

УДК 556.535(282.247.318)

Горбачова Л.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

БАГАТОРІЧНА ДИНАМІКА ЛЬОДОВИХ ЯВИЩ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Ключові слова: льодові явища, багаторічна динаміка, однорідність, циклічність

Вступ. Обов'язковою умовою перед статистичною обробкою часових рядів спостережень є їхня перевірка на однорідність. Особливо важливим це питання постає у зв'язку зі змінами клімату та їхнього впливу на гідрологічний, у тому числі й льодовий, режим річок (В.В.Гребінь, В.М.Струтинська, В.І.Вишневський) [1-3]. Однак, застосування тільки статистичних критеріїв не дозволяє отримати відповіді на причину виникнення неоднорідності в рядах спостережень. Як правило, вибір періодів для дослідження пов'язується зі змінами температури повітря. У різних авторів ці періоди зовсім різні. Безсумнівно, що температура повітря набагато більше впливає на формування льодового режиму річок ніж, наприклад, на водний режим. Між іншим, вибір температури повітря в якості основного чинника, на базі якого здійснюється вибір періодів для визначення змін льодового режиму на річках, не можна вважати цілком виправданим, хоча б тому, бо ще в 70-х роках 20-го століття у роботах Н.Г.Дюкель [4] було показано, що формування льодових явищ знаходиться у прямій залежності від водності річок та швидкостей їхньої течії. Це значить, що при одному й тому ж температурному режимі повітря на одних річках може відбуватися формування льодових явищ, а на інших - ні. Оцінка однорідності і стаціонарності характеристик льодового режиму на річках повинна виконуватися безпосередньо за повними рядами спостережень.

Метою дослідження є аналіз багаторічної динаміки дат появи льодових явищ та очищення від них, встановлення та скресання льодоставу, тривалості періодів з льодовими явищами та з льодоставом.

Матеріали і методи дослідження. Аналіз багаторічної динаміки дат настання характеристик льодового режиму в басейні р. Південний Буг виконано за даними спостережень 23 гідрологічних постів (за період від початку спостережень до 2008 р., включно) з використанням створеної автором електронної бази даних. В умовах нестійкого температурного режиму в осінньо-зимовий період на річках басейну Південного Бугу спостерігається нестійкість льодових фаз у часі, відсутність льодоставу в деякі роки, а інколи й відсутність льодових явищ взагалі. Крім того, деяка кількість гідрологічних постів відчувають антропогенний вплив, оскільки вони розташовані безпосередньо поблизу гідротехнічних споруд. З урахуванням вищевикладеного, створення бази даних відбувалось за наступною методикою.

Поява льодових явищ приймалася за датами утворення стійких (спостерігалися більше 3-х діб) заберегів, сала, шуги, густого та рідкого льодоходу, льодоставу, в залежності від того, яке з цих явищ наступило раніше. У випадках, коли льодові явища переривались, тобто відбувалось очищення водної поверхні від них, і тривалість такої перерви становила від 1 до 3-х діб, то цей період враховувався як суцільний. Встановлення льодоставу приймалось по першій даті

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т.3(30)

появи суцільного нерухомого льодоставу, якщо подальша його тривалість була від 4-х діб і більше. Коли ж льодостав утримувався всього від 1 до 3-х діб, то такі характеристики відносились до періоду з льодовими явищами. За періоди з льодоставом прийняті такі льодові явища як льодостав, неповний льодостав, вода на льоду та закраїни. Скресання визначалось за датами початку руйнування льодоставу, тобто його танення. Якщо після скресання спостерігався період з льодовими явищами або відбувалося очищення від них терміном від 1 до 3-х діб, який потім змінювався встановленням стійкого льодоставу, то такий період відносився до суцільного льодоставу. Очищення приймалось за останньою датою, коли воно спостерігалось. До уваги не приймалися не характерні поодинокі випадки льодоходу, закраїн і т.п. Така методика дозволяє мати відомості, які доволі об'єктивно відображають реальну ситуацію льодового режиму на річках.

