

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

З Б І Р Н И К
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до чергувань у навчальному бюро гідрологічних прогнозів
Розділ
"Короткострокові прогнози водного режиму річок"

Затверджено
методичною комісією
гідрометеорологічного інституту
протокол №10 від 24.06.2010

Одеса-2010

Збірник методичних вказівок до чергувань у навчальному бюро гідрологічних прогнозів, розділ "Короткострокові прогнози водного режиму річок" для студентів IV-V курсів денної форми навчання за спеціальністю "Гідрологія суші". / Шакірманова Ж.Р., Погорелова М.П., Будкіна І.Є. – Одеса, ОДЕКУ, 2010. – 33 с.

Передмова

Гідрологічний прогноз - це науково обґрунтоване передбачення майбутнього стану досліджуваного водного об'єкта.

Мета методичних вказівок полягає в закріпленні студентами теоретичних та практичних навичок при вивченні розділу «Короткострокові прогнози водного режиму річок».

Робота студента в навчальному бюро гідрологічних прогнозів включає: ознайомлення з гідрологічними прогнозами при гідрометеорологічному обслуговуванні в Україні, обробкою даних інформаційної мережі, гідрологічним кодом та бюлетенем, складанням і оцінкою короткострокових прогнозів водності річок.

Мета чергувань – вироблення у студентів практичного навичку роботи по випуску оперативних короткострокових прогнозів та їх оцінки й коректування.

Внаслідок проходження чергувань студенти повинні:

- знати основні методи гідрологічних та гідролого-синоптичних прогнозів характеристик водних об'єктів; підходи та критерії оцінки якості та точності методики короткострокових прогнозів водності річок;

- вміти ставити задачу короткострокових прогнозів (згідно меті прогнозу та необхідній завчасності), обрати метод прогнозу; випускати оперативні короткострокові гідрологічні прогнози з обліком поточного коректування оцінки їх точності та якості.

Загальна сума балів, отриманих при чергуванні студентів в навчальному бюро гідрологічних прогнозів, складає 32 бали, що входять складовою частиною до змістовного модулю чергування у навчальному бюро гідрологічних прогнозів з дисципліни «Гідрологічні прогнози».

Шкала відповідності інтегральних оцінок в сумарній атестації по дисципліні:

Інтегральна сума балів по дисципліні		Оцінка
бали	Відсотки	
18	<60% від максимальної суми балів	Незадовільно
19-22	60-74,9% від максимальної суми балів	Задовільно
23-26	>75-89,9% від максимальної суми балів	Добре
27-30	≥90% від максимальної суми балів	Відмінно

ЗМІСТ

Передмова.....	4
Мета чергувань в навчальному бюро гідрологічних прогнозів.....	6
Форми випуску прогнозів.....	6
Оцінка прогнозів.....	7
Завдання 1 Гідрологічний бюлетень.....	8
Завдання 2 Прогноз щоденних рівнів води за методом відповідних рівнів на слабкоприпливній ділянці річки Дністер.....	12
Завдання 3 Прогноз щоденних рівнів (витрат) води на припливній ділянці річки Десна.....	15
Завдання 4 Прогноз середньопентадних витрат води річки Південний Буг біля Первомайської та Вознесенської ГЕС.....	19
Завдання 5 Прогноз пентадних (декадних) навігаційних рівнів води річки Дунай.....	25
Додатки.....	31

МЕТА ЧЕРГУВАНЬ

1. Навчитися правильно орієнтуватися в гідрологічній обстановці району, який вивчається.
2. Прийняти і розшифрувати інформацію, яка поступила, про режим гідрологічних об'єктів і використати цю інформацію для випуску оперативних короткострокових прогнозів.
3. Набути практичних навичок по випуску оперативних короткострокових прогнозів водності річок.
4. Провести критичний аналіз наданих оперативних короткострокових прогнозів, виявити помилки і дати рекомендації по уточненню складених прогнозів.

Гідрометеорологічну інформацію студенти отримують по Інтернету за програмою «Автоматизоване робоче місто гідролога АРМ-гідро».

ФОРМИ ВИПУСКУ ПРОГНОЗІВ

Правильне і чітке формулювання прогнозів полегшує їх використання на практиці.

Прогноз повинен випускатися в такій формі, яка давала б уявлення про можливі помилки прогнозу та їх ймовірності настання.

Усі види прогнозів окрім льодових випускаються у формі деякого найбільш ймовірного діапазону очікуваної величини з вказівкою ймовірності появи її в цьому діапазоні.

Середнє значення очікуваної величини визначається згідно прийнятій методиці (Y'). Ймовірний діапазон очікуваної величини визначається:

$$Y = Y' \pm 0.674\sigma$$

або

$$Y = Y' \pm 0.674\sigma_{\text{дон}}.$$

При випуску прогнозу стоку за водопілля величина ймовірного інтервалу визначається залежно від середньоквадратичної похибки даного прогнозу, тобто

$$Y = Y' \pm 0.674S_{Y-Y'},$$

де $S_{Y-Y'}$ - середньоквадратична похибка даного прогнозу

$$S_{Y-Y'} = \bar{S} \cdot f\left(\frac{\Delta}{\sigma_x}, n\right),$$

що залежить від точності прогностичної залежності (\bar{S}), відхилення аргументу від норми ($\frac{\Delta}{\sigma_x}$) і числа членів ряду (n), використаного при встановленні зв'язку.

Прогноз стоку за водопілля випускається, крім того, у вигляді ряду величин з вказівкою їх забезпеченості:

$$Y_P = Y' + k_P S_{Y-Y'}.$$

Величина k_P має такі значення:

$P \%$	5	10	25	50	75	90	95
k_P	1.64	1.28	0.674	0	-0.674	-1.28	-1.64

Форми таблиць запису прогнозистів наступні: ГП1, ГП2, ГП31, ГП32 (дод. А, Б, В).

ОЦІНКА ПРОГНОЗІВ

Оцінка точності прогнозів, що випускаються, проводиться відповідно до допустимої похибки. В практиці гідрологічних прогнозів прийняті такі критерії оцінки:

1. Прогноз «відмінний» при похибки (δ) прогнозу, який не перевищує $0.3\sigma_{\text{дон}}$.
2. Прогноз «добрий» при помилці прогнозу від $0.31\sigma_{\text{дон}}$ до $0.6\sigma_{\text{дон}}$.
3. Прогноз «задовільний» при помилці прогнозу від $0.61\sigma_{\text{дон}}$ до $1.0\sigma_{\text{дон}}$.

Кожений незадовільний прогноз ($\delta \geq \delta_{\text{дон}}$) детально аналізується з вказівкою причин, які викликали похибку, що більше допустимої (дод.В).

ЗАВДАННЯ 1

ГІДРОЛОГІЧНИЙ БЮЛЕТЕНЬ

Багатьом організаціям, підприємствам і установам потрібні відомості про поточний стан тих або інших річок, озер і водосховищ. Ці відомості беруться до уваги при рішенні багатьох питань використання водного об'єкта в найближчий день, а також, сумісно з прогнозами, для забезпечення заходів щодо попередження несприятливих гідрологічних явищ.

Відомості про поточний стан водних об'єктів подаються у вигляді гідрологічних бюлетенів.

Такі бюлетені складаються відділом гідропрогнозів щодня.

Гідрологічний бюлетень включає:

1. Відомості про режим водних об'єктів.
2. Гідросиноптичну карту.
3. Короткий огляд режиму водних об'єктів.

Вихідними матеріалами є:

1. Бланк карти з мережею гідрографії і населеними пунктами.
2. Рівні води по мережі станцій над «0» графіка гідрологічного поста.
3. Зміна рівня води за добу (\pm).
4. Середня за добу температура води, °С.
5. Льодовий режим.
6. Температура повітря, °С.
7. Найвищий і найнижчий багаторічний рівень води для природного періоду.

Складання бюлетеня

1. Відомості про режим водних об'єктів (рис.1.1) складаються на основі вище перелічених вихідних даних.

2. Гідросиноптична карта складається на основі даних відомості про режим водних об'єктів.

а) Дані наносяться таким чином: біля пункту ставиться коло, над колом дріб, чисельник якого – рівень води над «0» графіка поста, знаменник – зміна рівня за добу з вказівкою знаку (+ або -). Під колом - температура води.

б) Відповідно до зміни рівня води за добу (знаменник) по всіх пунктах виділяються відповідними умовними позначеннями зони підйому і спаду рівнів.

в) За наявності льодових явищ наноситься межа льодоставу, льодоходу й ін. Льодові явища наносяться відповідними умовними знаками (рис.1.1).

