

статистичними критеріями Фішера та Стьюдента та за статистичною значимістю лінійних трендів. Розраховано та проаналізовано статистичні параметри для всіх пунктів спостереження.

Ключові слова: зміни клімату; малі гірські водозбори; стаціонарність; паводковий стік.

Паводочный сток в холодный период года на территории бассейна реки Рика и его расчетные характеристики

Баужа Т.А.

Дана оценка результатам многолетних наблюдений за максимальным стоком холодного периода в бассейне реки Рика. Выполнена оценка однородности и стационарности рядов наблюдений паводкового стока по суммарной интегральной кривой, по статистическим критериям Фишера и Стьюдента и по статистической значимости линейных трендов. Рассчитаны и проанализированы статистические параметры для всех пунктов наблюдения.

Ключевые слова: изменения климата; малые горные водосборы; стационарность; паводочный сток.

Flood flow during the cold period in the Rika River Basin and its calculated characteristics

Bauzha T.O.

The estimation of the results of the long-term observations of the maximum flow during the cold period in the Rika River Basin is presented. The estimation of the homogeneity and stationarity of the series of observations of the flood flow is carried out by methods: the total integral curve, the statistical criteria the Fisher and the Student and of the statistical significance of the linear trends. Statistical parameters for all points of observation are calculated and analyzed.

Keywords: climate change; small mountain catchments; stationary; flood flow.

Надійшла до редколегії 28.09.2012

УДК 556.531.631.62 (477)

Холоденко В. С.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

ЗАСТОСУВАННЯ НЕПАРАМЕТРИЧНИХ СТАТИСТИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ОЦІНКИ ОДНОРІДНОСТІ РЯДІВ СЕРЕДНЬОРІЧНИХ ВИТРАТ ВОДИ, МАКСИМАЛЬНИХ ТА МІНІМАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ ТЕЧІЇ ВОДИ ДЛЯ РІЧОК ПРИП'ЯТСЬКОГО ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Ключові слова: статистичні критерії; однорідні ряди; річки; витрата води; швидкість течії

Вступ. Зміни основних характеристик режиму річки, а саме – середньорічних витрат води, є важливою ознакою у гідрологічних дослідженнях. Витрата води визначає інші елементи водного режиму річки,

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2012. – Т.2(27)

зокрема, і швидкість течії потоку. За останні десятиліття найбільше зазнали змін норма стоку та швидкості течії річок, особливо на рівнинних річках України, зокрема, у Прип'ятському Поліссі України (зарегулювання стоку ставками, водосховищами, спрямлення русел річок, будівництво доріг, каналів, надмірне розорювання земель, зміна клімату, опадів тощо). На це вплинули, як природні, так і антропогенні фактори.

Головним природним фактором змін основних характеристик річки є клімат. На сьогодні зміни клімату є однією з найважливіших проблем у світі [1]. З другої половини минулого століття почалося різке потепління клімату, яке призвело до зниження середньорічних витрат води та зменшення швидкостей течії на річках Прип'ятського Полісся України. Але, антропогенне навантаження на басейни річок дещо вирівняло величину стоку та швидкості течії потоку [2].

Аналіз останніх досліджень. Будь-які гідрологічні дослідження потребують впорядкованості даних, тобто оцінки їх однорідності та достовірності. Їх відсутність створює великі труднощі у дослідженнях. Значна частина літературних джерел [3–5] акцентує увагу на окремих аспектах досліджень однорідності рядів, модельних оцінках, які, в результаті, є мінливими і створюють неспівпадіння модельних оцінок з даними спостережень, ступінь довіри до змін характеристик стоку річок залишається невисоким. Похибки можуть бути настільки суттєвими, що іноді виявляється неможливим не тільки оцінити швидкість змін, які спостерігаються, але й навіть встановити сам факт їх наявності [3, 5].

З огляду на викладене, можна зробити висновок, що для однорідності рядів спостережень за змінами норми стоку (середньорічна витрата води за багаторічний період) та інших характеристик режиму річки доцільно використовувати непараметричні статистичні критерії оцінки. Однак, коли ряди спостережень невеликі, тобто $n < 20$ – використовуються параметричні статистичні критерії.

Методика дослідження. Однорідність рядів спостережень оцінено за непараметричними статистичними критеріями (Вілкоксона – W , Ван дер Вандера – X , Сіджела-Тьюка – S , серійним критерієм – Q , критерієм Колмогорова-Смірнова – λ^2) та параметричним статистичним критерієм (Стюдента).