Дослідження часових рядів льодових явищ дало змогу запропонувати комплексний підхід до оцінки однорідності та стаціонарності рядів, який базується на аналізі рядів спостережень із застосуванням різних методів: оцінки статистичної значимості лінійних трендів, сумарних та різницево-інтегральних кривих, суміщених хронологічних графіків. Застосування різних методів дослідження дає змогу, по-перше, отримати більш достовірні оцінки, по-друге, виявити причини можливих змін. При побудові сумарних кривих дат льодових явищ за початок відліку для їхнього числового вираження були прийняті самі ранні дати появи (очищення) льодових явищ та встановлення (скресання) льодоставу. Хронологічні графіки будувалися у модульних коефіцієнтах (K_d). Стаціонарність багаторічних коливань льодового режиму річок досліджувалась шляхом оцінки, згідно [5], статистичної значимості лінійних трендів. Запропоновані методичні підходи були використані раніше у роботі [6] для нижньої частини р. Дунай.

Результати дослідження та їх аналіз. Аналіз розрахунків тривалості льодоставу та льодових явищ на річках в басейні Південного Бугу показав, що пункти спостережень: р. Південний Буг – с. Тростяничик, р. Соб – с. Зозів, р. Мертвовід – с. Крива Пустош та р. Інгул – м. Кіровоград характеризуються нестійким льодоставом. Для цих пунктів надалі аналіз багаторічної динаміки виконувався тільки для дат появи, очищення та тривалості льодових явищ.

Побудовані для всіх постів і для всіх фаз льодового режиму сумарні криві показали, що ряди спостережень характеристик льодового режиму річок в басейні Південного Бугу загалом є однорідними, окрім пунктів: р. Рів – с. Демидівка, р. Південний Буг – с. Пирогівці, р. Гнилий Тікіч – смт Лисянка, р. Південний Буг – с. Тростяничик, р. Мертвовід – с. Крива Пустош та р. Інгул – м. Кіровоград. По них була виявлена неоднорідність в рядах спостережень за такими характеристиками: встановлення, скресання, тривалість льодоставу (р. Рів – с. Демидівка, р. Південний Буг – с. Пирогівці, р. Гнилий Тікіч – смт Лисянка) та поява, очищення, тривалість льодових явищ (р. Мертвовід – с. Крива Пустош та р. Інгул – м. Кіровоград). Для пункту р. Південний Буг – с. Тростяничик неоднорідними є ряди спостережень за очищенням та тривалістю льодових явищ. Порушення однорідності в цих рядах пояснюється антропогенним впливом – наявністю гребель (р. Рів – с. Демидівка, р. Гнилий Тікіч – смт Лисянка, р. Південний Буг – с. Тростяничик, р. Мертвовід – с. Крива Пустош, р. Інгул – м. Кіровоград), скидів технічних вод (р. Південний Буг – м. Пирогівці). Приклад деяких інтегральних кривих наведено на рис. 1.

Виконана також оцінка стаціонарності багаторічних коливань характеристик льодового режиму річок в басейні Південного Бугу, яка показала, що для більшості пунктів спостережень характерна наявність статистично значимих трендів для всіх

основних фаз льодового режиму (табл. 1). Найбільшою не стаціонарністю вирізняються ряди спостережень за тривалістю льодоставу та льодових явищ. Загально визнано, що для отримання надійних та достовірних результатів оцінки стаціонарності рядів спостережень необхідно виконувати за рядами, які мають досить тривалий період спостережень. Однак, виявилось, що і такий підхід не гарантує отримання достовірного результату, оскільки аналіз хронологічних графіків (рис. 2) показав, що в басейні спостерігаються досить синхронні коливання настання дат основних фаз льодового режиму та їхньої тривалості.

