

водозборів, лісистості та заболоченості та дозволяє автоматично отримувати значення норми річного стоку у будь-якій точці карти.

3. Реалізація наведених методичних засад щодо інших розрахункових гідрологічних показників надасть можливість запровадити єдині науково обґрунтовані підходи просторового узагальнення цих показників.

Список літератури

1. Кочерин Д.И. Вопросы инженерной гидрологии / Д.И. Кочерин. – Л.: Энергоиздат, 1932. 2. Огиевский А.В. Гидрология суши / А.В. Огиевский. – М.: Сельхозгиз, 1951. – 515 с. 3. Воскресенский К.П. Норма и изменчивость годового стока рек Советского Союза / К.П. Воскресенский. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 545 с. 4. Онуфриенко Л.Г. Норма и изменчивость годового стока рек Украины и Молдавии / Л.Г. Онуфриенко // Тр. УкрНИГМИ. – 1966. – Вып.64. – С.3-93. 5. Горбачова Л.О. Методи інтерполяції норм річного стоку та їх просторове представлення / Л.О. Горбачова // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2008. – № 50, Ч.2. – С.72-77. 6. Бефани Н.Ф. Особенности генетической территориально общей методики предвычисления дождевых паводков / Н.Ф. Бефани // Труды IV Всесоюзного гидрологического съезда. – 1990. – Т.7. – С.190-199. 7. Гопченко Е.Д. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины / Е.Д. Гопченко, В.А. Овчарук. – Одеса: ТЭС, 2002. – 110 с.

Просторове узагальнення норм річного стоку води

Горбачова Л.О.

Розроблені методичні основи просторового узагальнення норм річного стоку води для річок України. Створена цифрова карта норм річного стоку.

Пространственное обобщение норм годового стока воды

Горбачева Л.О.

Разработаны методические основы пространственного обобщения норм годового стока воды для рек Украины. Создана цифровая карта норм годового стока.

The space generalization of the normal annual runoff

Gorbachova L.O.

The methodical means of the space generalization of the normal annual runoff for rivers of Ukraine are designed. The digital map of the normal annual runoff is created.

УДК 556.16.047

ДИНАМІКА ПЕРІОДИЧНИХ СКЛАДОВИХ БАГАТОРІЧНИХ КОЛИВАНЬ ГІДРОМЕТЕОРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК, ВИЯВЛЕНИХ НА ОСНОВІ МЕТОДУ "ГУСЕНИЦЯ"-SSA

Мельник С.В.

Одеський національний політехнічний університет,

Лобода Н.С.

Одеський державний екологічний університет

Ключові слова: річковий стік, сонячна активність, гармонійна складова, фази опадів, гідрометеорологічні процеси

Постановка проблеми. Фундаментальне вивчення властивостей та закономірностей часового ходу гідрометеорологічних процесів повинне опиратися на їхні об'єктивні характеристики. Одна з основних властивостей

останніх - чітко виражена динаміка. В існуючих нормативних документах урахування динаміки гідрологічних процесів рекомендується виконувати на основі аналізу автокореляційної функції та згладжених кривих коливань стоку або різницевих інтегральних кривих. Крива забезпеченості річкового стоку, за допомогою якої вирішується задача передбачення характеристик стоку у роки різної водності, практично не відображає реальну динаміку коливань річкового стоку, яка може бути використаною, насамперед, для прогнозування величин стоку.

Аналіз попередніх досліджень. Базисом прогнозування стоку може бути розгляд багаторічних коливань річкового стоку як параметра складної динамічної фізичної системи, яка характеризується різномасштабними, тісно зв'язаними між собою складовими (серії років зростання та зменшення стоку, виділення циклів різної частоти, вияв агрегованих складових та інше).

Багаторічні коливання річкового стоку, як і будь-якого іншого природного процесу, І.П. Дружиніним [1] представлені набором складових різного масштабу на різних "стадіях". На протязі кожної "стадії" або їхньої сукупності відбуваються певні кількісні зміни, які забезпечують якісний перехід на новий рівень. Система таких рівнів представляє собою ієрархічну структуру, яка стосовно до атмосферної циркуляції була показана ще О.О. Гірсом [2]. По відношенню до річкового стоку схожа ієрархія побудована на основі кривої Леонардо Фібоначчі та представлена Ю.О. Чорноморець, В.В. Оніщуком у роботі [3].

