DOI: https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.3.1
УДК 556.16

Горбачова Л.О., Афтенюк О.О.
Український гідрометеорологічний інститут НАН України та ДСНС України, м. Київ

ЙМОВІРНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ І СТАТИСТИЧНІ ПАРАМЕТРИ СТРОКІВ НАСТАННЯ ОСНОВНИХ ФАЗ ЛЬОДОВОГО РЕЖИМУ РІЧОК БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ У МЕЖАХ УКРАЇНИ

Ймовірнісні характеристики льодового режиму водних об'єктів значно розширюють знання щодо їх мінливості, величин та строків настання основних фаз. Такі знання є важливими для проектування і експлуатації гідротехнічних споруд. Разом з цим, ймовірнісні характеристики льодового режиму річок України було розраховано у 70-х роках XX століття, у тому числі, і для деяких річок басейну Прип'яті. Отже, метою роботи є визначення ймовірнісних характеристик і статистичних параметрів строків настання основних фаз льодового режиму річок, а саме дат появи льодових явищ, встановлення і руйнування льодоставу, очищення від льодових явищ річок басейну Прип'яті у межах України, а також аналіз отриманих результатів. *Дослідження виконано за даними 29 гідрологічних постів за період від початку спостережень по 2020 р. В якості статистичних параметрів використано такі показники як середнє багаторічне значення, середнє квадратичне відхилення і коефіцієнт асиметрії, які визначено за методом моментів. Аналітичний розподіл строків настання основних фаз льодового режиму визначено за кривої Пірсона III типу, а емпіричний – за формулою Вейбула.*

Ймовірнісний розподіл Пірсона III типу досить успішно описує емпіричні точки строків настання основних фаз льодового режиму річок басейну Прип'яті у межах України. Аналітичні криві розподілу мають незначну від'ємну асиметрію для дат появи льодових явищ і встановлення льодоставу і додатну асиметрію для дат руйнування льодоставу і очищення від льодових явищ. Строки настання основних фаз льодового режиму річок, а також їх статистичні параметри і ймовірнісні характеристики мають близькі значення, які підпорядковуються географічній зональності, що надає змогу у майбутньому для їх узагальнення шляхом картування.

Ключові слова: *льодовий режим, ймовірнісні характеристики, басейн Прип'яті, статистичні параметри, розподіл Пірсона.*

Вступ. Льодовий режим річок має важливе практичне значення, оскільки льодові явища можуть впливати на роботу різних галузей господарства, а також на екологічний стан річкових вод, біохімічні процеси у водному середовищі та заплавах, тощо [1-3]. Отже, необхідно мати відомості щодо умов утворення, руйнування та тривалості льодових явищ на річках та їхніх характеристик. Разом з цим, звичайні відомості щодо льодового режиму річок, а саме середня багаторічна дата, сама рання та пізня дати, тривалість льодових явищ та льодоставу надають тільки обмежене уявлення за деякий проміжок часу [4]. Особливо це стосується спостережень за льодовим режимом річок, які мають невелику тривалість, оскільки такі ряди не містять екстремальних значень. У світі для вирішення цієї проблеми починаючи з 20-років XX століття широко використовується статистичний підхід, який дозволяє визначати ймовірнісні характеристики рядів спостережень [5, 6]. Стосовно льодового режиму водних об'єктів ймовірнісні характеристики значно розширюють знання щодо мінливості, величин та строків настання основних фаз льодового режиму та їхньої тривалості. Такі знання є важливими для проектування і експлуатації гідротехнічних споруд.

Найбільш повне ґрунтовне узагальнення матеріалів спостережень за характеристиками льодового режиму річок України виконано в монографіях «Ресурси поверхневих вод СРСР» том 6, які вийшли друком у період з 1966 по 1971 рр. [7]. Подальші дослідження виконувались для окремих річкових басейнів та за різні періоди спостережень [8-19]. Тільки у деяких з цих досліджень було визначено ймовірнісні характеристики льодового режиму річок і тільки для окремих його фаз [8-11, 14].

Для річок басейну Прип’яті ймовірнісні характеристики було розраховано у 70-х роках минулого століття. Так, у роботі Жицкої Н.В. [8] розраховано ймовірнісні характеристики дат появи льоду, встановлення і скресання льодоставу для 5 гідрологічних постів на р. Прип’ять, які розташовано на території Республіка Білорусь. У роботах Дюкель Н.Г. [4, 10, 11] розраховано ймовірнісні характеристики дат настання основних фаз льодового режиму для деяких правобережних притоків р. Прип’ять. Отже, в Україні дослідженням ймовірнісних характеристик льодового режиму на водних об’єктах, зокрема і для басейну р. Прип’ять, не приділяється належної уваги.

Метою даного дослідження є визначення сучасних ймовірнісних характеристик дат появи льодових явищ, встановлення і скресання льодоставу, очищення від льодових явищ річок басейну Прип’яті у межах України, а також аналіз отриманих результатів.

Матеріали та методи дослідження. Річка Прип'ять бере початок на заході Українського Полісся, через 204 км вниз за течією перетинає державний кордон з Республікою Білорусь, по території якої протікає понад 500 км по Поліській низовині (рис. 1). Останні 50 км річка знову протікає територією України. Впадає р. Прип'ять в Київське водосховище і є великою правою притокою р. Дніпро. Загальна довжина річки 761 км, площа водозбору 121 000 км^2. У межах України довжина річки складає 254 км, площа водозбірного басейну – 68 370 км^2. Водозбір Прип'яті асиметричний, причому на правобережну частину припадає близько 2/3 всієї його площі [20].

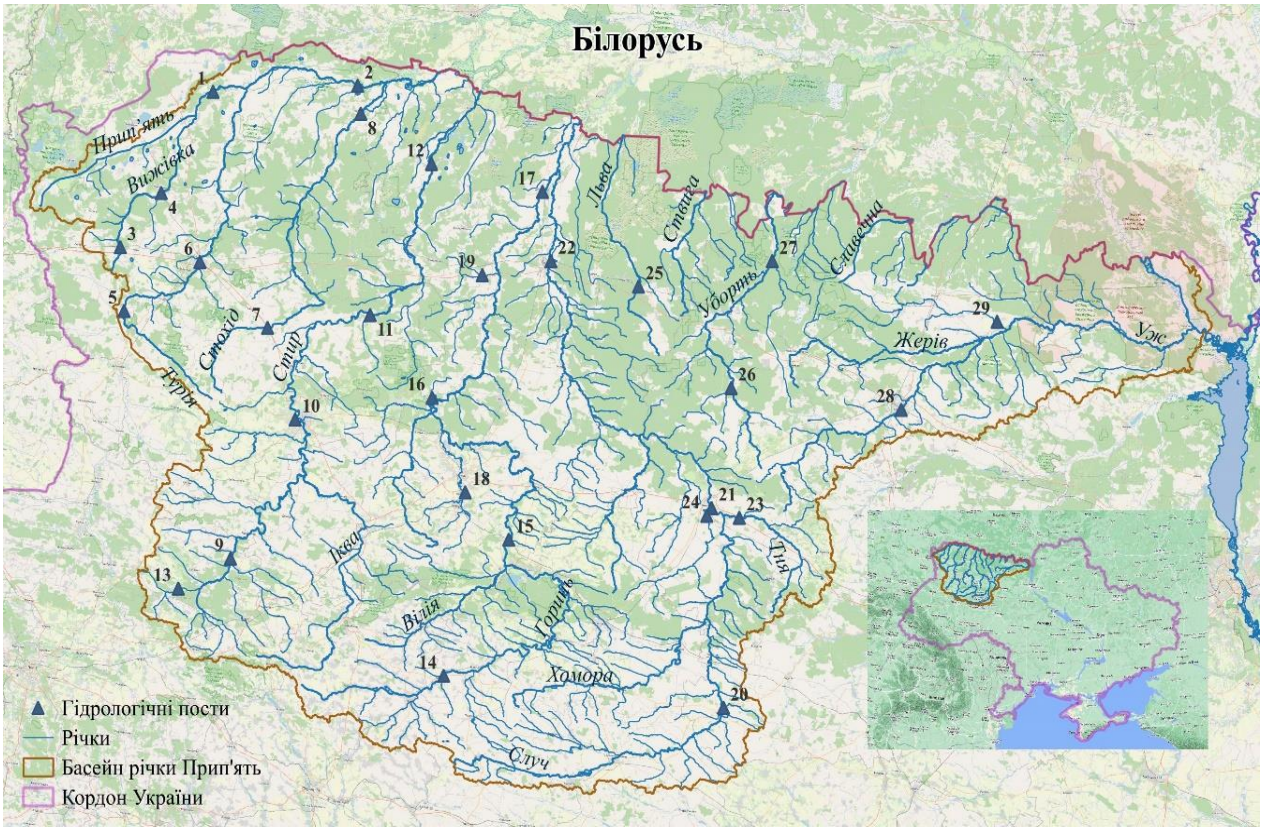

Рис. 1 **Схема розташування басейну р. Прип’ять в межах України та 29 гідрологічних постів (нумерація відповідає табл. 1)**