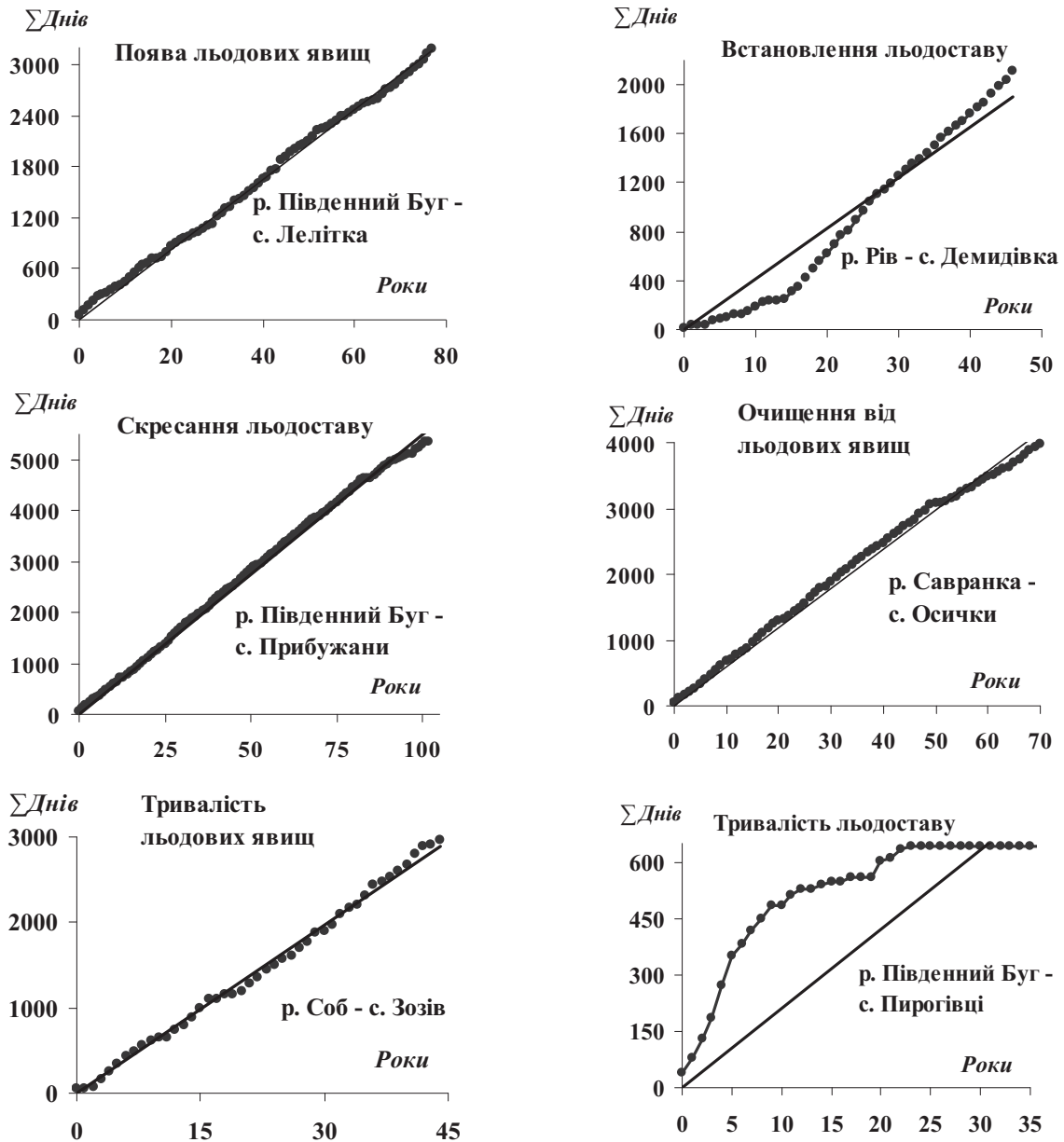


Рис. 1. Сумарні інтегральні криві характеристик льодового режиму річок у басейні Південного Бугу