3. У огляді дається опис стану водних об'єктів на даний день. Повідомляються дані про характер зміни рівня, температури води, а за наявності льодових явищ – про розповсюдження останніх.

4. Прогноз очікуваних явищ дається на основі наявних методик для даного району, як очікуваної водності на річках, так і очікуваних льодових явищ.

Зразок гідрологічного бюлетеня для зимового періоду наданий на рис.1.1.

Перелік посилань

1. Наставление по службе прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. - Разд.3. – Ч.1.- С.34-36.

2. Код для передачи данных гидрологических наблюдений на реках, озерах и водохранилищах. – КН-15. –Л.: Гидрометеиздат, 1987.

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

НАВЧАЛЬНЕ БЮРО ГІДРОЛОГІЧНИХ ПРОГНОЗІВ

ГІДРОЛОГІЧНИЙ БЮЛЕТЕНЬ

№ _____

Одеса, вул. Львівська, 15

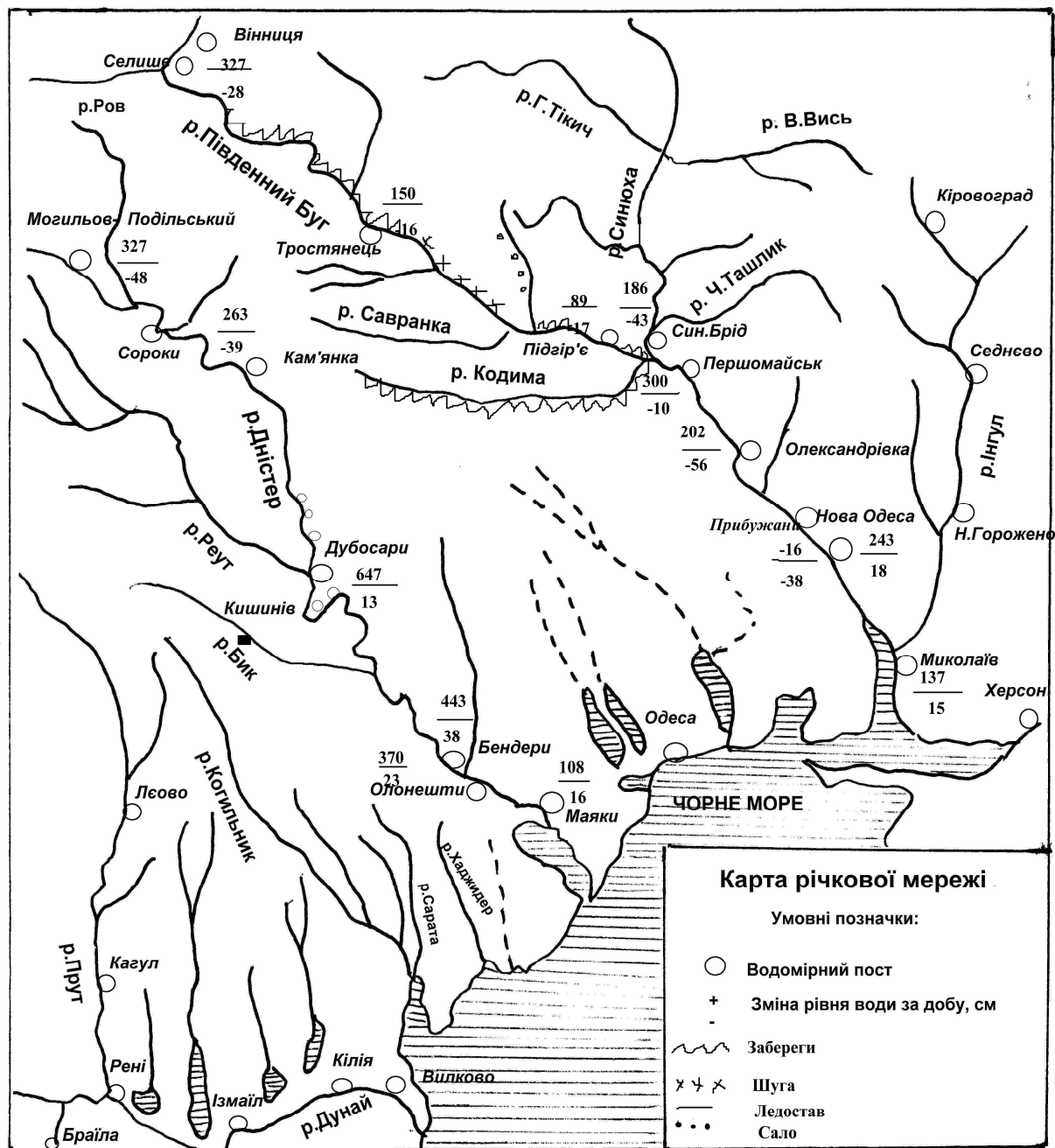


Рисунок 1.1 – Гідрологічний бюлетень

Таблиця 1.1 - Відомості про стан водних об'єктів о 8 год. „22,, 02. 2010 р.

Водний об'єкт, пункт	Рівень води над „0” графіка (см)	Зміна рівня води за добу (+) підвищення, (-) пониження, см	Загальна зміна рівня води від початкової дати		Багаторічні дані за <u>3</u> декаду <u>лютого</u>		Витрата води, м ³ /с	Температура (°С)		Льодові явища, товщина льоду, см
			початкова дата	підвищення (+), пониження (-)	вищий рівень за декаду, см	нижчий рівень за декаду, см		повітря	води	
р.Піденний Буг -Селище	327	-28	1.02.92	54	634	274		-	-	забереги
„ Тростянець	150	-16	«-«	50	436	50		-	0.0	забереги
„ Підгір'є	89	-17	«-«	73	375	-5		-3.0	0.0	забереги
„ Перво-майськ	300	-10	«-«	40	610	333		-	-	забереги
„ Олександрівка	202	-56	«-«	155	820	-2		-	0.4	чисто
„ Прибужани	-16	-38	«-«	111	418	-161		-	0.3	чисто
р.Синюха-Син. Брід	186	-43	«-«	34	834	79		-	0.0	чисто
р.Дністер – Галич			«-«							
„ Заліщики			«-«							
„ Могилів-Подільський	327	-48	«-«	195	895	26		-2.0	1.6	чисто
„ Кам'янка	263	-39	«-«	105	532	29		-	1.7	чисто
„ Дубоссари н/б	647	13	«-«	483	664	-56		-	0.0	чисто
„ Бендери	443	38	«-«	431	468	-99		0.0	0.1	чисто
„ Олонешти	370	23	«-«	198	400	25		-	0.2	чисто
„ Маяки	108	16	«-«	46	122	21		-	0.7	чисто

Огляд стану водних об'єктів: За минулу добу на р. Південний Буг спостерігалось зниження рівня води, найбільше - до 56 см (біля Олександрівки). Від Селища до Первомайська збереглися забереги, місцями спостерігається шуга, сало, велика частина річки вільна від льоду. На Дністрі продовжувалося підвищення рівня води на ділянці Дубосари-Маяки. В решті течії рівень води продовжував знижуватися. Зниження за добу склало до 48 см. Спостерігався рідкий льодохід, в решті течії чисто.

Редактор бюлетеня: Чегурко І.І.

ЗАВДАННЯ 2

ПРОГНОЗ ЩОДЕННИХ РІВНІВ ВОДИ ЗА МЕТОДОМ ВІДПОВІДНИХ РІВНІВ НА СЛАБКОПРИПЛИВНІЙ ДІЛЯНЦІ РІЧКИ ДНІСТЕР

Метод відповідних рівнів води – це метод прогнозу стоку в даному створі річки за матеріалами спостережень за рівнями води в вищеразташованому створі.

Відповідні рівні води – це рівні, які відповідають відповідним витратам води у створах верхнього та нижнього водомірних постів. Відповідними витратами води є витрати, які відповідають визначеній масі води, яка переміщується за час добігання з верхнього створу до нижнього.

Теоретичним рівнянням даного методу є

$$Q_{H_{t+\tau}} = Q_{B_t} + \int_0^{\tau} P dS, \quad (2.1)$$

де $Q_{H_{t+\tau}}$ - витрата води в нижньому створі в момент часу $(t+\tau)$;

Q_{B_t} - витрата води в верхньому створі в момент часу t ;

P – боковий приплив на одиницю довжини русла в одиницю часу;

τ - час добігання від верхнього створу до нижнього;

S – відстань між створами.

На слабкоприпливній ділянці річці роль бокового припливу мала (<10%).