Українська частина басейну річки Прип'ять межує з річками Західний Буг на півдні та заході, річками Дністер і Південний Буг на півдні та річкою Дніпро на сході та південному сході. Річка Прип'ять має 14 правобережних приток, серед яких найбільші Горинь, Стир та Уж. Правобережний басейн річки розташований на Поліссі, для якого характерний низинний рельєф, широкі заболочені річкові долини, позитивний баланс вологи, широке поширення дерново-підзолистих і болотних ґрунтів. Рельєф Полісся являє собою велику рівнину з висотами, які не перевищують 150-200 м [20, 21].

Живлення річок правобережної частини басейну р. Прип'ять змішане. Основна частка в живленні річки припадає на весняне водопілля, яке складає 60-65 % річного стоку. Зазвичай, літньо-осіння та зимова межень порушуються дощовими та зимовими паводками [20].

На річках басейну Прип'яті у межах України середні багаторічні дати показують, що поява льодових явищ відбувається у першій половині листопада, встановлення льодоставу – з грудня до початку січня, скресання – з лютого до середини березня, очищення від льодових явищ – переважно у другій декаді березня [22].

Спостереження за гідрологічними характеристиками, у тому числі, і за характеристиками льодового режиму виконуються на 29 гідрологічних постах у басейні р. Прип'ять в межах України (рис. 1). Для дослідження використано дані з початку спостережень до 2020 року включно (табл. 1). Ці дані містяться в опублікованих довідкових матеріалах, підготовлених Центральною геофізичною обсерваторією ім. Бориса Срезневського (м. Київ). Тривалість самого короткого ряду спостережень складає 35 років (р. Устю - с. Корнін), самого довгого – 96 років (р. Случь - м. Новоград-Волинський).

Таблиця 1. **Перелік гідрологічних постів у басейні р. Прип'ять в межах України**

№	Річка	Пост	Площа водозбору, км^2	Період спостережень / його тривалість, роки
1	Прип'ять	с. Річиця	2210	1940-1941, 1946-2020 / 75
2	Прип'ять	с. Любязь	6100	1946-2020 / 74
3	Вижівка	с. Руда	141	1929-1933, 1945-2020 / 79
4	Вижівка	смт Стара Вижівка	722	1944-2020 / 77
5	Турія	с. Ягідне	502	1939-1941, 1945-2020 / 77
6	Турія	м. Ковель	1480	1923-1934, 1939-1941, 1945-2020/87
7	Стохід	с. Малинівка	692	1940-1941, 1945-2020 / 76
8	Стохід	смт Любешів	2970	1923-1933, 1940-1941, 1945-2020 / 85
9	Стир	с. Щуровичі	2020	1939-1941, 1946-2020 / 76
10	Стир	м. Луцьк	7200	1923-1933, 1935-1941, 1944-2020 / 92
11	Стир	м. Колки	9050	1946-2020 / 74
12	Стир	с. Млинок	10900	1929-1941, 1946-1956, 1959-2020 / 83
13	Радоставка	с. Трійця	316	1945-2020 / 75
14	Горинь	смт Ямпіль	1400	1936-1941, 1943-2020 / 82
15	Горинь	с. Оженін	5860	1939-1941, 1945-2020 / 77
16	Горинь	с. Дерaжне	9160	1939-1942, 1946-2020 /77
17	Горинь	м. Дубровиця	12000	1935-2020 / 85
18	Устя	с. Корнін	485	1985-2020 / 35
19	Вирка	с. Сварині	231	1946-2020 / 74
20	Случь	с. Громада	2480	1926-1927, 1930-1941, 1945-2020 / 86
21	Случь	м. Новоград-Волинський	7460	1924-2020 / 96
22	Случь	м. Сарни	13300	1945-2020 / 75
23	Тня	с. Бронники	982	1936-1941, 1943, 1945-2020 / 81
24	Смілка	с. Сусли	632	1939-1941, 1944-2020 / 78
25	Льва	с. Осницьк	276	1946-2020 / 74
26	Уборть	с. Рудня-Іванівська	776	1927-1941, 1945-2020 / 89
27	Уборть	с. Перга	2880	1924-1941, 1946-2020 / 91
28	Уж	м. Коростень	1450	1930-1941, 1944-2020 / 87
29	Норин	с. Словенщина	804	1963-2020 / 57

Визначення статистичних параметрів і ймовірнісних характеристик дат настання основних фаз льодового режиму річок басейну Прип'яті в межах України виконано за методичними підходами, які викладено у роботах [4, 9, 11]. В якості статистичних параметрів використано такі показники як середнє багаторічне значення ($\overline{Д}$), середнє

квадратичне відхилення ($\sigma_Д$) і коефіцієнт асиметрії (C_s), які розраховуються за формулами:

$$\overline{Д} = \sum_{i=1}^{n} Д_i \Big/ n, \quad \textbf{(1)}$$

$$\sigma_Д = \sqrt{\left[\sum_{i=1}^{n}\left(\overline{Д} - Д_i\right)^2\right] / (n-1)}, \quad \textbf{(2)}$$

$$C_s = \left[\sum_{i=1}^{n}(\overline{Д} - Д_i)^3\right] \Big/ \left[\sigma_Д^3 n\right], \quad \textbf{(3)}$$

де $Д_i$ – дата настання характеристики льодового режиму; n – загальна кількість членів ряду.

Середнє квадратичне відхилення використано замість коефіцієнта варіації, оскільки останній змінюється в залежності від початку відліку при чисельному вираженні середньої багаторічної дати характеристики льодового режиму. При розрахунку ймовірнісного розподілу дат основних фаз льодового режиму річок їх статистичні ряди розташовувалися від ранніх дат до пізніх, тобто мінімальні значення забезпеченості присвоювалися раннім датам, а більші значення – пізнім датам.

Розрахункова дата настання характеристики льодового режиму певної ймовірності визначалася за виразом:

$$Д_P = \overline{Д} - \sigma_Д Ф\,(P, C_s), \quad \textbf{(4)}$$

де $Ф$ – число Фостера; P – розрахункова забезпеченість.

Аналітичний розподіл дат настання основних фаз льодового режиму визначено за кривої Пірсона ІІІ типу. Параметри аналітичних кривих визначено за методом моментів. Емпіричний розподіл дат настання основних фаз льодового режиму визначено за формулою Вейбула [6]:

$$P_m = \left[m/(n+1)\right]100\%, \quad \textbf{(5)}$$

де m – порядковий номер членів ряду характеристики льодового режиму (дати появи льодових явищ, встановлення та скресання льодоставу, очищення від льодових явищ), які розташовані в зростаючому порядку.