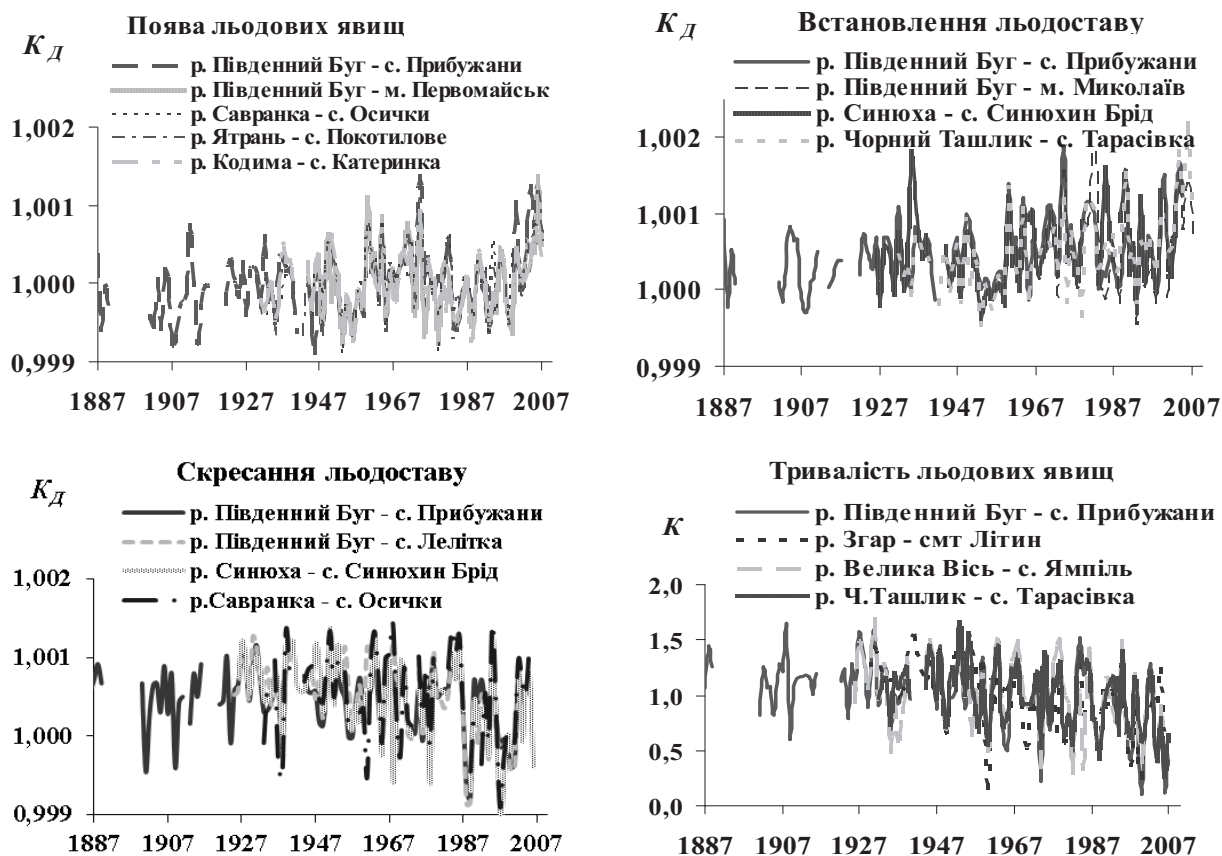


Рис. 2. Хронологічні графіки основних фаз льодового режиму та їхньої тривалості в басейні р. Південний Буг

Основні фази льодового режиму річок та їхня тривалість в басейні Південного Бугу, так само як і водний стік, мають циклічні коливання різної тривалості (рис. 3). Наявність циклічних коливань впливає на результати оцінки однорідності та стаціонарності при застосуванні статистичних критеріїв. Так, пункт р. Південний Буг – с. Прибужани має ряди спостережень тривалістю в 101 рік, однак не стаціонарність фаз льодового режиму та їхньої тривалості (див. табл. 1) обумовлена наявністю зростаючих та спадаючих фаз циклічних коливань (див. рис. 3). За сумарними ж кривими ряди є однорідними (див. рис. 1).