Відповідно з ієрархією О.О. Гірса при аналізі багаторічних коливань річкового стоку можна виділити шість рівнів. Перший (нижній) рівень формується серіями років підвищення й зниження водності. Другий рівень (внутрішньовікові цикли) формується сукупністю двох серій років підвищення і зниження водності, або навпаки. Третій рівень складається із серії екстремумів. Четвертий являє собою внутрішньовікові цикли, утворені серіями екстремумів. П'ятий та наступні рівні включають до себе серії, що утворюють великі внутрішньовікові, вікові й понадвікові цикли, а також цикли, які формуються на основі складових більш низьких рівнів.

На думку І.П. Дружиніна [1] серії років підвищень і знижень річкового стоку представляють собою найбільш дрібні складові його багаторічних коливань й характеризують односпрямовані зміни водності протягом певного періоду часу (один, два, три й т.д. роки) у бік її підвищення або зниження.

У роботах І.П. Дружиніна, З.П. Коноваленко [4] серії років зростання та зменшення водності розглядаються як генетично однорідні елементарні складові багаторічних коливань річкового стоку, оскільки відповідають різній за тривалістю дії факторів формування стоку. За даними цих авторів у показниках річкового стоку дво - і трьохрічні цикли становлять 98,6-99,5 % від загальної кількості серій.

Характеристиками другого, четвертого та наступного рівнів ієрархічної структури є внутрішньовікові, вікові й більш тривалі цикли. Питання про генезис серій років підвищення та зниження водності, а

також їх екстремумів, досить складне й поки що не може вважатися остаточно вирішеним. У вивченні природи циклічності коливань стоку можна виділити дві точки зору. Ряд дослідників, наприклад О. Д. Афанасьєв, М.П. Смірнов, А.В. Рождественський, Д.Я. Раткович [5, 6] вважають, що головна причина циклічності річкового стоку полягає у циклічності, яка спостерігається у коливаннях геліофізичних, геофізичних (циркуляційних) та басейнових процесів, при яких на вплив атмосферних процесів накладається дія підстильної поверхні. Так, згідно із дослідженнями Д.Я. Ратковича циклічність коливань стоку та наявність внутришньорядних зв'язків впливає процес випаровування з поверхні суші. На думку інших, наприклад, Н.А. Картвелішвілі [7], циклічність є властивістю будь-якої випадкової послідовності. З іншого боку, дослідження впливу клімату на річковий стік [8-10], свідчать про істотну зміну стоку, обумовлену зміною глобального клімату, що спостерігається у останні десятиріччя.

Складність структури багаторічних коливань річкового стоку необхідно ураховувати при математичному моделюванні.

Метою роботи є виявлення закономірностей коливань метеорологічних показників кліматичних факторів формування стоку та річного стоку шляхом аналізу гармонійних складових, що є особливо важливою задачею у період змін глобального клімату.

Об'єктом дослідження є річки Подолії. Предмет дослідження – закономірності коливань гідрометеорологічних характеристик Подолії. Методи дослідження – спектральний аналіз та метод «гусениці». У Великобританії та США аналог методу «гусениці» одержав назву SSA (Singular Spectrum Analysis). Метод «гусениці» є потужним засобом дослідження часових рядів і використовується в основному, у метеорології, гідрології, кліматології, геофізиці. Базовий варіант методу полягає у перетворенні одномірного ряду в багатомірний за допомогою однопараметричної процедури зсуву, дослідженні отриманої багатомірної траєкторії за допомогою аналізу головних компонентів й відновленні вихідного ряду по обраних головних компонентах. Таким чином, результатом застосування методу «гусениці» є розкладання часового ряду на прості компоненти: повільні тренди, періодичні складові, а також шумові компоненти. У даній роботі використовувався алгоритм, розроблений у Санкт-Петербурзькому університеті [11].