Виклад основного матеріалу. Визначати статистичні характеристики будь-якої гідрологічної характеристики можливо тільки за однорідними і стаціонарними рядами спостережень [6, 23]. Отже, у роботах [24, 25] виконано комплексний аналіз однорідності і стаціонарності рядів спостережень за датами настання основних фаз льодового режиму річок басейну Прип'яті в межах України на основі застосування статистичних (метод Пірсона, непараметричний критерій Манна-Кендалла) і графічних методів (сумарна крива, інтегральна крива відхилень, суміщені графіки). У басейні р. Прип'ять в межах України ряди спостережень за датами настання льодових явищ, встановлення і руйнування льодоставу, очищення від льодових явищ виявилися однорідними (квазіоднорідними) і стаціонарними (квазістаціонарими). Такі результати дозволили визначити за формулами (1-4) статистичні параметри та ймовірнісні характеристики цих рядів спостережень (табл. 2).

Загалом, аналітичні криві розподілу Пірсона ІІІ типу досить добре відповідають точкам емпіричного розподілу (визначено за формулою (5)) дат появи льодових явищ, встановлення і руйнування льодоставу, очищення від льодових явищ річок басейну Прип'яті (приклад на рис. 2).

Таблиця 2. **Розрахункові характеристики дат настання основних фаз льодового режиму річок басейну р. Прип'яті у межах України**

Річка – пост	Забезпеченість, *P %*								$\overline{Д}$	$\sigma_д$	C_s
	0,1	1	5	10	25	50	75	95			
дати появи льодових явищ / дати встановлення льодоставу											
р. Прип'ять – с. Річиця	13.09 21.09	09.10 18.10	29.10 08.11	07.11 18.11	22.11 03.12	05.12 18.12	16.12 31.12	29.12 14.01	03.12 16.12	19.0 20,7	-0,77 -0,66
р. Прип'ять – с. Любязь	04.09 09.09	04.10 04.10	27.10 31.10	07.11 14.11	23.11 04.12	08.12 22.12	19.12 07.01	01.01 23.01	05.12 19.12	20,4 26,2	-0,94 -0,84
р. Вижівка – с. Руда	24.09 24.09	16.10 16.10	29.10 02.11	05.11 11.11	16.11 23.11	27.11 05.12	08.12 14.12	22.12 25.12	27.11 03.12	16,4 16,4	-0,31 -0,77
р. Вижівка – смт С.Вижівка	24.09 24.09	10.10 10.10	23.10 23.10	30.10 05.11	10.11 22.11	21.11 07.12	02.12 19.12	16.12 01.01	21.11 04.12	16,2 21,0	-0,30 -0,91
р. Турія – с. Ягідне	28.09 30.09	16.10 25.10	31.10 14.11	07.11 23.11	20.11 07.12	02.12 20.12	14.12 31.12	30.12 12.01	02.12 18.12	18,4 18,3	-0,28 -0,79
р. Турія – м. Ковель	23.09 23.09	12.10 12.10	29.10 30.10	06.11 11.11	19.11 30.11	02.12 17.12	14.12 31.12	29.12 15.01	01.12 14.12	18,8 24,1	-0,40 -0,89
р. Стохід – с. Малинівка	05.09 05.09	02.10 02.10	23.10 26.10	02.11 06.11	18.11 24.11	02.12 11.12	14.12 26.12	27.12 06.01	30.11 09.12	20,3 24,0	-0,77 -0,67
р. Стохід – м. Любешів	27.09 27.09	20.10 20.10	03.11 04.11	10.11 16.11	22.11 02.12	04.12 17.12	14.12 30.12	28.12 13.01	03.12 15.12	16,7 21,7	-0,36 -0,84
р. Стир – с. Щуровичі	10.09 03.10	09.10 02.11	01.11 25.11	13.11 06.12	30.11 23.12	18.12 08.01	02.01 23.01	20.01 10.02	16.12 06.01	24,6 22,7	-0,55 -0,69
р. Стир – м. Луцьк	29.09 12.10	20.10 04.11	07.11 23.11	16.11 03.12	29.11 18.12	12.12 03.01	22.12 17.01	03.01 04.02	10.12 02.01	17,7 22,3	-0,75 -0,39
р. Стир – смт Колки	20.09 20.10	14.10 10.11	02.11 28.11	12.11 07.12	26.11 21.12	10.12 05.01	23.12 18.01	07.01 04.02	09.12 04.01	20,3 20,9	-0,55 -0,37
р. Стир – с. Млинок	23.09 14.10	18.10 04.11	07.11 21.11	16.11 30.11	30.11 13.12	13.12 27.12	24.12 08.01	04.01 24.01	11.12 26.12	18,2 19,7	-0,81 0,05
р. Радоставка – с. Трійця	13.09 04.10	09.10 25.10	28.10 11.11	07.11 19.11	22.11 03.12	07.12 16.12	19.12 28.12	03.01 12.01	05.12 15.12	20,6 19,1	-0,58 -0,42
р. Горинь – смт Ямпіль	23.09 06.10	17.10 30.10	05.11 19.11	14.11 29.11	28.11 14.12	11.12 30.12	22.12 14.01	03.01 31.01	09.12 29.12	18,5 22,4	-0,71 -0,42
р. Горинь – с. Оженін	09.09 29.09	08.10 23.10	30.10 11.11	10.11 20.11	25.11 05.12	09.12 19.12	21.12 01.01	03.01 17.01	07.12 18.12	20,1 20,7	-0,88 -0,48
р. Горинь – с. Деражне	15.09 14.10	15.10 09.11	07.11 27.11	18.11 06.12	04.12 21.12	20.12 05.01	01.01 19.01	14.01 05.02	17.12 04.01	21,2 21,4	-0,85 -0,38
р. Горинь – м. Дубровиця	19.09 19.09	15.10 17.10	03.11 09.11	13.11 20.11	27.11 08.12	10.12 24.12	21.12 07.01	02.01 23.01	08.12 22.12	18,6 23,3	-0,80 -0,66
р. Устя – с. Корнін	17.09 05.10	13.10 01.11	03.11 22.11	13.11 02.12	28.11 19.12	12.12 04.01	24.12 19.01	05.01 06.02	10.12 03.01	19,5 23,4	-0,76 -0,44
р. Вирка – с. Сварині	17.09 17.09	10.10 10.10	28.10 01.11	06.11 12.11	20.11 29.11	03.12 15.12	14.12 29.12	26.12 13.01	01.12 13.12	18,2 22,5	-0,68 -0,75
р. Случь – с. Громада	10.09 05.10	11.10 29.10	03.11 17.11	14.11 26.11	30.11 10.12	14.12 24.12	25.12 04.01	06.01 17.01	11.12 22.12	19,9 18,8	-1,00 -0,69
р. Случ – м.Н. Волинський	11.09 30.09	08.10 22.10	29.10 08.11	08.11 16.11	23.11 30.11	06.12 13.12	17.12 25.12	29.12 09.01	04.12 12.12	19,0 19,0	-0,88 -0,48
р. Случ – м. Сарни	05.09 21.09	02.10 16.10	26.10 05.11	07.11 15.11	23.11 30.11	07.12 14.12	18.12 26.12	28.12 08.01	04.12 12.12	19,9 19,7	-1,12 -0,71
р. Тня – с. Бронники	22.09 22.09	10.10 10.10	24.10 30.10	01.11 09.11	12.11 26.11	24.11 12.12	04.12 26.12	18.12 11.01	23.11 10.12	16,7 22,5	-0,40 -0,64
р. Смілка – с. Сусли	06.09 08.09	21.09 01.10	18.10 28.10	31.10 10.11	19.11 29.11	06.12 17.12	20.12 01.01	04.01 17.01	03.12 14.12	24,2 25,2	-0,94 -0,82
р. Льва – с. Осницьк	12.09 28.10	08.10 12.11	28.10 24.11	08.11 30.11	24.11 09.12	09.12 19.12	24.12 02.01	10.01 13.01	08.12 19.12	22,5 21,9	-0,49 -0,33
р. Уборть – с.Р.Іванівська	07.10 07.10	23.10 23.10	02.11 03.11	07.11 13.11	16.11 28.11	26.11 11.12	05.12 23.12	19.12 03.01	26.11 09.12	14,4 19,2	-0,01 -0,93
р. Уборть – с. Перга	22.09 09.10	14.10 27.10	31.10 12.11	09.11 20.11	22.11 03.12	04.12 16.12	15.12 29.12	28.12 15.01	03.12 16.12	17,8 19,4	-0,60 -0,25
р. Уж – м. Коростень	29.09 03.10	19.10 27.10	04.11 15.11	12.11 24.11	24.11 09.12	07.12 24.12	18.12 07.01	02.01 24.01	06.12 23.12	18,0 21,5	-0,44 -0,45
р. Норин – с. Словенщина	22.09 01.10	14.10 25.10	31.10 14.11	09.11 24.11	22.11 09.12	04.12 24.12	15.12 07.01	29.12 24.01	03.12 23.12	18,0 21,7	-0,57 -0,45