Загалом для більшості річок басейну Південного Бугу, починаючи з 60-х років минулого століття, дати появи льодових явищ, так само як і дати встановлення льодоставу, мають зростаючі фази у циклічних коливаннях, тобто поява льодових явищ (встановлення льодоставу) відбувається у більш пізні дати, в той час як очищення від льодових явищ (скресання льодоставу) – в більш ранні (спадаючі фази). Це призводить до зменшення тривалості льодоставу та льодових явищ на річках (спадаючі фази). Необхідно зазначити, що такі тенденції у льодовому режимі мають відхилення з 1982 по 1998 рр., які простежуються для всіх фаз та їхньої тривалості, однак з відмінними коливаннями на окремих річках.

Такі річки, як Іква та Соб, мають відмінності й у циклічних коливаннях льодового режиму. Виявлення причин відхилень та відмінностей у циклічних коливаннях льодового режиму річок потребує додаткових досліджень.

Таблиця 1. Результати оцінки значимості лінійних трендів основного режиму річок в басейні р. Південний Буг

Річка - пункт	Період спостережень	Поява льодових явищ	Встановлення льодоставу	Скресання льодоставу	Очищення від льодових явищ	Тривалість	
						явищ	льодоставу
					$R / 2\sigma_R$		
р. Пд. Буг – с. Лелітка	1926-41, 1945-2008	0,18	1,19	2,67	2,78	2,59	3,24
р. Пд. Буг – с. Підгір'я	1926-2008	0,66	0,70	1,31	2,30	2,02	1,63
р. Пд. Буг – с. Первомайськ	1945-2008	0,45	1,05	0,87	1,42	1,38	1,33
р. Пд. Буг – смт Олександрівка	1923-2008	1,11	2,00	1,57	1,66	2,16	2,79
р. Пд. Буг – с. Прибужани	1887-1890, 1901-1917, 1922-42, 1944-2008	1,60	1,67	1,20	1,46	2,61	2,16
р. Пд. Буг – м. Николаїв	1962-2008	0,03	0,32	0,94	1,87	0,67	0,82
р. Іква – смт Стара Сняява	1939-41, 1945-2008	0,24	0,02	2,83	2,04	1,08	2,02
р. Згар – смт Літин	1930-2008	0,10	0,37	3,48	3,15	2,95	4,05
р. Савранка – с. Осички	1933-41, 1944-2008	0,99	0,14	0,47	1,21	1,48	0,68
р. Кодима – с. Катеринка	1931-41, 1944-2008	0,33	1,63	1,75	0,85	0,65	3,51
р. Синоха – с. Синохин Брід	1926-40, 1942-2008	0,46	1,10	2,22	1,95	2,08	3,32
р. Велика Вісь – с. Ямпіль	1926-2008	0,76	1,33	1,56	1,97	1,94	4,23
р. Ятрань – с. Покотилове	1930-2008	1,11	0,92	0,07	0,62	1,14	1,09
р. Ч. Ташлик – с. Тарасівка	1932-2008	1,64	2,11	1,45	1,77	2,04	2,42
р. Інгул – с. Седнівка	1932-41, 1944-2008	0,73	1,27	1,00	1,21	1,28	1,57
р. Інгул – с. Новогорожене	1931-41, 1943-2008	0,09	0,76	1,05	1,14	0,80	1,10
р. Пд. Буг – с. Пирогівці	1964-2008	1,20	1,90	1,59	0,80	1,45	2,45
р. Рів – с. Демидівка	1916-18, 1922-41, 1944-2008	1,56	3,38	1,70	1,76	2,78	4,21
р. Гнилий Тікч – смт Лисянка	1952-2008	1,43	1,68	0,07	0,31	1,06	1,08
р. Пд. Буг – с. Тростянички	1960-2008	0,52	-	-	0,56	0,92	-
р. Соб – с. Зозів	1963-2008	0,26	-	-	0,18	0,68	-
р. Мертвовід – с. Крива Пустош	1977-2008	0,03	-	-	0,09	1,07	-
р. Інгул – м. Кіровоград	1975-2008	0,09	-	-	0,08	0,59	-