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети виконано наступні завдання:

- сформовано банк вихідних даних за середньорічними витратами води, максимальними та мінімальними швидкостями течії води на річках Прип'ятського Полісся України;
- вибрано підхід щодо застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів спостереження за досліджуваними характеристиками;
- здійснено оцінку однорідності рядів спостереження за досліджуваними характеристиками.

Результати дослідження. 1. Під час формування банку вихідних даних рядів спостереження, виконано наступні дії: проаналізовано детальний опис річищ та гідрологічних постів (за гідрологічними щорічниками та паспортами малих річок); визначено, доступними засобами, швидкість течії руслового потоку (за гідрологічними щорічниками до 1974 року, таблиця “Виміряні витрати води”, за наступні роки – архів Центральної геофізичної обсерваторії Гідрометслужби України у формах таблиць ТГ-8); максимально використані багаторічні дані вимірів стаціонарних пунктів спостережень за водним режимом (матеріали Центральної геофізичної обсерваторії Гідрометслужби України та матеріали Державного водного кадастру).

Для оцінки однорідності рядів спостереження за середньорічними витратами води, максимальними та мінімальними швидкостями течії річкового потоку сформовано банк вихідних даних рядів спостереження за трьома характеристиками – середньорічна витрата води, максимальні та мінімальні швидкості течії води.

Однорідність рядів спостереження досліджено на десяти річках (рр. Прип’ять, Вижівка, Тур’я, Стохід, Вирка, Стир, Случ, Уборть, Тня, Смолка) Прип’ятського Полісся України.

У зв’язку із значною зміною норми стоку та швидкостей течії води у ХХ-ХХІ сторіччях, ряд спостережень на річках був поділений на дві сукупності. Для дослідження обрано два періоди спостережень – з 1945–1994 рр. та з 1994–2004 рр., так як, цей період дослідження, зорієнтований на природний статус річок, властивий їм за умов відсутності чи незначного впливу людської діяльності. Тобто він найбільш наближений до природного екологічного стану, і досліджувані гідрологічні характеристики найменше змінені господарською діяльністю людини, тому це позитивно вплине на оцінку однорідності вибірок [9].

Алгоритм розрахунків дослідження включає методи математичного аналізу: математичні та статистичні методи обробки результатів спостереження. А саме, непараметричні статистичні критерії Вілкінсона (W), Ван дер Вардена (X), модифікація критерію W , яка запропонована Сіджелом і Тьюкі (S -критерій), серійний критерій (Q) та критерій Колмогорова – Смирнова (λ^2).

2. Нині для оцінки статистичної значущості наявності тренду, зазвичай, розглядають ймовірність нульової гіпотези, тобто ймовірність того, що коефіцієнт лінійного тренду дорівнює нулю ($a = 0$). Для цього відношення $a / \sigma a$ порівнюють із табличним значенням розподілу Стьюдента для заданого рівня значущості та числа ступенів вільності, яке дорівнює 2 (де σa – вибіркова мінливість коефіцієнта тренду; N – число років у часовому відрізку, що розглядають). Критичною умовою, за якою нульова гіпотеза відхиляється, найчастіше є умова $a / \sigma a \geq 2$, що відповідає рівню значущості $\sim 95\%$ [3, 5].

Для цього були використані значення середніх витрат води за багаторічний період та значення максимальних та мінімальних швидкостей течії річки. У всіх вибірках обсяги m та n більше 10 років.

Непараметричними називають критерії, використання яких не вимагає попереднього визначення оцінок невідомих параметрів розподілу і, навіть, наближеного закону розподілу ознаки. Вони можуть бути застосовані під час аналізу однорідності рядів, які мають переважно асиметричний розподіл [6].

Отже, прийняття нульової гіпотези H_0 означає, що дані вибірки не суперечать припущенню про відсутність відмінностей між ними. Відкидання гіпотези означає, що емпіричні дані несумісні з H_0 , а вірною є інша альтернативна гіпотеза H_1 . Зазвичай при перевірці однорідності рядів α приймають 0,05 (5%), більш рідко 0,01 (1%) та 0,10 (10%).

Результати оцінки однорідності рядів спостереження за багаторічною витратою, максимальними та мінімальними швидкостями течії води представлені у вигляді таблиці 1. Згідно таблиці 1, якщо дані вибірки однорідні, то приймається нульова гіпотеза (H_0), якщо вибірка неоднорідна, то вірною є інша альтернативна гіпотеза (H_1).