Закінчення табл. 2

Річка – пост	Забезпеченість, *P %*								$\overline{Д}$	$\sigma_д$	C_s
	0,1	1	5	10	25	50	75	95			
дати руйнування льодоставу / дати очищення від льодових явищ											
р. Прип'ять –	01.02	06.02	12.02	16.02	25.02	08.03	23.03	18.04	12.03	20,2	0,88
с. Річиця	10.02	14.02	19.02	23.02	02.03	13.03	26.03	19.04	16.03	18,3	0,92
р. Прип'ять –	19.01	25.01	03.02	07.02	18.02	04.03	21.03	21.04	08.03	24,0	0,78
с. Любязь	13.02	16.02	21.02	24.02	03.03	13.03	27.03	21.04	17.03	18,6	1,04
р. Вижівка –	05.02	09.02	14.02	17.02	25.02	08.03	22.03	19.04	12.03	20,1	1,03
с. Руда	08.02	12.02	17.02	20.02	27.02	10.03	24.03	19.04	14.03	19,4	1,04
р. Вижівка –	07.02	10.02	13.02	17.02	23.02	06.03	21.03	19.04	11.03	20,5	1,19
смт С.Вижівка	23.02	24.02	26.02	28.02	05.03	13.03	26.03	21.04	18.03	17,3	1,45
р. Турія –	28.01	02.02	09.02	13.02	22.02	06.03	21.03	18.04	10.03	21,0	0,85
с. Ягідне	08.02	12.02	17.02	20.02	28.02	11.03	24.03	18.04	14.03	18,7	0,96
р. Турія –	25.01	31.01	08.02	12.02	21.02	06.03	21.03	15.04	09.03	20,7	0,73
м. Ковель	18.02	10.02	14.02	18.02	25.02	08.03	23.03	23.04	13.03	21,3	1,20
р. Стохід –	25.01	01.02	08.02	13.02	22.02	06.03	20.03	14.04	09.03	20,1	0,71
с. Малинівка	03.02	08.02	14.02	17.02	25.02	09.03	22.03	16.04	12.03	19,3	0,89
р. Стохід –	29.01	03.02	10.02	14.02	23.02	07.03	22.03	19.04	11.03	21,2	0,86
м. Любешів	12.02	16.02	21.02	24.02	04.03	14.03	28.03	22.04	18.03	18,7	0,98
р. Стир –	11.12	26.12	09.01	17.01	31.01	16.02	06.03	02.04	18.02	25,3	0,26
с. Щуровичі	30.12	07.01	17.01	23.01	05.02	21.02	13.03	15.04	25.02	27,1	0,71
р. Стир –	16.01	24.01	02.02	08.02	18.02	03.03	17.03	10.04	05.03	20,5	0,54
м. Луцьк	26.01	01.02	09.02	13.02	22.02	04.03	22.03	16.04	10.03	20,7	0,76
р. Стир –	24.01	29.01	04.02	08.02	18.02	03.03	15.03	19.04	07.03	23,2	0,97
м. Колки	31.01	05.02	11.02	15.02	24.02	07.03	22.03	19.04	11.03	20,5	0,89
р. Стир –	31.01	04.02	10.02	14.02	23.02	07.03	22.03	19.04	11.03	21,3	0,93
с. Млинок	06.02	10.02	16.02	19.02	27.02	11.03	26.03	22.04	15.03	20,6	1,00
р. Радоставка	31.12	12.01	24.01	30.01	11.02	25.02	12.03	06.04	27.02	21,9	0,32
– с. Трійця	19.01	27.01	05.02	10.02	20.02	04.03	19.03	12.04	07.03	20,2	0,58
р. Горинь –	25.12	03.01	14.01	20.01	01.02	17.02	08.03	10.04	21.02	26,8	0,66
смт Ямпіль	16.01	25.01	04.02	09.02	20.02	05.03	19.03	13.04	07.03	20,8	0,49
р. Горинь –	11.01	19.01	28.01	03.02	14.02	28.02	17.03	14.04	03.03	23,5	0,65
с. Оженін	25.01	31.01	08.02	13.02	22.02	07.03	22.03	17.04	10.03	21,2	0,74
р. Горинь –	19.12	03.01	18.01	25.01	08.02	24.02	12.03	06.04	25.02	24,0	0,18
с. Деражне	08.01	18.01	29.01	04.02	16.02	03.03	19.03	14.04	05.03	23,0	0,47
р. Горинь –	05.02	07.02	12.02	15.02	23.02	06.03	22.03	21.04	11.03	21,5	1,16
м. Дубровиця	12.02	13.02	17.02	20.02	26.02	09.03	24.03	22.04	14.03	20,5	1,28
р. Устя –	01.12	16.12	29.12	06.01	19.01	03.02	18.02	14.03	04.02	22,8	0,17
с. Корнін	28.01	05.01	15.01	21.01	01.02	17.02	06.03	06.04	20.02	25,2	0,63
р. Вирка –	16.01	22.01	30.01	04.02	14.02	28.02	17.03	17.04	04.03	24,0	0,83
с. Сварині	06.02	09.02	14.02	17.02	25.02	09.03	24.03	22.04	13.03	21,3	1,13
р. Случь –	19.01	25.01	02.02	07.02	17.02	03.03	20.03	20.04	07.03	24,0	0,85
с. Громада	31.01	05.02	11.02	16.02	25.02	09.03	25.03	21.04	13.03	21,5	0,86
р. Случ – м.Н.	09.02	12.02	16.02	20.02	27.02	09.03	23.03	18.04	13.03	19,0	1,05
Волинський	15.02	19.02	23.02	26.02	05.03	15.03	27.03	19.04	18.03	17,2	1,00
р. Случ –	05.02	09.02	14.02	17.02	25.02	08.03	22.03	18.04	12.03	19,6	0,98
м. Сарни	09.02	13.02	18.02	21.02	01.03	11.03	25.03	19.04	15.03	18,8	0,99
р. Тня –	27.01	02.02	10.02	14.02	23.02	07.03	21.03	14.04	10.03	19,4	0,67
с. Бронники	14.02	19.02	23.02	26.02	04.03	13.03	25.03	18.04	17.03	17,1	1,13
р. Смілка –	26.01	29.01	04.02	08.02	16.02	02.03	19.03	23.04	07.03	24,6	1,12
с. Сусли	06.02	08.02	13.02	15.02	23.02	07.03	23.03	24.04	12.03	22,5	1,22
р. Льва –	19.01	23.01	29.01	03.02	12.02	27.02	17.03	22.04	04.03	26,0	1,05
с. Осницьк	22.01	28.01	05.02	10.02	20.02	05.03	22.03	19.04	09.03	22,7	0,78
р. Уборть –	12.02	14.02	18.02	21.02	27.02	10.03	23.03	20.04	14.03	19,4	1,23
с.Р.Іванівська	20.02	21.02	23.02	26.02	03.03	13.03	27.03	25.04	18.03	19,6	1,46
р. Уборть –	05.02	08.02	13.02	16.02	24.02	08.03	24.03	25.04	13.03	22,6	1,17
с. Перга	14.02	16.02	20.02	23.02	01.03	12.03	27.03	25.04	17.03	20,5	1,24
р. Уж –	29.12	08.01	19.01	26.01	07.02	23.02	13.03	12.04	26.02	25,7	0,55
м. Коростень	03.02	07.02	13.02	17.02	25.02	08.03	23.03	19.04	12.03	20,5	0,98
р. Норин –	14.01	23.01	01.02	07.02	17.02	02.03	16.03	09.04	04.03	20,5	0,52
с. Словенщина	06.02	10.02	15.02	18.02	25.02	08.03	20.03	13.04	11.03	17,9	0,94