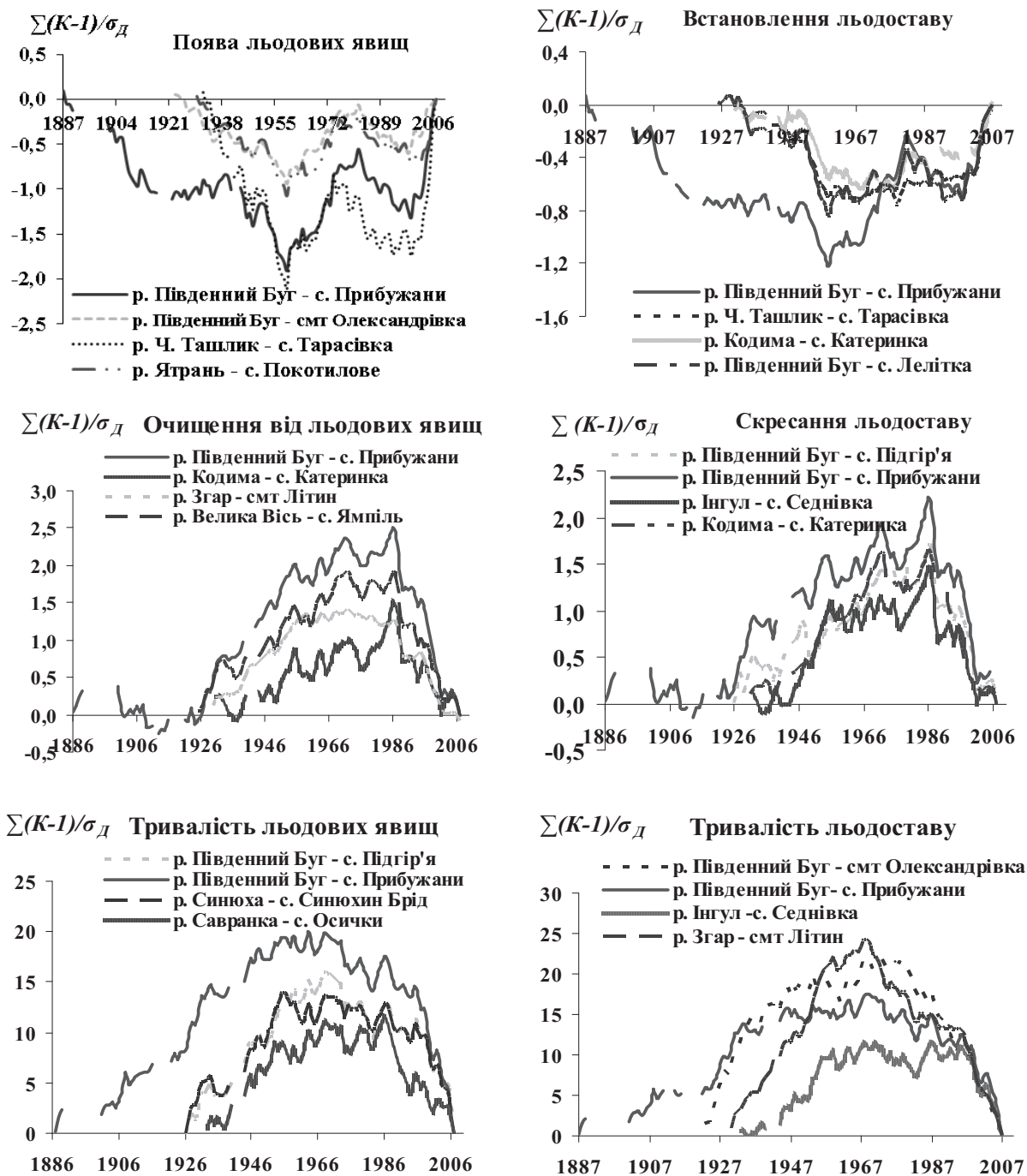


Рис. 3. Різницево-інтегральні криві основних фаз льодового режиму річок в басейні Південного Бугу