У роботі використані ряди спостережень за річним стоком річок Поділля за період 1950 по 2006 рр., а також ряди середніх річних температур повітря та сум річних опадів по метеостанції Тернопіль та Львів. Таким чином, загальна довжина ряду спостережень становить 57 років.

Основне призначення спектрального аналізу - виділення частоти регулярних складових сигналу, трансформованих побічними шумами. Алгоритм розрахунків побудований на основі перетворень Фур'є. Для порівняння закономірностей коливань часових рядів різних масштабів

використана нормована спектральна щільність, що утворюються у результаті поділу спектральної щільності на дисперсію.

Типові результати спектрального аналізу рядів стоку представлені на рис.1.

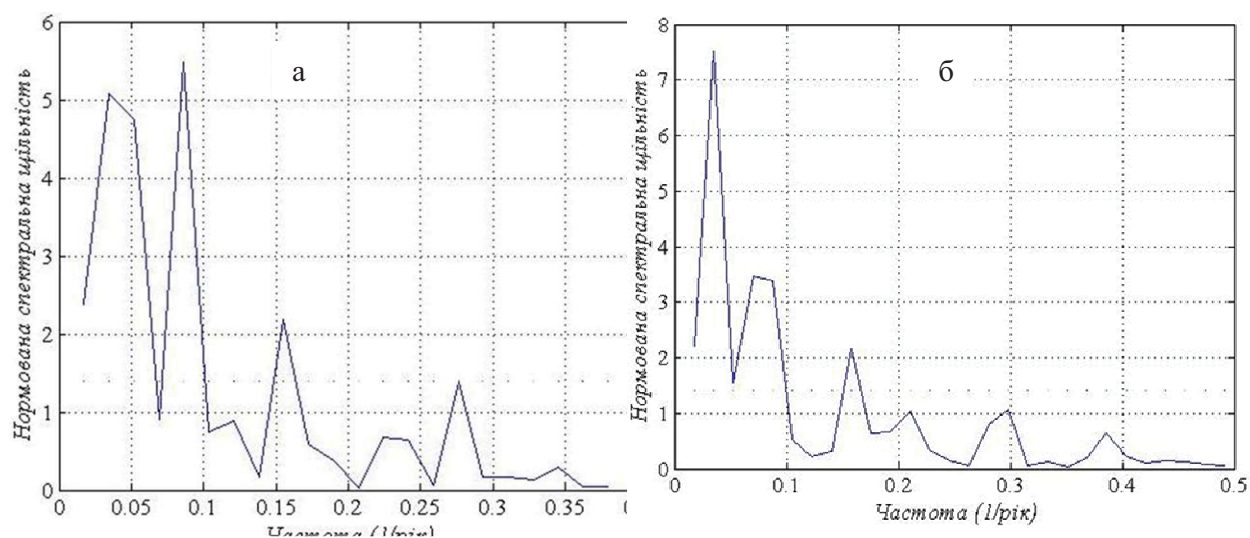


Рис. 1. Нормована спектральна щільність, отримана на основі аналізу часових рядів стоку: а – р. Серет - м. Чортків, б – р. Коропець-свт. Коропець

У коливаннях функції нормованої спектральної щільності виділяються піки (у деяких випадках зрізані), які відповідають середнім циклам тривалістю 11-13 років та довгим, тривалістю 22-26 років. 7-8 - річні цикли є менш значущі. Оскільки виправлення на кінцівку вибірки не виконане, то границі спектрів не відображають дійсного розподілу. Саме через це залишились невиявленими короткі цикли.

Найбільш значущими тобто такими, що вносять найбільший вклад в коливання часових рядів серед виявлених гармонійних складових стоку річок є гармоніки тривалістю 22-26 років (рис. 2). Піки 22–26-річних гармонік припадають на 29-й та 52 роки спостережень, що відповідає 1980 та 2003 рр.

Через період з низкою водністю, що на Подолії тривав з 1945 по 1964 рр. (рис.3) перший пік цих гармонік виявився дуже низьким. Наступні цикли проходили на фазі більшої водності і мають добре виражену амплітуду.

Другими по значущості гармоніками є 11-ти річні (рис. 4).