За Критерієм Вілкоксона (W) виявляються відмінності в центральних тенденціях двох вибірок. У нашому випадку рівень значущості буде дорівнювати - $W > W(\alpha)$, де $W(\alpha)$ – критичне значення статистики Вілкоксона – 1,96; W – значення критерію для меншої вибірки. Рівень значущості відповідає $\alpha=0,05$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) відхиляється за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер,max}$, $V_{сер,min}$) для річок Прип'ять і Стохід. Для річок характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, яка відбувається через низку причин. По-перше, для Прип'яті біля с. Річиця спостерігаються ополонки. В річку скидаються стічні води осушувальної системи. Забір води в промисловості і комунальному водопостачанні в рік складає 58 тис. м³, скид води в річку – 47 тис. м³, загальний об'єм ставків складає 8,3 млн. м³. На 52 км вище поста, біля с. Почапи Залуховські на річці Прип'яті біля с. Любязь, є гребля гідровузла. При закритті щитів греблі вода потрапляє у Виживський канал, який є джерелом води для Дніпро-Бузького каналу, нижче гідровузла річка пересихає і перетворюється на декілька розкиданих озерних плес. На ділянці річки від с. Почапи до с. Любязь, в межень, навіть при відкритих щитах греблі – течії немає. В річку скидаються води осушувальної системи.

Отже, антропогенний фактор впливу зарегульованості стоку на р. Прип'ять, який приводить до збільшення стоку (особливо меженного), вторинного заболочування, заростання русла і заплави, уповільнення процесів стікання води (швидкостей течії) підтверджують М. Ю. Калінін і О. Г. Ободовський [7]. Всі ці особливості впливають на однорідність даних двох вибірок.

По-друге, для річки Стохід біля с. Малинівка річище каналізоване, дно мулисто-піщане, береги висотою 1,0-1,5 м, задерновані. На гідрологічний режим впливає робота насосної станції, яка розміщена в 1,5 км вище поста. Річка є водоприймачем осушувальних систем. Отже, вище згадані причини, дають підстави вважати, що розглянуті вибірки суттєво відрізняються одна від одної.

Таблиця 1. Оцінка однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних швидкостей та мінімальних швидкостей течії за непараметричними статистичними критеріями для річок Прип'ятського Полісся України, за 1945-1994 рр. та 1994-2004 рр.

Назва річки, гідрологічного посту	За критерієм Вилкосона (W)				За критерієм Ван дер Вандера (X)				За критерієм Сіджестя-Тьюкі (S)				За серійним критерієм (Q)				За критерієм Колмогорова-Смірнова (λ^2)					
	За	За макс-мальною швид-кістю витратою	За міні-мальною швид-кістю	$(Q_{сер})$	За	За макс-мальною швид-кістю	За міні-мальною швид-кістю	(V_{max})	За	За макс-мальною швид-кістю	За міні-мальною швид-кістю	(V_{min})	За	За макс-мальною швид-кістю	За міні-мальною швид-кістю	$(Q_{сер})$	За	За макс-мальною швид-кістю	За міні-мальною швид-кістю	(V_{max})	За макс-мальною швид-кістю	(V_{min})
	$(Q_{сер})$	(V_{max})	(V_{min})	$(Q_{сер})$	$(Q_{сер})$	(V_{max})	(V_{min})	$(Q_{сер})$	$(Q_{сер})$	(V_{max})	(V_{min})	$(Q_{сер})$	$(Q_{сер})$	(V_{max})	(V_{min})	$(Q_{сер})$	$(Q_{сер})$	(V_{max})	(V_{min})	(V_{max})	(V_{min})	(V_{max})
Прип'ять – с. Річиця	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Прип'ять – с. Любязь	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Вижівка – с. Стара Вижівка	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Тур'я – с. Ягідне	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Тур'я – м. Ковель	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Стохід – с. Малинівка	H ₁	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁
Вирка – с. Сварині	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Случ – с. Громада	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Тня – с. Бронки	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Смолка – с. Суєли	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Уборть – с. Рудня Іванівська	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Уборть – с. Перга	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀
Уж – м. Коростень	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₁	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₁	H ₁	H ₀	H ₀	H ₀

Для інших річок (Вижівка, Тур'я, Вирка, Случ, Тня, Смолка, Уборть, Уж) – вибірки є однорідними, нульова гіпотеза не відхиляється від альтернативи (H_1).