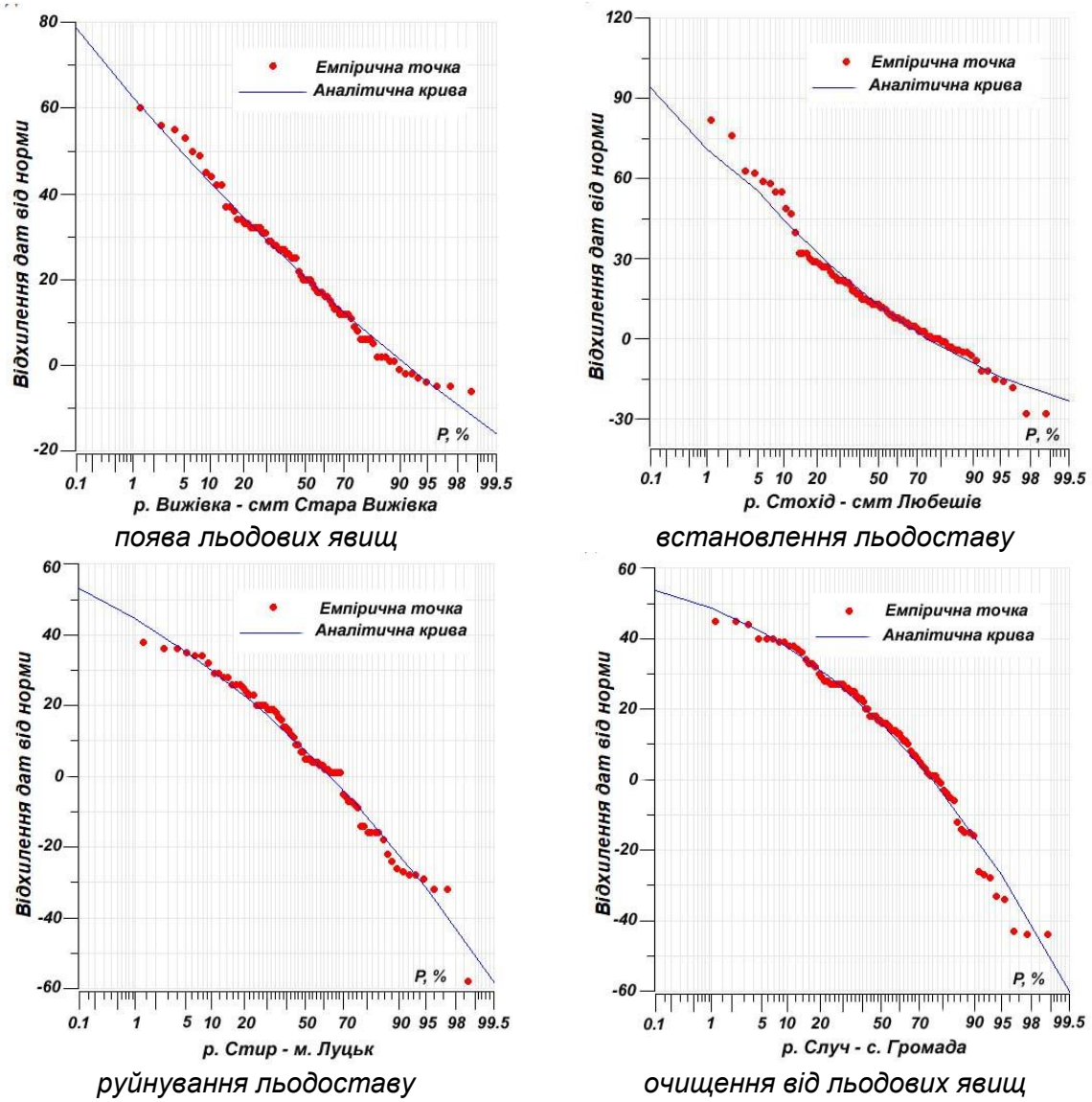

Рис. 2 **Приклад кривих ймовірнісного розподілу строків настання основних фаз людового режиму річок басейну Прип'яті**

Найбільші відхилення емпіричних точок від аналітичної кривої спостерігаються для ймовірностей, які не часто повторюються, тобто характеризують екстремальні події, а саме настання самих ранніх і самих пізніх дат основних фаз льодового режиму річок. Це пояснюється тим, що, зазвичай, ряди спостережень мають лише кілька екстремальних значень, ймовірність яких менша ніж та, що визначена за емпіричним розподілом. Разом з цим, труднощі з підбором аналітичних кривих розподілу виникають і для інших гідрологічних характеристик, особливо для тих, які мають дуже асиметричні розподіли [6, 26].

Аналітичні криві розподілу дат появи льодових явищ і встановлення льодоставу на річках басейну Прип'яті мають від'ємну асиметрію, тобто спостерігається несиметричність рядів відносно середніх дат на більш пізні дати настання фаз льодового режиму (рис. 2). Зазначимо, що тільки для поста р. Стир – с. Млинок аналітична крива для дат встановлення льодоставу характеризується майже відсутністю асиметрії, що може бути пов'язано з індивідуальними особливостями формування льодоставу на цьому посту, тощо. Разом з цим, аналітичні криві розподілу дат руйнування льодоставу і очищення від льодових явищ мають протилежну тенденцію, тобто несиметричність рядів у сторону ранніх дат (рис. 2). Разом з цим, значення коефіцієнтів асиметрії невеликі і змінюються у

межах від -0,28 до -1,12 для дат появи льодових явищ і встановлення льодоставу та від 0,26 до 1,46 для дат руйнування льодоставу і очищення від льодових явищ (табл. 2).

Показником мінливості дат настання основних фаз льодового режиму річок є значення середнього квадратичного відхилення від середньої дати ($\sigma_Д$), які змінюються у межах від ±14,4 до ±24,2 днів для дат появи льодових явищ, від ±16,4 до ±26,2 днів для дат встановлення льодоставу, від ±19,0 до ±26,5 днів для дат руйнування льодоставу, від ±17,1 до ±27,1 днів для дат очищення від льодових явищ (табл. 2). Отже, мінливість середніх квадратичних відхилень дат настання основних фаз льодового режиму річок по басейну Прип'яті відбуваються у межах ±7,5-10 днів. Мінливість середніх дат ($\overline{Д}$) настання основних фаз льодового режиму річок відбуваються у межах 3-4 тижнів (21 листопаду – 17 грудня для середніх дат появи льодових явищ, 3 грудня – 6 січня для середніх дат встановлення льодоставу, 21 лютого – 14 березня для середніх дат руйнування льодоставу, 20 лютого – 18 березня для середніх дат очищення від льодових явищ). Як зазначається у роботах Дюкель Н.Г. [4, 10] такі зміни $\sigma_Д$ та $\overline{Д}$ по території басейну р. Прип'ять є досить незначними і обумовлюються умовами формування льодового режиму річок, а саме кліматичними факторами. Це підтверджується тим, що строки настання основних фаз льодового режиму річок, а також їх статистичні параметри і ймовірнісні характеристики мають близькі значення, які підпорядковуються географічній зональності.

Аналіз результатів розрахунку ймовірнісних характеристик дат появи льодових явищ і встановлення льодоставу для гідрологічних постів, розташованих у басейні р. Прип'ять, які наведено у роботах Дюкель Н.Г. [4, 10] з результатами цього дослідження, показав, що сучасні ймовірнісні характеристики і їх статистичні параметри зазнали деяких змін (табл. 3). Найбільші зміни відбулися для ймовірностей, які не часто повторюються, а саме 5 %, 10 % та 75 % забезпеченості. Середні дати появи льодових явищ і встановлення льодоставу, а також коефіцієнти асиметрії зазнали найменших змін.