Для прогнозів стоку в цьому випадку використовують зв'язки:

$$H_{H_{t+\tau}} = f(H_{B_t}), \quad (2.2)$$

$$\tau = f(H_{B_t}), \quad (2.3)$$

де $H_{H_{t+\tau}}$ - рівень води в нижньому створі в момент часу $(t+\tau)$;

H_{B_t} - рівень води в верхньому створі в момент часу t .

Прогноз по таких залежностях здійснюється таким чином.

По значенню рівня верхнього створу H_{B_t} на дату випуску прогнозу t на рис.2.1 визначається відповідний йому рівень води на дату $t+\tau$ в нижньому створі $H_{H_{t+\tau}}$.

Рівень води у
с.Заліщики,
 $H_{n+\tau}, \text{см}$

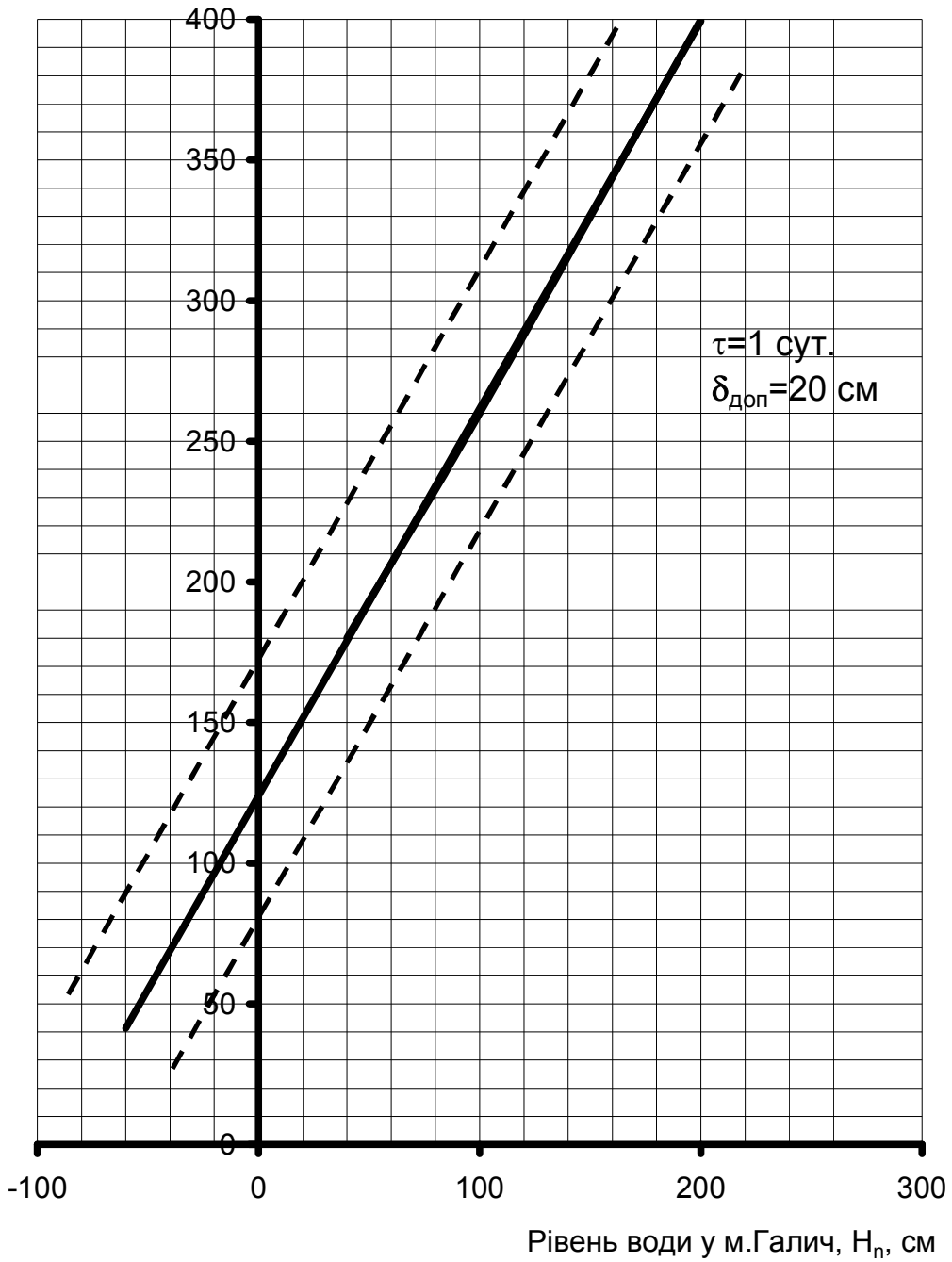


Рисунок 2.1 – Залежність відповідних рівнів води р. Дністер,
м. Галич – с. Заліщики

Приклад: Рівень води р. Дністер у м. Галич 7.05.2004 р. був 95 см. Відповідний йому рівень води у с. Заліщики по рис.2 складає 217 см, час добігання $\tau = 1$ добу. Отже рівень води у с. Заліщики 217 см очікується 8.05.2004 р.

Такий спосіб прогнозу припускає, що боковий приплив в рівнянні (1) малий або слабо варіює.

При значній ролі бокового припливу рекомендується при випуску прогнозів вводити поточне коректування. Для цього при випуску прогнозу на графік зв'язку систематично наносяться точки зі значеннями фактичних відповідних рівнів води поточного року. В тих випадках, коли вони утворюють самостійний потік точок, проводиться додаткова крива, паралельна основному зв'язку. Ця додаткова крива використовується для випуску прогнозів на найближчий період завчасності.

Випуск оперативних прогнозів здійснюється у відповідності до п.263 „Наставлення по службе прогнозів” за формою ГП-32, дод.52 цього ж „Наставлення”. Схема випуску прогнозу надана в табл.2.1.

Таблиця 2.1 – Схема випуску прогнозів відповідних рівнів води на слабкоприпливній ділянці р. Дністер м.Галич – с. Заліщики

Дата складання прогнозу, t	Рівень води у м. Галича, H_t , см	Час добігання, τ , д	Рівень води у с. Заліщики, $H_{t+\tau}$ см	Дата, на яку дається прогноз, $t+\tau$
1	2	3	4	5

Перелік посилань

1.Апполов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – С.59-65.

2.Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – С.18-38.

3. Наставление по службе прогнозів. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. - Разд.3. – Ч.1.

4.Руководство по гидрологическим прогнозам. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. – Вып.2. – С.9-15.

ЗАВДАННЯ 3

ПРОГНОЗ ЩОДЕННИХ РІВНІВ (ВИТРАТ) ВОДИ НА ПРИПЛИВНІЙ ДІЛЯНЦІ РІЧКИ ДЕСНА (по сумі витрат води вищерозташованих створів басейну річки Дніпро)

Річка Дніпро бере початок в Смоленській області на Валдайській височині. Довжина річки до м. Києва становить 1313 км, площа басейну – 327700 км².

У відповідності зі змінністю клімату, геології та інших фізико-географічних характеристик р. Дніпро можна розділити на три ділянки: верхню – від витoku до м. Києва, середню – від м. Києва до м. Запоріжжя, нижню – від м. Запоріжжя до гирла.

У верхній частині басейну в р. Дніпро впадають найбільш крупні притоки: Прип'ять, Березина, Сож, Десна. Основна частка стоку річки Дніпро формується в його верхній течії до м. Києва.

За характером живлення р. Дніпро відноситься до річок, які характеризуються високим весняним водопіллям, низькою літньою і зимовою межнями та підвищеним стоком восени. Частка весняного стоку в верхній частині басейну становить близько 50 % річного стоку. Амплітуда змін дат початку водопілля, настання максимумів та закінчення водопілля біля м. Києва відповідно складає 52, 49 та 64 діб. Ранні водопілля, з початком 25 лютого, характеризуються, як правило, низьким максимумом. Водопілля, початок яких відмічається в другій половині березня, частіше бувають високими ($Q_m > 5 - 7$ тис.м³/с).

Прогноз щоденних рівнів (витрат) води здійснюється на основі використання методу відповідних рівнів (витрат) води. В цьому методі в дуже простій формі відображаються закони переміщення водних мас по річці.

Основою даного методу прогнозу є зв'язок витрат (рівнів) води в нижньому створі з сумою витрат води в верхніх створах, розташованих на одній ізохроні добігання (рис.3.1)

$$Q_t = Q_{t-\tau}^1 + Q_{t-\tau}^2 + \dots + Q_{t-\tau}^n + q_{пром} \quad (3.1)$$

або

$$Q_t = f(Q_{t-\tau}^1 + Q_{t-\tau}^2 + \dots + Q_{t-\tau}^n), \quad (3.2)$$

де $Q_{t-\tau}^1, Q_{t-\tau}^2, Q_{t-\tau}^n$ - витрати води верхніх створів, які відповідають витраті води в нижньому створі - Q_t .

