4) для кожного прогностичного пункту, для кожного місяця року та для трьох можливих значень  $I_h$  було встановлено за даними багаторічних спостережень.

Таблиця 3

Перелік пунктів, для яких прогноуються характерні місячні рівні води

№ з/п	Назва гідропоста	Похибка прогнозу, см
1	Кіншток	$\pm 20$
2	Братіслава	$\pm 20$
3	Комарно	$\pm 20$
4	Будапешт	$\pm 20$
5	Мохач	$\pm 20$
6	Богоєво	$\pm 20$
7	Нові Сад	$\pm 20$
8	Турну Мегуреле	$\pm 20$
9	Джурджу	$\pm 20$
10	Чернавода	$\pm 20$
11	Браїла	$\pm 20$
12	Рені	$\pm 20$
13	Ізмаїл	$\pm 10$
14	Кислиця	$\pm 10$
15	Кілія	$\pm 10$
16	Вилкове	$\pm 5$

Максимальні та мінімальні рівні води за місяць визначаються залежно від середнього за місяць рівня води.

Для пункту Ізмаїл середні, максимальні та мінімальні рівні води за місяць визначаються залежно від відповідних рівнів води гідропоста Рені.

Для пунктів Кислиця та Кілія – залежно від відповідних рівнів води гідропоста Ізмаїл, а для пункту Вилкове – залежно від відповідних рівнів води гідропоста Кілія.

Тоді, коли прогнозування за прогностичними залежностями неможливе через відсутність необхідних даних, на екрані з'являється відповідне повідомлення, а в полі, де має бути наведено значення прогностичного рівня води, з'являється умовне значення «-999».

Прогнозування характерних рівнів води наступного місяця можливе тільки за даними на 23-25 число попереднього місяця.

Досвідчений користувач програми, оцінивши прогноз максимальних, середніх та мінімальних рівнів води гідропоста Кіншток на місяць, виконаний за прогностичними залежностями, а також аналізуючи гідрометеорологічну ситуацію в басейні р. Дунай, приймає остаточне рішення про прогностичні значення максимальних, середніх та мінімальних рівнів води гідропоста Кіншток на місяць і заносить їх у відповідні поля. Надалі у відповідних полях з'являються значення прогностичного максимального, середнього та мінімального за місяць рівня води гідропоста Кіншток і прогностичного максимального, середнього та мінімального за місяць рівня води гідропоста Кіншток в межах похибки  $\pm 20$  см. Окрім того, відбувається активація кнопок «Наступний пункт» та «Вихід». Після задіяння кнопки «Наступний пункт» переходимо до вікна наступного прогностичного пункту.

Аналогічно відбувається прогнозування для решти пунктів у послідовності, указаній у табл. 3. Результати роботи програми, у разі її застосування для прогнозування характерних місячних рівнів води, записуються до текстового файлу «Rezult\_mes.txt».

### Висновки та перспективи подальших досліджень

1. Розроблено комп'ютерну програму для прогнозування щоденних і характерних декадних та місячних рівнів води судохідної частини р. Дунай та максимально наближену до потреб фахівців ДГМО.

2. Програму можна вдосконалювати в разі наявності даних про режим роботи гідровузлів та про добові суми опадів на території басейну за тривалий попередній період, а також шляхом урахування впливу на рівневий режим змінно-нагінних явищ на українській ділянці р. Дунай.

\* \*

1. Методическая записка «Метод прогноза средних, высших и низших уровней Дуная с заблаговременностью от 10 до 20 суток». – М.: Гидрометцентр СССР, 1978. – 68 с.
2. Сусідко М. М., Щербак А. В. Система безперервного прогнозування десятиденних витрат і рівнів води

- на річкових ділянках Дунаю із завчасністю 10-30 діб // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 179-187.
3. Христюк Б.Ф. Прогнозування середніх, максимальних та мінімальних за декаду витрат води на Верхньому Дунаї // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2012. – Вип. 262. – С. 102-109.
  4. Дунай и его бассейн. Гидрологическая монография. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Ч.1. – 396 с.
  5. Дунайська комісія / www.danubecommission.org.
  6. Розробка автоматизованої системи прогнозування рівнів води на судохідній частині р. Дунай. Звіт про НДР / УкрГМІ. – № д.р.0112U004678. – К., 2013. – 211 с.
  7. Лабор В.В. Си Шарп. Создание приложений для Windows. – Мн.: Харвест. 2003. – 384 с.
  8. Шилдт Г. Полный справочник по С#. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2004. – 752 с.
  9. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 358 с.
  10. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 2. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 246 с.
  11. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування. – К.: Верлан, 2012. – 120 с.

Український науково-дослідний  
гідрометеорологічний інститут, Київ

УДК 551.501:681.3

**В.П. Евстигнеев, М.П. Евстигнеев, Н.И. Кульбида,  
В.А. Наумова, Н.И. Швень**

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СОЗДАНИИ БАЗЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ УКРАИНЫ**

Реализован первый этап создания национального архива метеорологических данных Украины на технических носителях с использованием современных информационных технологий. Разработана структура базы метео данных и осуществлен перенос данных из формата ЯОД в формат MS SQL Server. В процессе преобразования форматов выполнена корректировка ошибок данных исходного ЯОД архива.

**Ключевые слова:** метеорологические данные, ЯОД, MS SQL Server, контроль качества, климатическая однородность.

### **Введение**

В условиях современных тенденций изменения климата актуальным является вопрос связи гидрометеорологических параметров с глобальными климатическими процессами и, как

**Б.Ф. Христюк**

**Аналитико-экспертная система прогнозирования уровней воды судоходного Дуная «Истер»**

*На основе разработанных методик прогнозирования ежедневных, характерных декадных и месячных уровней воды судоходной части р. Дунай создано компьютерную программу «Аналитико-экспертная система прогнозирования уровней воды судоходного Дуная «Истер».*

**Ключевые слова:** уровни воды, прогностические зависимости, блок-схема, компьютерная программа.

**В.Ф. Khrystyuk**

**The analytical and expert system for the forecasting of the water levels of the navigable part of Danube «Ister»**

*On the basis of the developed methods of the forecasting of the daily and characteristic ten-day and monthly water levels of the navigable part of Danube the computer program «The analytical and expert system for the forecasting of the water levels of the navigable part of Danube «Ister» was created.*

**Keywords:** water levels, forecasting dependences, flow-chart, computer program.