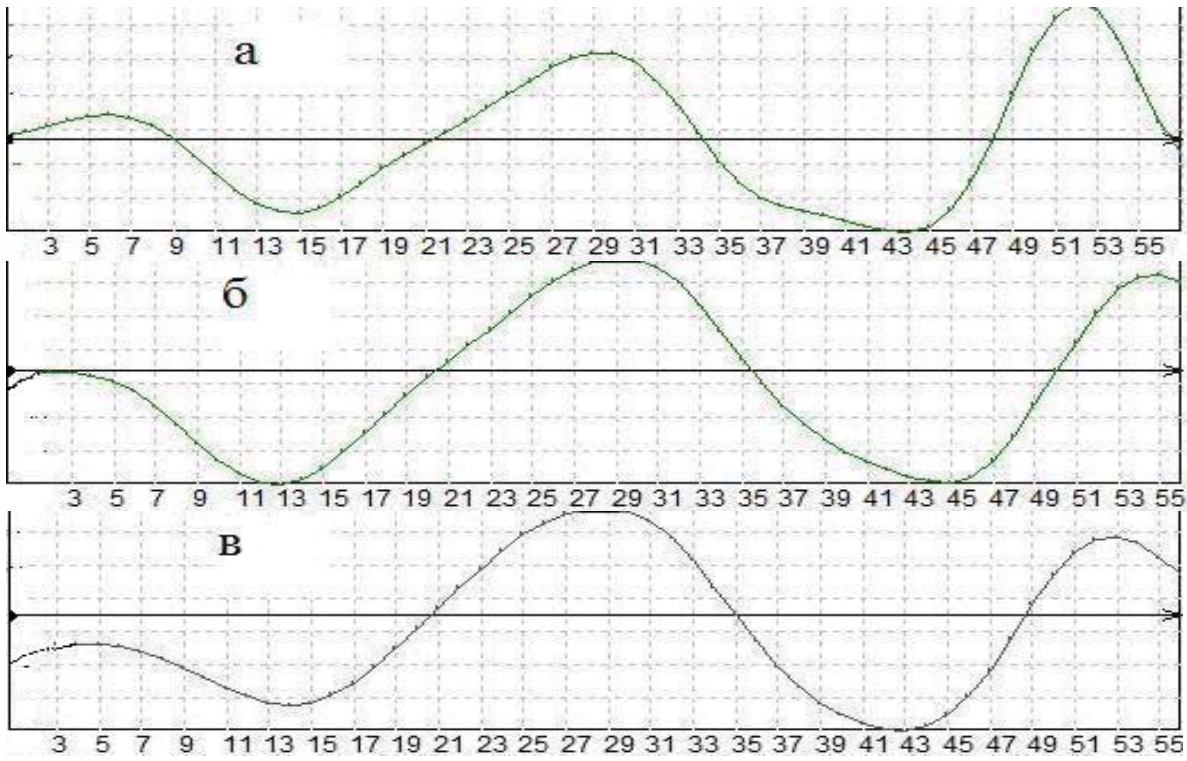


Рис. 2. Загальний вигляд 22-26 річних гармонійних складових багаторічних коливань річкового стоку (1950-2006 рр.). а – р. Серет - м. Чортків, б – р. Коропець - смт. Коропець, в – р. Гнила Липа – смт. Більшівці.