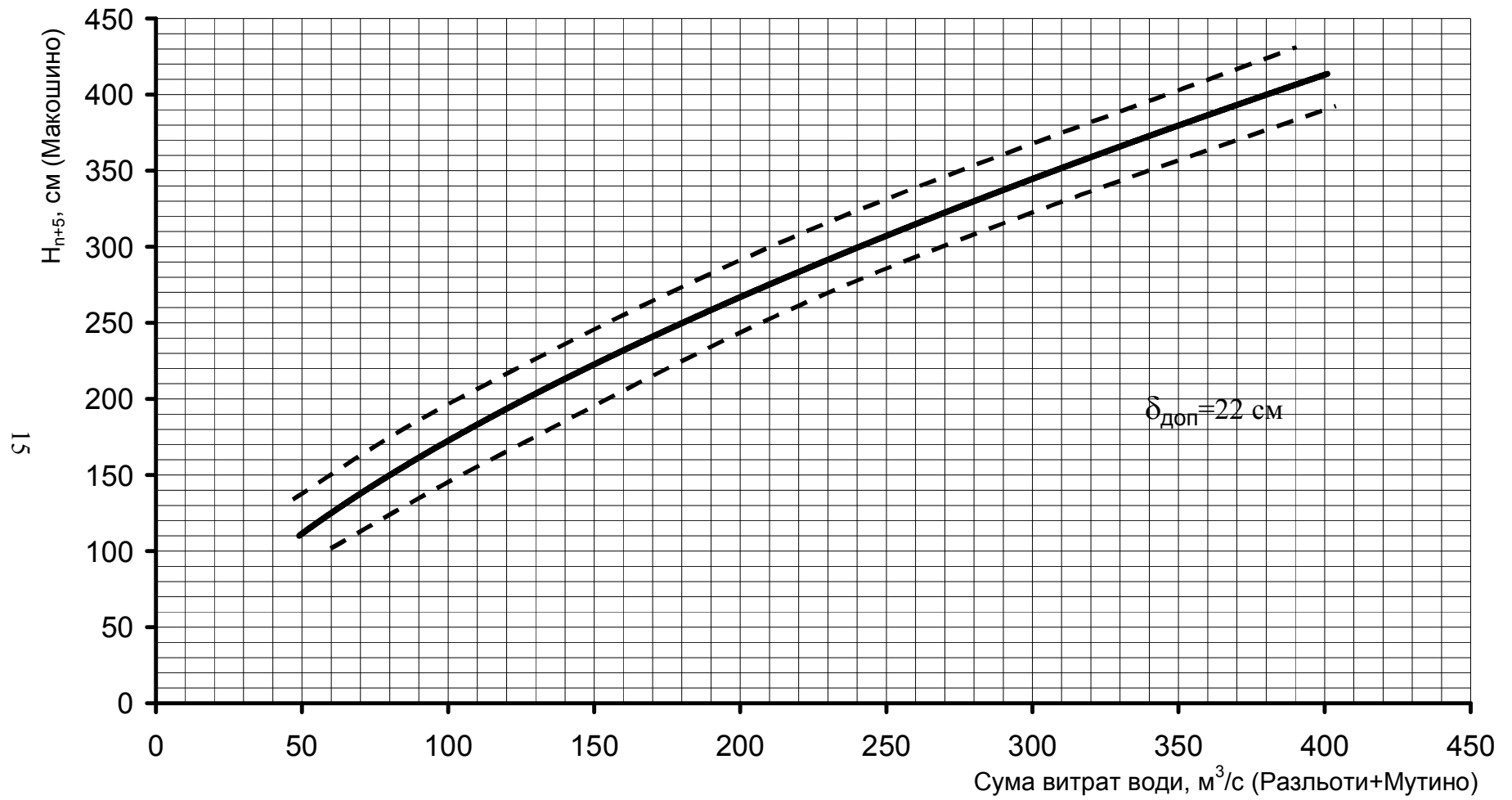


Рисунок 3.1 - Залежність щоденних рівнів води р. Десна – с. Макошино від суми витрат води р. Десна – с. Разльоти та р. Сейм – с. Мутин)

Перехід від витрати до рівнів води здійснюється або на основі використання кривої витрат вои, або шляхом побудови залежності

$$H_t = f_1(Q_{t-\tau}^1 + Q_{t-\tau}^2 + \dots + Q_{t-\tau}^n) . \quad (3.3)$$

Однак, як правило, гідрометричні створи не розташовуються на одній ізохроні, яка дорівнює завчасності прогнозу, а розміщені на різних ізохронах (з різним часом добігання води по руслах). В такому випадку будують залежності вигляду:

$$Q_t = f_1(Q_{t-\tau_1}^1 + Q_{t-\tau_2}^2 + \dots + Q_{t-\tau_n}^n) \quad (3.4)$$

або

$$H_t = f_1(Q_{t-\tau_1}^1 + Q_{t-\tau_2}^2 + \dots + Q_{t-\tau_n}^n), \quad (3.5)$$

де $\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n$ - час добігання води від верхніх створів (1, 2, ..., n) до нижнього створу.

Завчасність прогнозів щоденних рівнів води при цьому дорівнює найменшому часу добігання τ .

Прогнози випускаються по залежностях типу рис.3.1 для літньо-осінньої межени.

Витрати води визначаються по літній кривій витрат води. В випадку льодових явищ на річках слід при визначенні витрат води вводити коефіцієнт $K_{зим}$.

В процесі випуску прогнозу на графік зв'язку необхідно систематично наносити точки поточного року – відповідні рівні (витрати) води.. Це дозволяє урахувати систематичне відхилення при складанні прогнозу шляхом поточного коректування. Схема випуску прогнозу надана в табл.3.1.

Таблиця 3.1 – Схема випуску прогнозів відповідних рівнів води на припливній ділянці р. Десна с.Макошино

Дата складання прогнозу, t	р.Десна-с. Разльоти		р.Сейм-с. Мутин,		$\sum Q_{t-\tau}^1 + Q_{t-\tau}^2 + \dots + Q_{t-\tau}^n$	Рівень води у с. Макошино, H_t , см	Дата, на яку дається прогноз, $t+\tau$
	$H_{t-\tau}^1$ см	$Q_{t-\tau}^1$ м ³ /с	$H_{t-\tau}^2$ см	$Q_{t-\tau}^2$ м ³ /с			
1	2	3	4	5	6	7	8

Оцінка випущених прогнозів надається згідно [3].

Перелік посилань

1. Апполов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – С.65-71.
2. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – С.38-41.
3. Наставление по службе прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1962. - Разд.3. – Ч.1.- п.291.
4. Руководство по гидрологическим прогнозам. - Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Вып.2. – С.15-19.

ЗАВДАННЯ 4

ПРОГНОЗ СЕРЕДНЬОПЕНТАДНИХ ВИТРАТ ВОДИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ БІЛЯ ПЕРВОМАЙСЬКОЇ ТА ВОЗНЕСЕНСЬКОЇ ГЕС

Басейн р. Південний Буг розташований на території Української височини та Причорноморської низовини. Річка Південний Буг бере початок з боліт Кам'янець-Подільської області.

Довжина річки 500 км, загальна площа басейну становить 63740 км², до створу Першомайської ГЕС (Підгір'є) – 27499 км². Басейн має різко виражену асиметричну форму в бік лівобережжя.

Клімат території помірно-континентальний. Циклони, які надходять з Атлантики, Середземного та Чорного морів в холодний час року, обумовлюють часті відлиги. Середньорічні суми опадів коливаються від 550 мм у верхів'ях басейну до 360 мм – в гирлі. Найменша кількість опадів спостерігається в лютому, найбільша – в червні-липні.

Живлення річки сніго-дощове. Річний хід рівнів води характеризується різко вираженим піком весняного водопілля і порівняно плавним ходом рівнів води в останній час року. На формування весняного водопілля біля с. Олександрівка значно впливає річка Синюха: при одночасному сніготаненні водопілля біля Олександрівки має один пік, а при неодноразовому – два піки.

Прогноз об'єму стоку річки Південний Буг необхідний для планування робіт Першомайської та Вознесенської ГЕС.