За Критерієм Ван дер Вандера (X) оцінка однорідності рядів є більш потужною та чутливою у порівнянні з критерієм Стьюдента, коли відомо, що розподіли явно відрізняються від нормального. У нашому випадку рівень значущості буде дорівнювати – $|X| > X(\alpha)$, де $X(\alpha)$ – критичне значення статистики X -критерію, яке визначається за таблицями і враховує значення обсягу об'єднаної вибірки N та різницю обсягів m та n ; $|X|$ – значення критерію для меншої вибірки. Рівень значущості відповідає $\alpha=0,05$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) відхиляється за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для річки Уборть біля с. Рудня Іванівська. Для річки характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, яка відбувається через те, що річище звивисте, на окремих ділянках заростає водною рослинністю, в районі поста – каналізоване. В басейні річки до створу поста є 13 ставків загальною площею 151 га і загальним об'ємом в межень 1,8 млн. куб. м. Ставки використовуються для господарських потреб. Ці причини, дають підстави вважати, що розглянуті вибірки суттєво відрізняються одна від одної. Необхідно відмітити, що за характеристикою ($V_{сер.min}$) для більшості річок (9 з 13) нульова гіпотеза (H_0) відхиляється і вибірки є неоднорідними. Краща ситуація з характеристикою ($V_{сер.max}$), нульова гіпотеза (H_0) якої відхиляється, для річок (6 з 13) вибірки є неоднорідними (табл. 1).

За Критерієм Сіджела-Тьюкі (S) - ця модифікація називається S -критерієм. За його допомогою порівнюють дві вибірки по відхиленням, залишаючи без уваги їх середні значення. У випадку, коли дисперсії (стандартні відхилення) двох вибірок будуть однаковими – ці вибірки будуть однорідними [8]. Оцінюємо значення функції, оберненої до нормального розподілу при рівні значущості $\alpha=0,05$. Порівнюємо відхилення U та значення функції $\Psi(1-\alpha/2)=\Psi(0,975)$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) не відхиляється від альтернативи (H_1) за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для річки Прип'ять біля с. Любязь і за ($Q_{сер}$) - для річки Прип'ять біля с. Річиця. Для всіх інших річок відбувається характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, а саме, квадратичні відхилення вибірок є неоднорідними, які пов'язані з вище розглянутими причинами (табл. 1).

За серійним критерієм (Q) дві вибірки, що порівнюються належать одній генеральній сукупності. Отже, можна припустити, що в об'єднаній і впорядкованій за зростанням виборці, елементи кожної з двох вихідних вибірок повинні чергуватися. Оцінюємо значення функції, оберненої до нормального розподілу при рівні значущості $\alpha=0,05$. Порівнюємо відхилення U та значення функції $\Psi(1-\alpha/2)=\Psi(0,975)=1,96$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) не відхиляється від альтернативи (H_1) за характеристикою ($Q_{сер}$) для всіх річок, окрім Уборті біля с. Рудня Іванівська, а за характеристиками ($V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для більшості річок

нульова гіпотеза (H_0) відхиляється, і є підстави вважати, що розглянуті вибірки суттєво відрізняються одна від одної. Відбувається характерна зміна норми стоку і швидкостей течії, яка пов'язана з вище розглянутими причинами (таблиця 1).

За критерієм Колмогорова-Смірнова (λ^2), який базується на порівнянні вибірок (рядів) накопичених частот двох сукупностей. При великих обсягах вибірок ($m, n > 100$), визначену різницю D (максимальне значення $|F_j(x) - F_j(y)|$, де $F_j(x)$ і $F_j(y)$ відносні накопичені частоти) порівнюють з величиною λ_2 . Для заданого рівня значущості $\alpha = 0,05$ порівнюють одержане $\lambda^2 > \lambda^2(\alpha)$, тобто перевіряють умову $\lambda^2 > 1,84$.

У нашому випадку нульова гіпотеза (H_0) не відхиляється від альтернативи (H_1) за всіма характеристиками ($Q_{сер}$, $V_{сер.max}$, $V_{сер.min}$) для більшості річок, окрім Уборті біля с. Рудня Іванівська, Вижівки біля с. Стара Вижівка і Прип'яті біля с. Любязь для ($V_{сер.max}$), за характеристиками ($Q_{сер}$) для річки Вижівки біля с. Стара Вижівка, і за характеристиками ($V_{сер.min}$) для річки Стохід (таблиця 1).

3. Розрахункова основа оцінки однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії за непараметричними статистичними критеріями для річок Прип'ятського Полісся України включає статистичну обробку даних, яку можна здійснити у програмному пакеті EXAL.