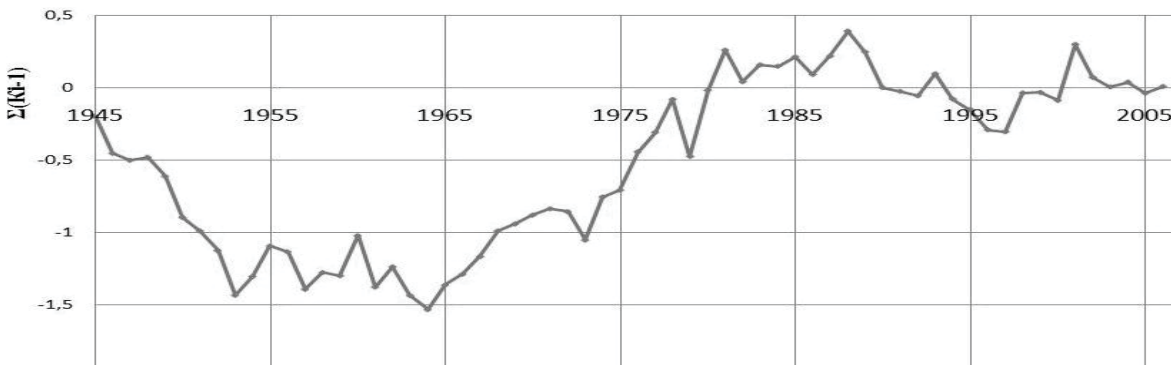


Рис. 3. Різницева інтегральна крива середньорічної кількості опадів м. Тернопіль

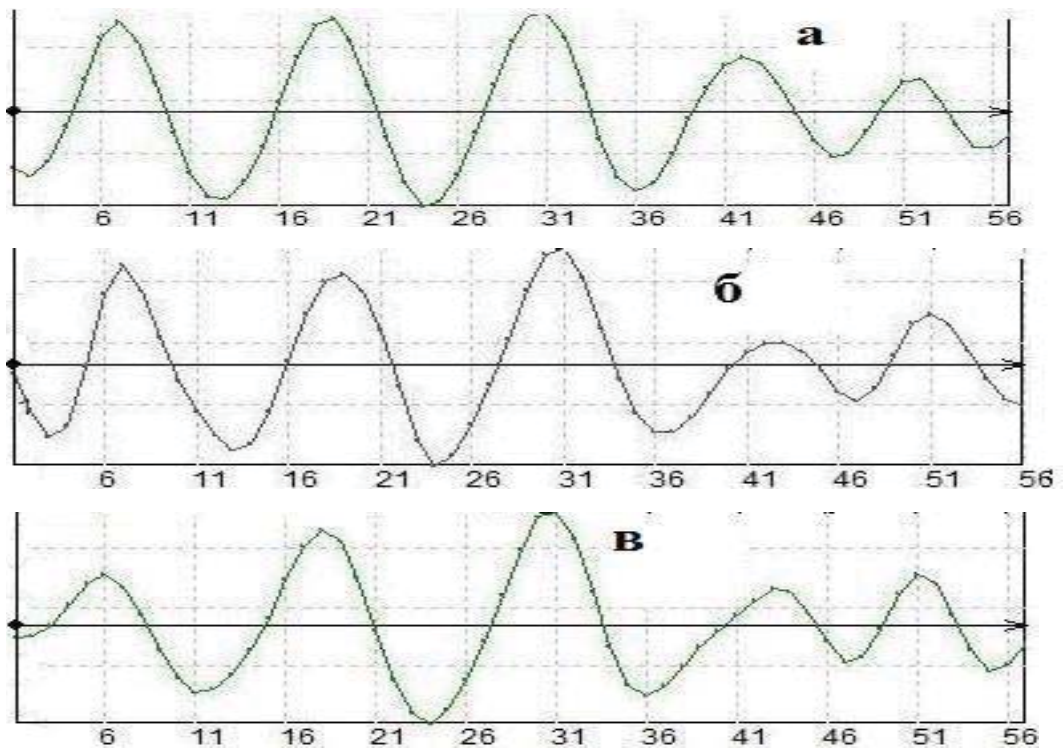


Рис. 4. 11-ти річні гармонійні складові багаторічних коливань річкового стоку (1950-2006 рр.). а – р. Серет - м. Чортків, б – р. Коропець - смт. Коропець, в – р. Золота Липа – м. Бережани