В основу прогнозу витрат води покладено розв'язання рівняння водного балансу. Прогнозна величина стоку за якийсь відрізок часу може бути представлена у вигляді:

$$\sum_n^{n+t} Q \Delta t = W_C + W_B - P_T + W + \sum_n^{n+t} Q_n \Delta t + \sum_n^{n+t} Q_D \Delta t, \quad (4.1)$$

де $\sum_n^{n+t} Q \Delta t$ - стік за час t ;

n – дата випуску прогнозу;

W_C, W_B, W – відповідно запаси води в сніговому покриві, на поверхні басейну і в русловій мережі в момент часу n ;

$\sum_n^{n+t} Q_n \Delta t$ - стік підземних вод за час Δt від дати n до дати $n+t$;

$\sum_n^{n+t} Q_D \Delta t$ - стік, спричинений опадами за час Δt від дати n до дати $n+t$;

P_T – втрати талого стоку, якщо сніг в басейні повністю станув.

Якщо прогноз складається після сходу снігу в басейні, то рівняння (1) має вигляд:

$$\sum_n^{n+t} Q \Delta t = W + \sum_n^{n+t} Q_n \Delta t + \sum_n^{n+t} Q_D \Delta t. \quad (4.2)$$

Прогноз пентадних витрат води річки Південний Буг на основі рівняння (4.1) і (4.2) можна здійснювати за допомогою залежностей (4.3) – (4.5):

1. Для періоду спаду весняного водопілля (рис.4.1)

$$\bar{Q}_{n+5} = f(W_n), \quad (4.3)$$

де W_n - запаси води в руслі в дату складання прогнозу (тобто 5, 10, 15 і т.д. числа кожного місяця).

2. Для теплого періоду (рис.4.2)

$$\bar{Q}_{n+5} = f(W_n, \sum X_{n \text{ пент}}), \quad (4.4)$$

де $\sum X_{n \text{ пент}}$ - сума опадів за пентаду перед датою складання прогнозу.

3. Для холодного періоду

$$\bar{Q}_{n+5} = f(W_n, \sum +t_n^o \text{ пент}) , \quad (4.5)$$

де $\sum +t_n^o \text{ пент}$ - сума позитивних температур повітря за відлигу в попередню пентаду.

Порядок складання прогнозу

Прогноз середньопентадних витрат води складається 30(31), 5, 10, 15 й ін. числа кожного місяця на наступну пентаду. Для складання прогнозу необхідно визначити:

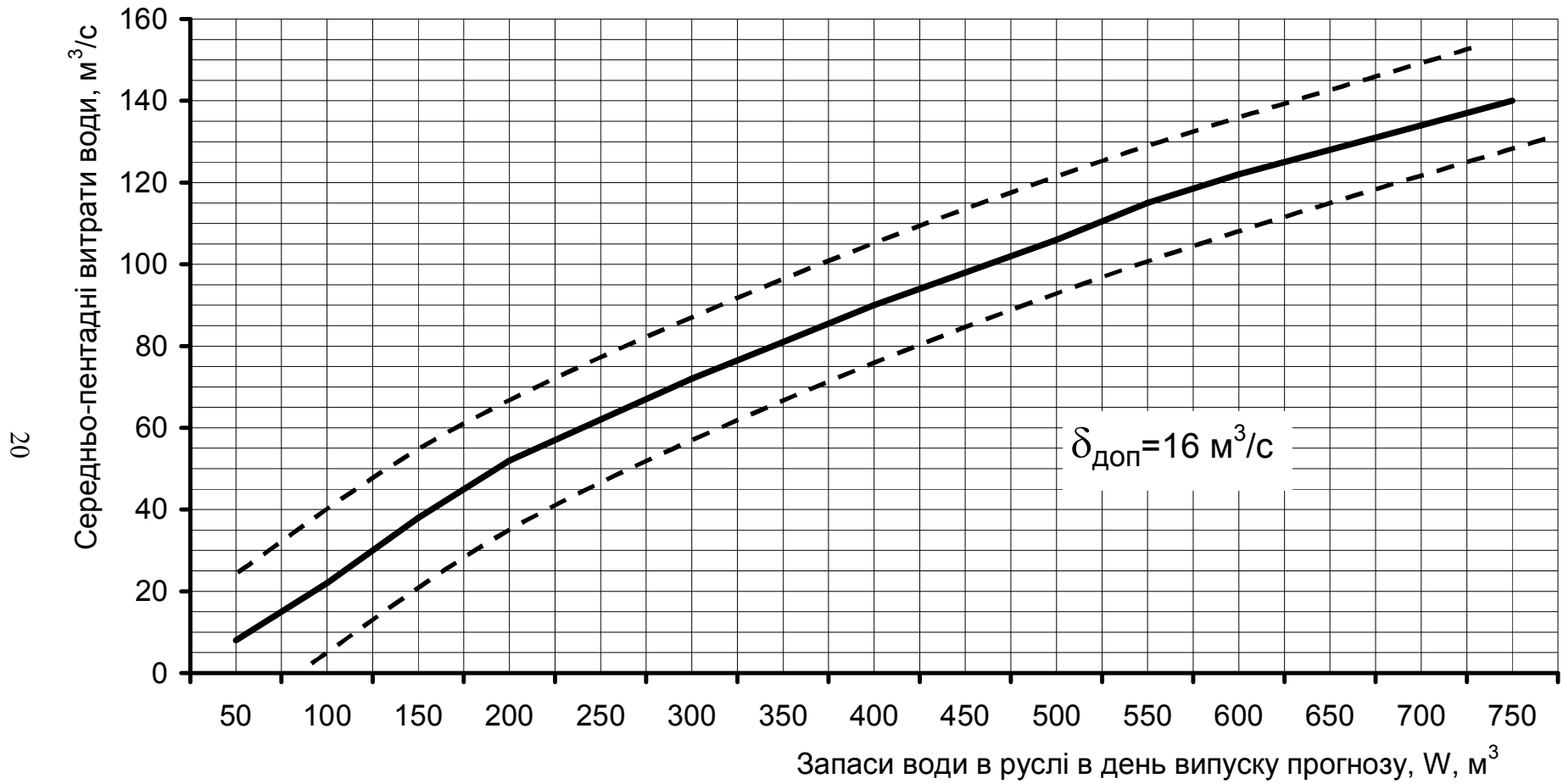


Рисунок 4.1 – Залежність середньо пентадних витрат води від запасів води в русловій мережі в період спаду весняного водопілля, р. Пувденний Буг – с. Підгір'я