Таблиця 3. **Зміни ймовірнісних характеристик дат появи льодових явищ (чисельник) і встановлення льодоставу (знаменник) на річках басейну р. Прип'яті у межах України**

Річка - пост	Забезпеченість, *Р %*					Статистичні параметри		
	5*	10*	25*	50*	75*	$\overline{Д}$*	$\sigma_Д$	C_s
р. Прип'ять – с. Любязь	–	– / -10	– / 1	– / 7	– / 9	– / 2	– / 7,0	– / -0,34
р. Вижівка – смт Стара Вижівка	-13 / –	– / -13	-7 / -4	-5 / 1	-4 / 2	-6 / -3	1,9 / 5,1	0,0 / -0,41
р. Турія – м. Ковель	-6 / –	– / -9	2 / 2	6 / 9	7 / 13	4 / 5	3,2 / 8,8	0,10 / -0,39
р. Стохід – смт Любешів	-5 / –	– / -12	1 / -3	3 / 1	2 / -2	1 / -6	1,3 / -0,3	-0,06 / 0,46
р. Стир – м. Луцьк	-12 / –	– / -3	-1 / 1	3 / 7	3 / 6	0 / 3	3,5 / 0,8	- 0,25 / 0,61
р. Горинь – с. Оженін	-12 / –	– / -8	2 / -1	7 / 4	9 / 7	4 / 2	5,5 / 5,9	-0,27 / 0,02
р. Горинь – м. Дубровиця	-11 / –	– / -11	2 / -3	6 / 1	7/ 1	3 / -3	5,0 / 3,3	-0,50 / 0,04
середнє	-10 / –	– / -10	0 / -1	3 / 4	4 / 5	1 / 0	3,4 / 4,4	-0,16 / 0,0

Примітка: ** – зміни дат розраховано у днях; риска (–) у стовпчику означає, що відомості відсутні у роботах Дюкель Н.Г. [4, 10]*

Проаналізувати зміни ймовірнісних характеристик дат руйнування льодоставу і очищення від льодових явищ річок басейну р. Прип'ять не має змоги, оскільки у роботі Дюкель Н.Г. [11] хоча і зазначено, що розрахунки було виконано для цих характеристик, але їх результати не було опубліковано.

Висновки. Визначено сучасні статистичні параметри та ймовірнісні характеристики строків настання основних фаз льодового режиму річок басейну Прип'яті для 29 гідрологічних постів за період від початку спостережень по 2020 р. включно. Ймовірнісний розподіл Пірсона III типу добре описує емпіричні точки дат появи льодових явищ, встановлення і руйнування льодоставу, очищення від льодових явищ річок. На річках басейну Прип'яті аналітичні криві розподілу дат появи льодових явищ і встановлення льодоставу мають від'ємну асиметрію (несиметричність рядів відносно середніх дат на більш пізні дати), тоді як аналітичні криві розподілу дат руйнування льодоставу і очищення

від льодових явищ мають протилежну тенденцію, тобто несиметричність рядів у сторону ранніх дат. Значення коефіцієнтів асиметрії невеликі і змінюються по басейну Прип'яті у межах від -0,28 до -1,12 для дат появи льодових явищ і встановлення льодоставу та від 0,26 до 1,46 для дат руйнування льодоставу і очищення від льодових явищ. Мінливість середніх квадратичних відхилень і середніх дат настання основних фаз льодового режиму річок по басейну Прип'яті відбувається у межах ±7,5-10 днів та 3-4 тижнів, відповідно. Отже, строки настання основних фаз льодового режиму річок, а також їх статистичні параметри і ймовірнісні характеристики мають близькі значення, які підпорядковуються географічній зональності, що надає змогу у майбутньому для їх узагальнення шляхом картування.

Аналіз змін з часом ймовірнісних характеристик і статистичних параметрів строків появи льодових явищ і встановлення льодоставу на річках показав, що найбільших змін зазнали ймовірності, які не часто повторюються, найменших – середні дати та коефіцієнти асиметрії.

Список літератури

1. *Beltaos S., Burrell B.* Hydrotechnical advances in Canadian river ice science and engineering during the past 35 years. Canadian Journal of Civil Engineering. Vol. 201542(9). P. 583-591. DOI: https://doi.org/10.1139/cjce-2014-0540.
2. *Prowse T.D.* River-ice ecology. I: Hydrologic, geomorphic, and water-quality aspects. Journal of Cold Regions Engineering. 2001. Vol. 15. Issue 1. P. 1-16. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-381X(2001)15:1(1)
3. *Струтинська В.М., Гребінь В.В.* Термічний та льодовий режими річок басейну Дніпра з другої половини XX століття. К.: Ніка-Центр, 2010. 196 с.
4. *Дюкель Н.Г.* Вероятностное распределение дат начала устойчивого ледостава на средних и малых реках Украины. Труды УкрНИГМИ. 1975. Вып. 145. С. 74-90.
5. *Cudworth A.G.(Jr.)* Flood Hydrology Manual. A Water Resources Technical Publication. United States Department of the Interior. Bureau of Reclamation, 1989. 243 p.
6. Guide to hydrological practices. Volume II: Management of water resources and application of hydrological practices. WMO-No. 168. 6th ed. Geneva: World Meteorological Organization, 2009. 324 p.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Среднее и Нижнее Поднепровье. Под редакцией М.С. Каганера. Л.: Гидрометеоиздат. Т 6. Вып. 2. 1971. 654 с.
8. *Жицкая Н.В.* О расчете вероятностного распределения дат основных характеристик ледового режима. Труды УкрНИГМИ. 1971. Вып. 100. С. 160-167.
9. *Гинзбург Б.М.* Вероятностные характеристики сроков замерзания и вскрытия рек и водохранилищ СССР. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 18 с.
10. *Дюкель Н.Г.* Вероятностное распределение дат начала устойчивых ледовых явлений на средних и малых реках Украины. Труды УкрНИГМИ. 1974. Вып. 129. С. 132-144.
11. *Дюкель Н.Г.* Уточнение методики расчета вероятностного распределения дат начала основных фаз ледового режима. Труды УкрНИГМИ. 1974. Вып. 127. С. 132-144.
12. *Вишневський В.І.* Вплив кліматичних змін і господарської діяльності на термічний і льодовий режими річок. Наук. праці УкрНДГМІ. 2002. Вип. 250. С. 121-137.
13. *Щербак А.В., Зеленська М.В., Гайдай Ю.М.* Льодовий режим річок України (льодоутворення та його характеристики). Наук. праці УкрНДГМІ. 2007. Вип. 256. С. 214-222.
14. *Gorbachova L., Khrystyuk B.* The dynamics and probabilistic characteristics of the ice phenomena of the Danube River and its Kiliysky channel. Conference proceeding «Water resource and wetlands», 14-16 September, Tulcea, Romania. 2012. P. 319-324. URL: http://www.limnology.ro/water2012/Proceedings/048.pdf (дата звернення: 20.07.2023).
15. *Куза А.М., Лобода Н.С.* Зміни льодового режиму річок України під дією різних атмосферних процесів. Україна: географія цілей та можливостей. 2012. Т. 3. С. 51-53.
16. *Горбачова Л.О.* Багаторічна динаміка льодових явищ в басейні річки Південний Буг. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2013. Т. 3 (30). С. 21-27.
17. *Rachmatullina E., Grebin V.* Homogeneity analysis of winter regime characteristics for the Southern Bug River basin. Energetika. 2014. Vol. 60 (3). P. 184-196. DOI: https://doi.org/10.6001/energetika.v60i3.2991
18. *Khrystyuk B., Gorbachova L.* The ice regime of the rivers within Zacarpatska water-balance station. Book of Abstracts of the 16th Biennial Conference of the Euromediterranean network of Experimental and Representative Basins «Hydrological behaviour in small basins under changing conditions», 5-8 September 2016, Bucharest, Romania. 2016. P. 22.
19. *Khrystiuk B., Gorbachova L.* Long-term forecasting of appearance dates of ice phenomena

and freeze-up at the Dnipro Cascade reservoirs by teleconnection indicators. *Acta Hydrologica Slovaca*. 2023. № 24(1). С. 24-32. DOI: https://doi.org/10.31577/ahs-2023-0024.01.0004

20. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять. Под общей ред. М.Ю. Калинина и А.Г. Ободовского. Мн.: Белсэнс, 2003. 269 с.