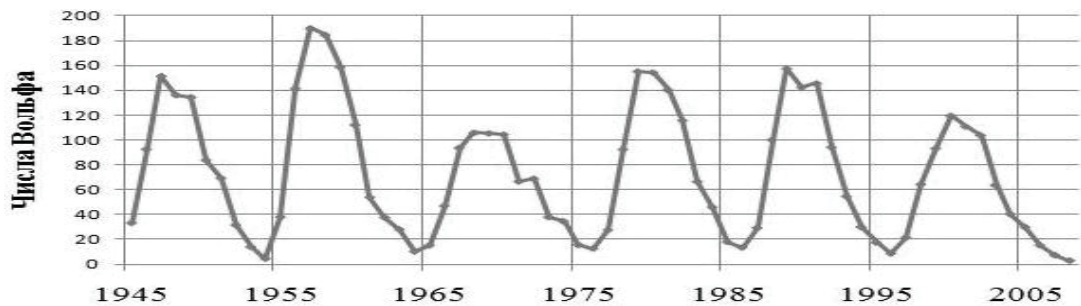


Рис. 5. Хронологічна крива чисел Вольфа

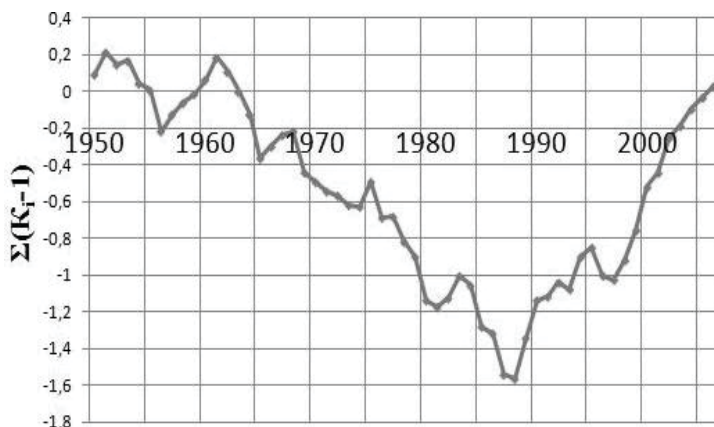


Рис. 6. Різницева інтегральна крива середньорічних температур м. Тернопіль

Підвищення температури повітря обумовлює збільшення випару і відповідно, зменшення стоку навіть в роки з достатньою зволоженістю, що й зменшує амплітуду коливань.

У багаторічних коливаннях температури та кількості опадів ні на основі метода «гусениця» ні на основі спектрального

аналізу 11-ти річних гармонійних складових не виявлено.

Аналіз 7-8 річні гармонік у даній роботі не проводився і може служити предметом подальших досліджень. Накопичення достовірної інформації з динаміки гармонійних складових дозволить робити відновлення рядів стоку річок Подолії і їх прогнозування у подальшому.

Висновки. Гармонійні складові багаторічних коливань річкового стоку являють собою результат складної взаємодії геліокліматичних, атмосферних та басейнових факторів. У дослідженні представлені 22-26 річні та 11-ти річні гармоніки виявлені на основі методу “гусениця”. Характер коливань 22-26 річних гармонік відображає зміну фаз водності: у маловодні періоди амплітуда коливань зменшується. 11-ти річні гармоніки у коливаннях стоку пов’язані із коливаннями сонячної активності: зростання сонячної активності, як правило, викликало відповідний підйом амплітуди цих гармонік. Але після 80-х років минулого сторіччя реакція коливань стоку на зміну сонячної активності стала менш вираженою (наприклад у 1991 р.), що можна пояснити глобальним потеплінням та впливом антропогенних факторів на формування і розвиток атмосферних процесів. Для останніх десятиріч характерне суттєве зменшення амплітуди 11-річних гармонік.