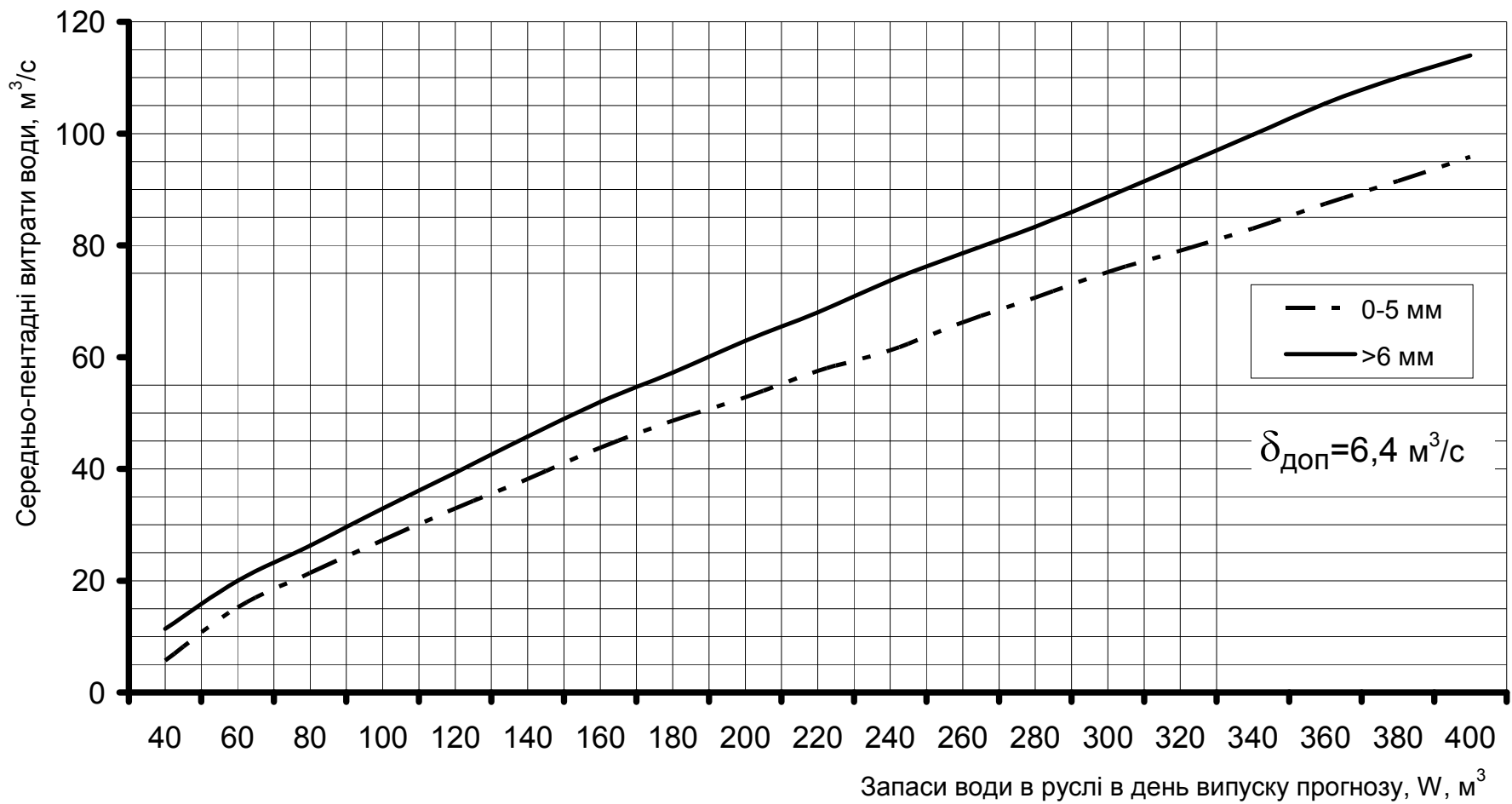


Рисунок 4.2 – Залежність середньопентадних витрат води від запасів води в русловій мережі з урахуванням опадів в минулу пентаду
Р. Південний буг – с. Підгір'я (період осені)

Руслові запаси води (W_n):

- до Підгяр'я $W_n = W_1 + W_2 + W_3$;
- до Олександрівки $W_n = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5$,

де W_1, \dots, W_5 – часні об'єми руслових запасів води на окремих ділянках річки.

Об'єм руслових запасів води на ділянці річки південний Буг визначається за формулою:

$$W_i = \frac{Q_B + Q_H}{2} \cdot \tau, \quad (4.6)$$

де Q_B – витрата води в верхньому створі;
 Q_H – витрата води в нижньому створі.

Ділянка 1: витік – Сабарів (Селище):

$$W_1 = \frac{Q_C}{2} \cdot 2.5. \quad (4.7)$$

Ділянка 2: Сабарів – Тростянець:

$$W_2 = \frac{Q_C + Q_T}{2} \cdot 2.1. \quad (4.8)$$

Ділянка 3: Тростянець - Підгір'я:

$$W_3 = \frac{Q_T + Q_P}{2} \cdot 1.6. \quad (4.9)$$

Ділянка 4: р.Синюха: витока – Син. Брід:

$$W_4 = \frac{Q_{С.Б.}}{2} \cdot 3. \quad (4.10)$$

Ділянка 5: Підгір'я – Син. Брід – Олександрівка:

$$W_5 = \frac{Q_P + Q_{С.Б.} + Q_O}{2} \cdot 1.0. \quad (4.11)$$

Швидкість добігання орієнтовно дорівнює 100 км/д. Руслові запаси води (W) одержані в відносних величинах, тобто зменшені в 86400 разів.

2. Сума опадів ($\sum X_n$) розраховується як середня сума щоденних опадів за період завчасності прогнозу. Для Підгір'я по метеостанціях: Сабарів, Крижопіль, Гайсин, Умань, Гайворон, Первомайськ, Златопіль. Для Олександрівки – по метеостанціях: тих, що й для Підгір'я, а також Звенігород, Помошна.

3. Сума позитивних температур повітря ($\sum +t_n$) визначається як сума щоденних позитивних температур повітря за час відлиги за період завчасності прогнозу по метеостанції Вознесенськ.

Схема випуску прогнозу для р. Південний Буг- Підгір'я надана в табл.4.1.

Таблиця 4.1 - Схема випуску прогнозу для р. Південний Буг- Підгір'я

Дата складання прогнозу, $t-n$	с. Селище		с. Тростянець		с.Підгір'є	
	H^1_{t-n} см	Q^1_{t-n} м ³ /с	H^2_{t-n} см	Q^2_{t-n} м ³ /с	H^3_{t-n} см	Q^3_{t-n} м ³ /с
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>

Продовження табл.4.1

Дата складання прогнозу, $t-\tau$	W_1 , м ³	W_2 , м ³	W_3 , м ³	ΣW_n , м ³	Середньо-пентадна витрата води с.Підгір'є, $\bar{Q}_{n+t} Q_t$, м ³ /с	Період, на який дається прогноз, $n+t$
<i>1</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>

Перелік посилань

1. Апполов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – С.87-102.

2.Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – С.59-94.

3. Наставление по службе прогнозов. – Л.: Гидрометеоздат, 1962. - Разд.3. – Ч.1.- п.252,291.

4.Руководство по гидрологическим прогнозам. - Л.: Гидрометеоздат, 1989. – Вып.2. – С.177-196.

ЗАВДАННЯ 5

ПРОГНОЗ ПЕНТАДНИХ (ДЕКАДНИХ) НАВИГАЦІЙНИХ РІВНІВ ВОДИ РІЧКИ ДУНАЙ

Річка Дунай займає в Європі друге (після р. Волги) місце за величиною. Довжина річки 2900 км, площа водозбору 817000 км². Середня багаторічна витрата води в гирлі Дунаю становить 6430 м³/с. Басейн річки Дунай розташований на території Німеччини, Швейцарії, Австрії, Чехії, Словаччії, Угорщини, Югославії, Румунії, Болгарії, України.

Річка Дунай бере початок на східних схилах Шварцвальду на височині близько 1000 м, тече в східному напрямку і впадає в Чорне море.

Живлять Дунай дощові води, стікаючі з водозбірної площі басейну, талі води снігів і льодовиків, підземні води. Близько 120 приток Дунаю формують гідрографічну мережу басейну. Розподілені притоки нерівномірно: більшість їх розташована в передгір'ях Альп і Карпат, рідкісні вони на території Угорської низовини. На основні притоки Дунаю (Драва, Тиса, Сава, Олт, Сирет, Лозина і ін.) припадає близько 90 % річного стоку річки в гирловій частині.

По комплексу фізико-географічних ознак Дунай розділяють на наступні три частини:

- Верхній Дунай (протяжністю 992 км) — від витoku (2783 км) до селища Генью (1791 км);
- Середній Дунай (протяжністю 860 км) — від селища Генью до Турну-Северина (931 км);
- Нижній Дунай (протяжністю 931 км) — від Турну-Северина до гирла (Суліна).

Клімат басейну помірно континентальний. Температурний режим пов'язаний з різними рельєфними умовами: найтепліший місяць – липень, середня температура на низовині становить 20-23 °С та приблизно 1°С – в Альпах, найхолодніший місяць – січень, коли середня температура на низовині дорівнює -10 - 13°С.

Кількість опадів також зростає з височиною: найбільше їх випадає в Східних Альпах (біля 2500 мм). Тут беруть початок величезні притоки Дунаю: Сава, Драва. До півночі та сходу кількість опадів зменшується. Найбільша кількість опадів припадає на липень, найменша – на січень-лютий. У літній період спостерігаються сильні зливи, які дають за добу 100-150 мм (до 250 мм): вони обумовлюють зливові паводки на Дунаю та його притоках.

Живлення річок снігове та дощове. Басейн асиметричний в бік лівобережжя, однак, водність правих приток велика и складає 68 % загальної водності приток.

Льодові явища спостерігаються кожен рік, в середньому з кінця грудня до середини – кінця лютого.

На режим Дунаю впливає дамба, розташована в районі Залізних Воріт. Попуски мають характер несталого руху з різкими коливаннями ухилів, висота хвилі попуску досягає 1.5-2.0 м.

Прогноз пентадних та декадних рівнів води

Запити судноплавства на річці Дунай забезпечуються випуском прогнозів середніх та мінімальних пентадних (декадних) рівнів води. В якості навігаційного періоду прийнято період у відповідності до середніх строків наявності льоду.

Середні пентадні та декадні рівні води у даному створі визначаються кількістю води, яка пройшла через створ за період завчасності прогнозу (5 діб для пентадних і 10 діб для декадних), тобто русловими запасами води на ділянці, яка віддалена від розрахункового створу на відстань, що відповідає часу добігання (τ). Карта-схема р. Дунай розміщена на рис.5.1.

Величини мінімальних пентадних і декадних рівнів води визначаються ступенем виснаження руслових запасів на вище розташованій ділянці річки, яка віддалена від розрахункового створу на відстань, що відповідає часу добігання (τ). При цьому допускається припущення, що змінність припливу води за період завчасності прогнозу дуже мала та порівняно з водністю головного русла річки складає незначну величину.