21. *Зузук Ф.В., Колошко Л.К., Карпюк З.К., Дымшиц О.Л.* Долина р. Прип'яті як складова частина структури Української екологічної мережі на території Волинської області. Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2010. № 17. С. 18-31.

22. *Афтенюк О.О.* Дати настання основних фаз льодового режиму річок в басейні Прип'яті (у межах України). Матеріали IV-го Всеукраїнського пленеру з питань природничих наук, 19 червня 2020 р. Одеса, 2020. С. 10-12.

23. *Gorbachova L., Khrystiuk B., Shpyg V., Pishniak D.* Estimation of tendencies, homogeneity and stationarity of air temperature at the Ukrainian Antarctic Akademik Vernadsky station during 1951-2020. Geofizicheskiy Zhurnal*.* 2022. Vol. 44 (4). P. 111-122. DOI: https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264848

24. *Gorbachova L.O., Afteniuk O.O.* Analysis of homogeneity and stationarity of freeze-up observation series in the Prypiat River basin within Ukraine. Proceedings of the XVI International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment». Kyiv, Ukraine, November 15-18, 2022. European Association of Geoscientists & Engineers (EAGE). 2022. Vol. 2022. P. 1-5. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580039

25. *Gorbachova L., Afteniuk O., Khrystiuk B., Lobodzinskyi O.* Trends and fluctuations of river ice regimes in the Prypiat Basin, within Ukraine. Meteorology Hydrology and Water Management. Research and Operational Applications. 2023. Vol. 11(1). P. 62-75. DOI: https://doi.org/10.26491/mhwm/166632

26. *Gorbachova L., Prykhodkina V., Khrystiuk B.* Spring flood frequency analysis in the Southern Buh River Basin, Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2021. Vol. 30 (2). P. 250-260. *DOI:* https://doi.org/10.15421/11213501

References

1. *Beltaos S., Burrell B.* Hydrotechnical advances in Canadian river ice science and engineering during the past 35 years. Canadian Journal of Civil Engineering. Vol. 201542(9). P. 583-591. DOI: https://doi.org/10.1139/cjce-2014-0540.

2. *Prowse T.D.* River-ice ecology. I: Hydrologic, geomorphic, and water-quality aspects. Journal of Cold Regions Engineering. 2001. Vol. 15. Issue 1. P. 1-16. DOI: https://doi.org/10.1061/(ASCE)0887-381X(2001)15:1(1)

3. *Strutynska V.M., Grebin V.V.* Termichnyj ta l'odovyj rezhymy richok basejnu Dnipra z drugoi' polovyny XX stolittja [Thermal and ice regimes of the rivers of the Dnipro basin since the second half of the 20th century]. K.: Nika-Centr, 2010. 196 s.

4. *Djukel' N.G.* Verojatnostnoe raspredelenie dat nachala ustojchivogo ledostava na srednih i malyh rekah Ukrainy [Probabilistic distribution of the dates of the appearance of sustainable freeze-up on medium and small rivers of Ukraine]. Trudy UkrNIGMI. 1975. Vyp. 145. S. 74-90.

5. *Cudworth A.G.(Jr.)* Flood Hydrology Manual. A Water Resources Technical Publication. United States Department of the Interior. Bureau of Reclamation, 1989. 243 p.

6. Guide to hydrological practices. Volume II: Management of water resources and application of hydrological practices. WMO-No. 168. 6th ed. Geneva: World Meteorological Organization, 2009. 324 p.

7. Resursy poverhnostnyh vod SSSR. Ukraina i Moldavija. Srednee i Nizhnee Podneprov'e [Resources of surface water of the USSR. Ukraine and Moldova. The Middle and Lower Dnieper] / red. Kaganera M.S. L.: Gidrometeoizdat. T 6. Vyp. 2. 1971. 654 s.

8. *Zhickaja N.V.* O raschete verojatnostnogo raspredelenija dat osnovnyh harakteristik ledovogo rezhima [On the calculation of the probability distribution of main characteristic dates of the ice regime]. Trudy UkrNIGMI. 1971. Vyp. 100. S. 160-167.

9. *Ginzburg B.M.* Verojatnostnye harakteristiki srokov zamerzanija i vskrytija rek i vodohranilishh SSSR [Probabilistic characteristics of the timing of freeze-up and break-up of rivers and reservoirs in USSR]. L.: Gidrometeoizdat, 1973. 18 s.

10. *Djukel' N.G.* Verojatnostnoe raspredelenie dat nachala ustojchivyh ledovyh javlenij na srednih i malyh rekah Ukrainy [Probabilistic distribution of the dates of the appearance of sustainable ice on medium and small rivers of Ukraine]. Trudy UkrNIGMI. 1974. Vyp. 129. S. 132-144

11. *Djukel' N.G.* Utochnenie metodiki rascheta verojatnostnogo raspredelenija dat nachala osnovnyh faz ledovogo rezhima [Clarification of the methodology for calculating the probabilistic distribution of the appearance dates of main phases of ice regime]. Труды УкрНИГМИ. 1974. Vyp. 127. S. 132-144.

12. *Vishnevsky V.I.* Vplyv klimatychnyh zmin i gospodars'koi' dijal'nosti na termichnyj i l'odovyj rezhymy richok [The influence of climatic changes and economic activity on the thermal and ice regimes

of rivers]. Nauk. praci UkrNDGMI. 2002. Vyp. 250. S. 121-137.

13. *Shcherbak A.V., Zelenska M.V., Gaidai Y.M.* L'odovyj rezhym richok Ukrai'ny (l'odoutvorennja ta jogo harakterystyky) [The river ice regimes of Ukraine (ice formation and its characteristics]. Nauk. praci UkrNDGMI. 2007. Vyp. 256. S. 214-222.

14. *Gorbachova L., Khrystyuk B.* The dynamics and probabilistic characteristics of the ice phenomena of the Danube River and its Kiliysky channel. Conference proceeding «Water resource and wetlands», 14-16 September, Tulcea, Romania. 2012. P. 319-324. URL: http://www.limnology.ro/water2012/Proceedings/048.pdf (дата звернення: 20.07.2023).

15. *Kuza A.M., Loboda N.S.* Zminy l'odovogo rezhymu richok Ukrai'ny pid dijeju riznyh atmosfernyh procesiv [Ice regime changes of Ukraine rivers under the influence of various atmospheric processe]. Ukrai'na: geografija cilej ta mozhlyvostej. 2012. T. 3. S. 51-53.

16. *Gorbachova L.O.* Bahatorichna dynamika l'odovyh javyshh v basejni richky Pivdennyj Buh [The long-term dynamics of the ice regimen of the rivers in the South Bug basin]. Hidrolohiia, hidrokhimiia i hidroekolohiia. 2013. T. 3 (30). S. 21-27.

17. *Rachmatullina E., Grebin V.* Homogeneity analysis of winter regime characteristics for the Southern Bug River basin. Energetika. 2014. Vol. 60 (3). P. 184-196. DOI: https://doi.org/10.6001/energetika.v60i3.2991

18. *Khrystyuk B., Gorbachova L.* The ice regime of the rivers within Zacarpatska water-balance station. Book of Abstracts of the 16th Biennial Conference of the Euromediterranean network of Experimental and Representative Basins «Hydrological behaviour in small basins under changing conditions», 5-8 September 2016, Bucharest, Romania. 2016. P. 22.

19. *Khrystiuk B., Gorbachova L.* Long-term forecasting of appearance dates of ice phenomena and freeze-up at the Dnipro Cascade reservoirs by teleconnection indicators. *Acta Hydrologica Slovaca*. 2023. № 24(1). С. 24-32. DOI: https://doi.org/10.31577/ahs-2023-0024.01.0004

20. Monytoryng, yspol'zovanye y upravlenye vodnыmy resursamy bassejna r. Prypjat' [Monitoring, use and management of water resources of the Pripyat River Basin] / red. Kalinin M.Yu., Obodovskyi A.G. Mn.: Belsəns, 2003. 269 s.