Список літератури

1. Дружинин И.П. Свойства многолетних колебаний гидрометеорологических элементов, их предсказание и математические модели / И.П. Дружинин // География и природные ресурсы. – 1980. – № 1. – С. 31-42.
2. Гирс А.А. Многолетние колебания атмосферной циркуляции и долгосрочные метеорологические прогнозы/ А.А. Гирс. – Л. : Гидрометеоздат, 1971. – 280 с.
3. Чорноморець Ю.О. Закономірності в багаторічних коливаннях водності гірських річок (на прикладі річок Українських Карпат) / Ю.О. Чорноморець, В.В. Онищук // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2007. – Т.13 – С.40-46.
4. Дружинин И.П. Генетические основы сверхдолгосрочного прогноза полезного притока в оз. Байкал / И.П. Дружинин, З.П. Коноваленко // Природные ресурсы Сибири (исследования преобразования охрана). – Новосибирск : Наука, 1976. – С. 48-64.
5. Раткович Д.Я. Стохастические модели колебаний составляющих водного баланса речного бассейна / Д.Я.Раткович, М.В.Болгов. – М.: РАН, 1997. – 263 с.
6. Рождественский А.В. Статистические методы в гидрологии / А.В. Рождественский, А.И. Чеботарев. – Л.: Гидрометеоздат, 1974. – 423 с.
7. Картвелишвили Н.А. Стохастическая гидрология / Н.А. Картвелишвили. – Л.: Гидрометеоздат, 1975. – 218с.
8. Вишневецький В.І. Зміни стану довкілля України / В.І.Вишневецький, О.О. Косовець // Географія в інформаційному суспільстві : зб. наук. праць у 4-х тт. – К. : ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. III. – С. 5-13.
9. Лобода Н.С. Потепління та оцінка можливих наслідків перспективи змін водних ресурсів України в умовах глобального потепління / Н.С. Лобода // Географія в інформаційному суспільстві : зб. наук. праць у 4-х тт. – К. : ВГЛ «Обрії», 2008. – Т. III. – С.17-19.
10. Гребінь В.В. Внутрірічний розподіл стоку води і наносів лівобережних приток Дністра та його сучасні зміни / В.В. Гребінь //Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2005. – Т. 7 – С. 133-142.
11. Александров Ф.И. Выделение аддитивных компонент временного ряда при пакетной обработке методом “Гусеница”-SSA / Ф.И. Александров //Вестник СПбГУ, Сер. 1. Математика. Механика. Астрономия. – 2006. – № 2. – С. 71–74.

Динаміка періодичних складових багаторічних коливань гідрометеорологічних характеристик, виявлених на основі методу "гусениця"-SSA

Мельник С.В., Лобода Н.С.

Проведено спектральний і гармонічний аналіз стоку рік Поділля. Виявлено ряд гармонічних складових. Амплітуди 22-26-річних гармонік при маловодній фазі суттєво зменшується. Потепління, яке триває останні 20 років зменшило амплітуди 11-ти літніх гармонік.

Динамика периодических составляющих многолетних колебаний гидрометеорологических характеристик, выявленных на основе метода "гусеница"-SSA

Мельник С.В., Лобода Н.С.

Проведен спектральний і гармонічний аналіз стока рек Подолли. Виявлен ряд гармонічних составляющих. Амплитуды 22-26 летних гармоник при маловодной фазе существенно уменьшаются. Потепление, которое продолжается последние 20 лет уменьшило амплитуды 11-ти летних гармоник.

Dynamics of periodic making long-term fluctuations of hydrometeorological characteristics revealed on the basis of a method SSA

Melnyk S., Loboda N.

The spectral and harmonious analysis of a drain of the rivers Podol is carried out. A number of harmonious components are revealed. Amplitudes of 22-26 annual harmonics at a shallow phase essentially decrease. Warming which proceeds last 20 years has reduced amplitudes 11 summer harmonics.

УДК 556.166

ЗМІНА ТЕРМІНІВ ПРОХОДЖЕННЯ ВЕСНЯНОГО ВОДОПІЛЛЯ НА РІЧКАХ БАСЕЙНУ ПРИП'ЯТІ (В МЕЖАХ УКРАЇНИ) В СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

Василенко Є.В.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

Гребінь В.В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

Ключові слова: *весняне водопілля, тривалість повені, строкові витрати води, зміна термінів, Прип'ять*

Актуальність теми дослідження. Дослідження і розрахунки параметрів весняного водопілля являються в науковому і практичному відношеннях найбільш важливими розділами вчення про стік. Наукове значення даного питання пояснюється в першу чергу тим, що весняне водопілля визначає загальні риси режиму стоку річок того чи іншого району. Об'єм стоку повені становить основну частину, а на малих водотоках, при певних умовах, і весь річний стік.

Практична важливість питання визначається тим, що більшість елементів водопілля необхідно враховувати при будівництві