Для в/п Джурджу прогноз надається по залежностях середніх ($\bar{H}_{(t+5)Д}$) і мінімальних ($H_{(t+5)Д}^{min}$) за пентаду рівнів води біля в/п Джурджу з русловими запасами води на ділянці Калафат-Джурджу ($W_{tК-Д}$) з урахуванням рівня води в/п Джурджу в день складання прогнозу ($H_{tД}$) (рис.5.2, рис.5.3):

$$\bar{H}_{(t+5)Д} = f(W_{tК-Д}, H_{tД}); \quad H_{(t+5)Д}^{min} = f(W_{tК-Д}, H_{tД}). \quad (5.1)$$

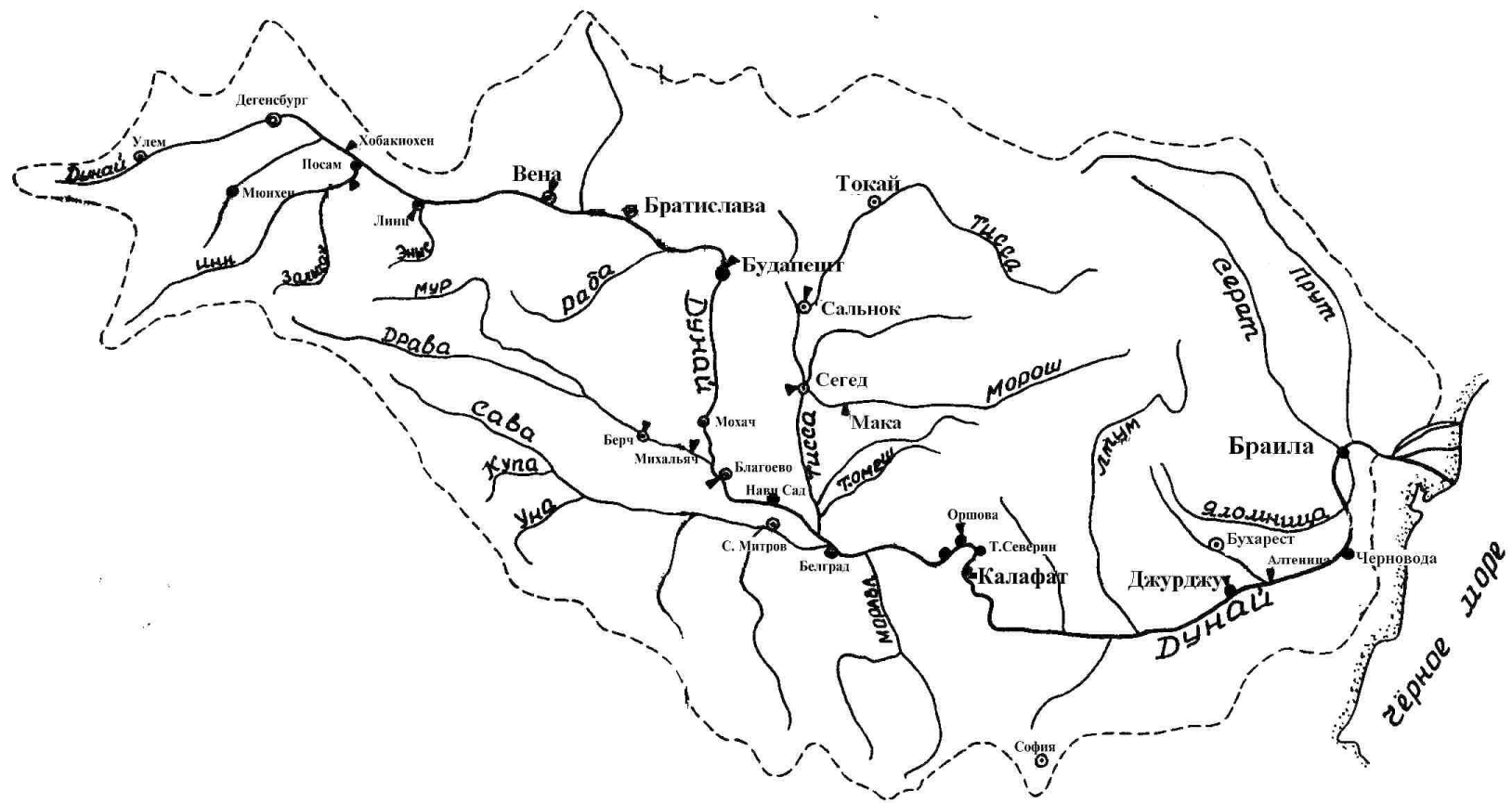


Рисунок 5.1 – Схема бассейну р. Дунай

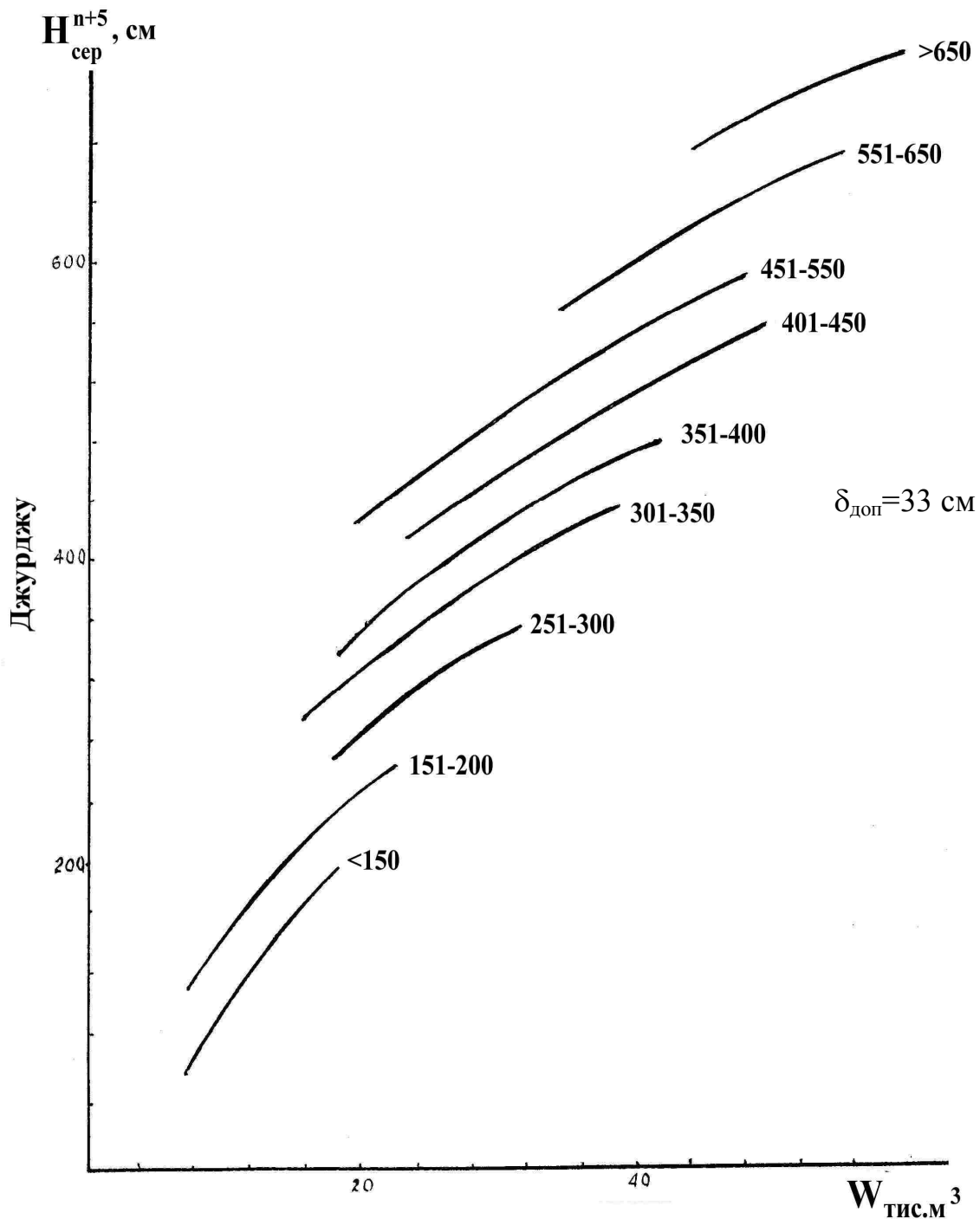


Рисунок 5.2 – Залежність середніх за пентаду рівнів води р. Дунай у в/п Джурджу від запасів води на ділянці Калафат-Джурджу з урахуванням рівня води у в/п Джурджу в день складання прогнозу