21. *Zuzuk F.V., Koloshko L.K., Karpiuk Z.K., Dymshyts O.L.* Dolyna r. Pryp'jati jak skladova chastyna struktury Ukrai'ns'koi' ekologichnoi' merezhi na terytorii' Volyns'koi' oblasti [Flood-lands of the River Prypyat in the Structure of the Ecological System of Ukraine. Nature of flood-lands the River Prypyat and its components as constituents of the Polissya ecological corridor is examined]. Naukovyj visnyk Volyns'kogo nacional'nogo universytetu imeni Lesi Ukrai'nky. 2010. № 17. S. 18-31.

22. *Afteniuk O.O.* Daty nastannja osnovnyh faz l'odovogo rezhymu richok v basejni Pryp'jati (u mezhah Ukrai'ny) [Dates of appearance of the main phases of the ice regime of rivers in the Pripyat basin (within Ukraine)]. Materialy IV-go Vseukrai'ns'kogo pleneru z pytan' pryrodnychyh nauk, 19 chervnja 2020 r. Odesa, 2020. S. 10-12.

23. *Gorbachova L., Khrystiuk B., Shpyg V., Pishniak D.* Estimation of tendencies, homogeneity and stationarity of air temperature at the Ukrainian Antarctic Akademik Vernadsky station during 1951-2020. Geofizicheskiy Zhurnal. 2022. Vol. 44 (4). P. 111-122. DOI: https://doi.org/10.24028/gj.v44i4.264848

24. *Gorbachova L.O., Afteniuk O.O.* Analysis of homogeneity and stationarity of freeze-up observation series in the Prypiat River basin within Ukraine. Proceedings of the XVI International Scientific Conference «Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment». Kyiv, Ukraine, November 15-18, 2022. European Association of Geoscientists & Engineers (EAGE). 2022. Vol. 2022. P. 1-5. DOI: https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580039

25. *Gorbachova L., Afteniuk O., Khrystiuk B., Lobodzinskyi O.* Trends and fluctuations of river ice regimes in the Prypiat Basin, within Ukraine. Meteorology Hydrology and Water Management. Research and Operational Applications. 2023. Vol. 11(1). P. 62-75. DOI: https://doi.org/10.26491/mhwm/166632

26. *Gorbachova L., Prykhodkina V., Khrystiuk B.* Spring flood frequency analysis in the Southern Buh River Basin, Ukraine. Journal of Geology, Geography and Geoecology. 2021. Vol. 30 (2). P. 250-260. *DOI:* https://doi.org/10.15421/11213501

Probabilistic characteristics and statistical parameters of the appearance dates of the main phases of the river ice regimes of the Prypiat basin within Ukraine

Gorbachova L.O., Afteniuk O.O.

Probabilistic characteristics of the water body ice regimes significantly expands knowledge about their variability, magnitudes and appearance timing of main phases. Such knowledge is important for the design and operation of hydraulic structures. Along with this, the probabilistic characteristics of the river ice regimes of Ukraine were calculated in the 70s of the 20th century, including for some rivers of the Pripyat basin. Therefore, the main objective of this research is to determine the probabilistic characteristics and statistical parameters of the appearance dates of main phases of river ice regimes, namely appearance date of ice, date of freeze-up, break-up date (i.e., melt onset), date of ice disappearance in the Prypiat River basin within Ukraine, as well as the analysis of the obtained

results. The research was carried out based on the data of 29 water gauges for the period from the beginning of observations to 2020. Such indicators as the multi-annual mean, standard deviation and asymmetry coefficient were used as statistical parameters. The analytical distribution of the appearance dates of main phases of river ice regimes is determined by the Pearson curve of type III, and empirical distribution is determined by the Weibull formula. Statistical series of the appearance dates of main phases of river ice regimes were arranged from early to late dates, namely low probability values were assigned to early dates, and large probability values were assigned to later dates.

Pearson probability distribution of type III quite successfully describes the empirical points of main phases of river ice regimes of the Pripyat basin within of Ukraine. Analytical distribution curves have a slight negative asymmetry for the dates of the ice appearance and freeze-up, and a positive asymmetry for the dates of the break-up and ice disappearance. The variability of standard deviation and multi-annual mean of the appearance dates of main phases of river ice regimes is within ±7.5-10 days and 3-4 weeks, respectively. In general, the appearance dates of main phases of river ice regimes, as well as their statistical parameters and probabilistic characteristics have close values that are subject to geographic zoning. The analysis of changes over time in probabilistic characteristics and statistical parameters of the dates of ice appearance and freeze-up showed that the greatest changes have by probabilities that are not repeated often, and the smallest – by multi-annual mean and asymmetry coefficients.

Keywords: *ice regime, probability characteristics, Pripyat basin, statistical parameters, Pearson type III.*

Надійшла до редколегії 21.07.2023

DOI: https://doi.org/10.17721/2306-5680.2023.3.2
УДК 556.5

Гребінь В.В., Гінчук Т.В.
Київський національний університет імені Тараса Шевченка

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ ОКРЕМИХ ТЕРИТОРІЙ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ЗОНИ ВІДЧУЖЕННЯ

Надано характеристику природних особливостей Чорнобильської зони відчуження (ЧЗВ), зокрема характеру рельєфу, грунтового покриву, основних рослинних угрупувань, ландшафтним характеристикам.

Детально освітлено гідрографічну мережу регіону, представлену річками, озерами, ставками, старицями річок Прип'ять та Уж, водосховищем Київської ГЕС, меліоративними каналами, водними дзеркалами перед фільтраційними дамбами.

Відзначено, що основними процесами, які формують сучасний рівень радіоактивного забруднення водних систем у ЧЗВ є природні процеси радіоактивного розпаду, вертикального заглиблення і геохімічної фіксації радіонуклідів. Аналіз даних моніторингу забруднення вод в річках і каналах зони відчуження показує, що шляхом регулювання рівнів води на більшості ділянок водозбірних територій ЧЗВ неможливо суттєво впливати на зниження забруднення вод в них порівняно із ефектами їх природного самоочищення. Тому продовжувати масштабні роботи з регулювання водного стоку гідротехнічними спорудами з метою мінімізації виносу радіоактивних речовин за межі зони відчуження є недоцільним. Доцільно залишити в експлуатації тільки ті системи, що дозволяють підтримувати підвищене зволоження на торфовищах, зменшуючи ризики пожеж.

Детально висвітлюються дослідження, проведені на меліоративній системі «Буряківка» в басейні р. Сахан, як експериментальному полігоні регулювання режиму заплавних територій ЧЗВ. Обґрунтовано використання методу дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для контролю водного режиму та моніторингу трансформації меліоративних систем у водно-болотні угіддя. Зокрема, проведення спектрального аналізу пікселів зображення у різних частинах спектра за допомогою вегетаційних індексів.

Відзначено позитивний природоохоронний ефект від збільшення площ водно – болотних угідь у зоні відчуження в умовах перспектив змін клімату і в умовах вірогідності збільшення випадків засушливих періодів на території Полісся.

Ключові слова: *Чорнобильська зона відчуження, водний режим, регулювання.*

Вступ. Регіон дослідження охоплює територію в межах української частини басейну р. Прип'ять, до якої входять водозбори рр. Уж, Сахан, Ілля, Вересня та інші. Ці водозбірні території розташовані у Чорнобильській зоні відчуження (ЧЗВ), що була радіоактивно забруднена внаслідок аварії на Чорнобильської АЕС (ЧАЕС) у 1986 р. Особливістю регіону є те, що це перезволожені території українського Полісся, значні площі яких займають колишні меліоративні осушувальні системи.

Протягом перших років після аварії у ЧЗВ було побудовано десятки гідротехнічних споруд, основною метою яких було регулювання водного стоку з метою його затримання,