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Ряди спостережень характеристик льодового режиму річок в басейні Південного Бугу є однорідними та стаціонарними, за виключенням тих, на яких відбувається антропогенне навантаження – ГЕС, скиди стічних вод і т.п.

2. Оцінка однорідності та стаціонарності повинна виконуватися не тільки на основі статистичних методів, але і з обов'язковим аналізом за гідролого-генетичними методами, що надасть змогу отримувати більш достовірні результати.

3. Основні фази льодового режиму річок та їхня тривалість в басейні

Південного Бугу, так само як і водний стік, мають циклічні коливання різної тривалості, які й обумовлюють їхні зміни.

4. Статистично значимі тренди носять тимчасовий характер, оскільки вони обумовлюються циклічними коливаннями і пов'язані як з тривалістю спостережень, так і з довжиною окремих повних циклів та їхніх фаз.

5. Отримані результати надають змогу надалі визначити ймовірнісні характеристики льодового режиму в басейні р. Південний Буг.

Список літератури

1. Струтинська В. М. Вплив змін клімату на термічний та льодовий режимі річок басейну Дніпра (в межах України) з другої половини ХХ ст.: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / В. М. Струтинська. – К., 2008. – 20 с.
2. Вишневецький В. І. Вплив кліматичних змін і господарської діяльності на термічний та льодовий режим річок / В. І. Вишневецький // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2002. – Вип. 250. – С. 190-201.
3. Рахматулліна Е. Р. Дослідження багаторічної динаміки товщини льодового покриву річок басейну Південного Бугу / Е. Р. Рахматулліна, В. В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія, гідро екологія : Матеріали п'ятої Всеукр. наук. конф. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С. 213-214.
4. Дюкель Н. Г. Вероятностное распределение дат начала устойчивого ледостава на средних и малых реках Украины / Н. Г. Дюкель // Труды УкрНИГМИ. – 1975. – Вып. 145. – С. 74-90.
5. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчётных значений по неоднородным данным. – СПб. : ГГИ, 2010. – С. 39-40.
6. Gorbachova L. The dynamics and probabilistic characteristics of the ice phenomena of the Danube River and its Kiliysky channel / L. Gorbachova & B. Khrystyuk // Conference proceeding "Water resource and wetlands" (Tulcea, Romania, 14-16 Sep. 2012); [Casretescu P, Lewis W., Bretcan P. (eds)]. – Tulcea, 2012. – P. 319-324.

Багаторічна динаміка льодових явищ в басейні річки Південний Буг

Горбачова Л.О.

Виконано аналіз багаторічної динаміки льодового режиму річок на основі сумарних та різницево-інтегральних кривих, хронологічних графіків, статистичної значимості лінійних трендів.

Ключові слова: льодові явища, багаторічна динаміка, однорідність, циклічність.

Многолетняя динамика ледового режима рек в бассейне Южного Буга

Горбачёва Л.А.

Выполнен анализ многолетней динамики ледового режима рек на основе суммарных и разностно-интегральных кривых, хронологических графиках, статистической значимости линейных трендов.

Ключевые слова: ледовые явления, многолетняя динамика, однородность, цикличность.

The long-term dynamics of the ice regimen of the rivers in the South Bug basin

Gorbachova L.O.

The analysis of the long-term dynamics of the ice regimen of the rivers on base of the total and difference integral curves, of the chronological plots, the statistical significance of the linear trends was carried out.

Keywords: ice phenomena, long-term dynamics, homogeneity, cyclicity.

Надійшла до редколегії 20.05.2013