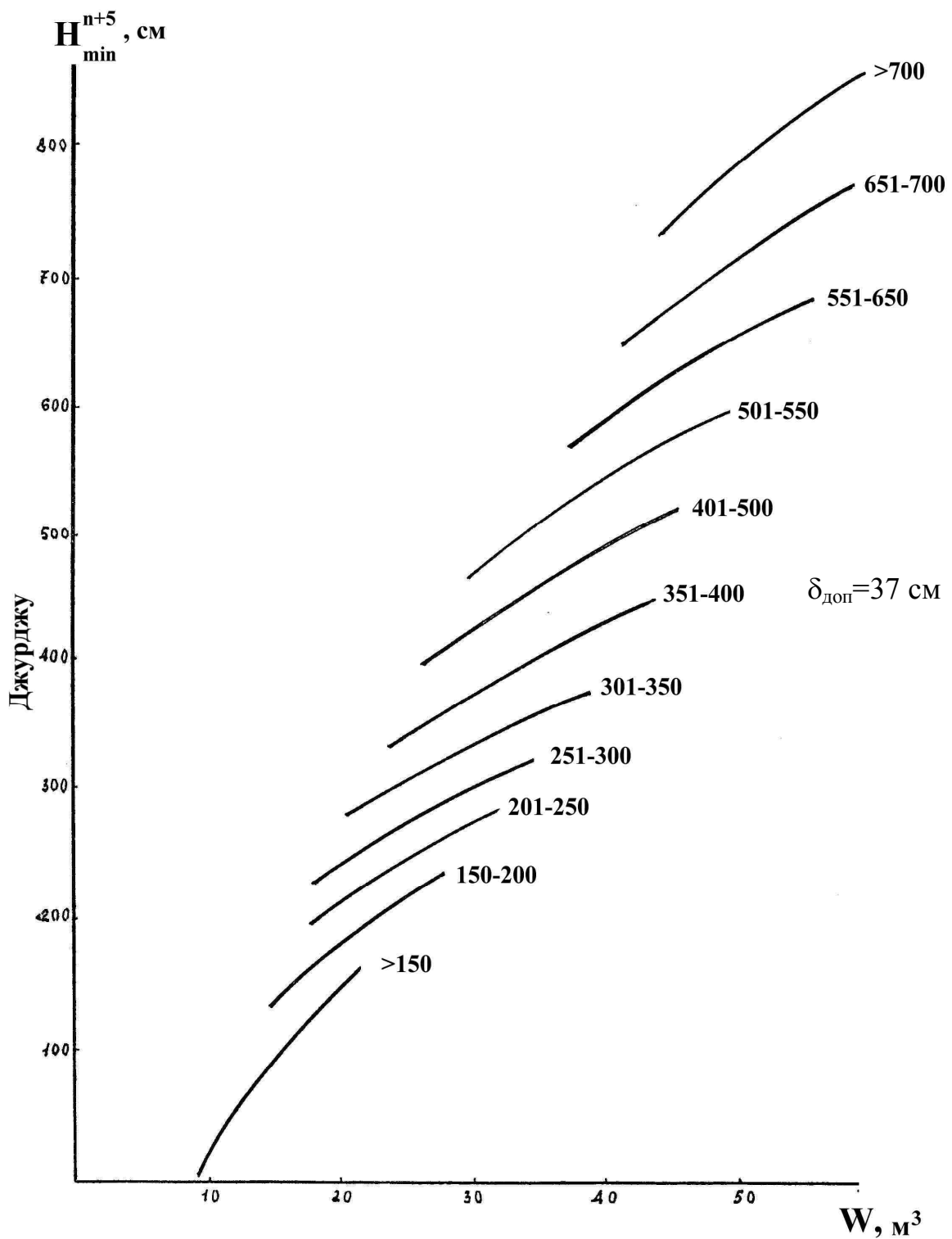


Рисунок 5.3 – Залежність мінімальних за пентаду рівнів води у в/п Джурджу від запасів води на ділянці Калафат-Джурджу з урахуванням рівня води у в/п Джурджу в день складання прогнозу

$$\bar{H}_{(t+10)B} = f(W_{t_{K-D}}, H_{t_B}); \quad H_{(t+10)B}^{min} = f(W_{t_{K-D}}, H_{t_B}), \quad (5.2)$$

Руслові запаси на ділянці Калафат-Джурджу ($W_{t_{K-D}}$) визначаються за формулою:

$$W_{t_{K-D}} = \frac{Q_K + Q_D}{2} \cdot \tau, \quad (5.3)$$

де Q_K – витрата води біля в/п Калафат в день складання прогнозу, м³/с;

Q_D – витрата води біля в/п Джурджу в день складання прогнозу, м³/с;

τ - середній час добігання на ділянці Калафат-Джурджу, який становить 4 доби.

Рівень води біля в/п Браїла і рівень води біля в/п Джурджу – третя змінна, яка дає змогу урахувати непрямим чином ухил водної поверхні (ступінь розпластування паводка).

Складання прогнозів навігаційних рівнів води на р. Дунай ведеться за розрахунковою схемою (табл.5.1).

Таблиця 5.1 – Схема випуску прогнозів навігаційних рівнів води р. Дунай

Дата складання прогнозу, t	в/п Калафат		в/п Джурджу		W_{t_2} , м ³	в/п Джурджу ($\tau=5$ д)			Період прогнозу, $t+5$
	H_{t_K} , см	Q_{t_K} , м ³ /с	H_{t_D} , см	Q_{t_D} , м ³ /с		H_{t_D} , см	$\bar{H}_{(t+\tau)_D}$, см	$H_{(t+\tau)_D}^{min}$, см	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Перелік посилань

1.Афанасьев Е.И. Методика прогноза стока Дуная по запасам воды в русловой сети // Труды ЦИП. - Вып.59.

2. Наставление по службе прогнозов. – Вып.3. – Ч.1. – П.259, 291.

Одеський
гідрометеорологічний інститут

Кафедра гідрології суші

Додаток А – Таблиця ГП-1

ПРОГНОЗ

30

Річка	Пункт	Площа водозбору, км ²	ОЧІКУЄТЬСЯ		Величина або дата у попередньому році	Багаторічні характеристики величини або дат			
			найбільш ймовірний інтервал значень прогнозованої характеристики режиму	найбільш ймовірне значення прогнозованої характеристики режиму у інтервалі		період спостережень	найменша	середня	найбільша

Прогноз склав _____
(прізвище)

Час випуску прогнозу _____

Начальник _____ УГМС _____

Начальник сектора гідрологічних прогнозів _____

Додаток Б – Таблиця ГП-2

Одеський гідрометеорологічний інститут
Кафедра гідрології суші

ПРОГНОЗ

Річка	Пункт	ОЧІКУЄТЬСЯ		Дата і період
		найбільш ймовірний інтервал значень прогнозованої характеристики режиму	найбільш ймовірне значення прогнозованої характеристики режиму у інтервалі	

Прогноз склав _____
(прізвище)

Час випуску прогнозу _____

Начальник _____ УГМС _____

Начальник сектора гідрологічних прогнозів _____

Додаток В – Таблиця ГП-31
Ж У Р Н А Л
обліку і оцінки довгострокових прогнозів

№ п/п	Дата складання прогнозу	Річка (озеро, водосховище)	Пункт (ділянка)	Завчасність прогнозу	Величина або дата		Допустима похибка прогнозу	Похибка прогнозу		Оцінка прогнозу	Примітка	Підпис, хто складав прогноз
					передбачення	спостереження		абсолютна	у частках допустимої похибки			

З Б І Р Н И К
МЕТОДИЧНИХ ВКАЗІВОК
до чергувань у навчальному бюро гідрологічних прогнозів
Розділ
"Короткострокові прогнози водного режиму річок"

Укладачі: к.г.н., доц. Шакірманова Ж.Р.
ас. Погорелова М.П., зав.лаб. Будкіна І.Є.

Підп. до друку 12.04.2011. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк офсетний. Ум. Друк. арк. 1,86
Тираж 50 прим. Зам. №217

Одеський державний екологічний університет
65016, Одеса, вул.Львівська, 15

Надруковано з готового оригінал-макета

Друкарня видавництва «Екологія»
65045, м. Одеса, вул. Базарна, 106, к.313
Тел.: (0482) 33-07-18, 37-07-95, 37-15-27
www.fotoalbom-odessa.com

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1873 від 20.07.2004 р.