Непараметричні критерії можна об'єднувати у три групи. Критерії першої групи (Вілкінсона (W) та критерій Ван дер Вандера (X)) виявляють відмінності в центральній тенденції, але ігнорують відмінності у відхиленнях сукупностей, які порівнюють. Критерії другої групи (модифікація критерію W , яка запропонована Сіджелом і Тюокі (S -критерій)) визначають відмінності у відхиленнях, але залишають без уваги відмінності в центральній тенденції. Критерії третьої групи (серійний критерій (Q) та критерій Колмогорова-Смірнова (λ^2)) виявляють відмінності в характері розподілу, але не вказують, у чому саме вони полягають.

Отже, зазначені критерії застосовують, якщо постає завдання про порівняння двох сукупностей за вибірками, які одержані на одному об'єкті, але в різний час. Нульова гіпотеза для критеріїв першої групи формулюється як $H_0: \mu\zeta = \mu\eta$, де $\mu\zeta$ та $\mu\eta$ – характеристики центрів розподілу випадкових величин ζ та η відповідно, реалізаціями яких є вибіркові значення X та Y . Альтернативною гіпотезою буде $H_1: \mu\zeta \neq \mu\eta$. Нульова гіпотеза для критеріїв другої групи формулюється як $H_0: \sigma^2 X = \sigma^2 Y$, де $\sigma^2 X$ та $\sigma^2 Y$ – дисперсії (стандартні відхилення) двох вибірок. Альтернативною гіпотезою буде $H_1: \sigma^2 X \neq \sigma^2 Y$. Нульова гіпотеза для критеріїв третьої групи формулюється як $H_0: F(X) = F(Y)$, де $F(X)$ та $F(Y)$ – накопичені відносні частоти відповідних вибірок X та Y . Альтернативною буде $H_0: F(X) \neq F(Y)$.

Для статистичного обґрунтування значущості можуть бути побудовані тренди застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів.

Висновки. Результати порівняння сукупностей наведено в таблиці 1, із якої випливає, що нульова гіпотеза не відхиляється за більшістю статистичних критеріїв для норми стоку, за винятком одного S-критерію. Він свідчить на неоднорідність двох сукупностей, які складають ряд спостережень, тобто вказує на статистичну значущість трендів (норми стоку).

На відміну від середньорічної витрати води, характеристики максимальних та мінімальних швидкостей течії води є більш чутливими до змін у річках, тому їх однорідність рядів спостереження доцільно оцінювати як за непараметричними, так і за параметричними критеріями. Це дасть змогу виявити більше чинників, які впливають на зміну однорідності ряду спостереження. Для річок Прип'ятського Полісся України, доцільно проводити оцінку однорідності рядів спостереження за гідрологічними характеристиками, використовуючи, по можливості, всі непараметричні критерії. Так як, кожен критерій оцінки однорідності ряду вказує на різні ознаки між сукупностями, то він може бути вирішальним при виборі даних для спостереження.

Таким чином, із викладеного, можна зробити висновок про можливість та доцільність застосування непараметричних статистичних критеріїв однорідності рядів для оцінки статистичної значущості наявності даних, які виявлені за спостереженнями на конкретних річках Прип'ятського Полісся України. Чим більша загальна вибірка обсягу спостережень, тим точніше оцінюється однорідність, чи не однорідність рядів спостережень.

Список літератури

1. Четвертый оценочный доклад Межправительственной группы экспертов по изменению климата: вклад Рабочей группы II / Ю. А. Израэль, С. М. Семенов, О. А. Анисимов [и др.] // Метеорология и гидрология. – 2007. – № 9. – С. 5–13.
2. *Водні ресурси: використання, охорона, відтворення, управління* : підручник для студентів ВНЗ / [А.В. Яцик, Ю.М. Грищенко, Л.А. Волкова, І.А. Пашенюк]. – К. : Генеза, 2007. – 360 с.
3. *Тюрин Ю. Н.* Непараметрические методы статистики / Ю. Н. Тюрин. – М. : Знание, 1978. – 64 с.
4. *Тарасова В. В.* Екологічна статистика : підручник / В. В. Тарасова. – К. : Центр учбової літератури, 2008. – 392 с.
5. Науково-теоретичний, науково-практичний журнал / О.І. Галік, А.М. Рокочинський, Т.В. Олексик та ін. // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2011. – №1. – С. 96-99.
6. Сучасні зміни клімату та їх прояви від глобального до регіонального рівнів / М.І. Ромащенко, А.М. Рокочинський, О.І. Галік [та ін.] // Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво. – 2007. – Вип. 32. – С. 65–79.
7. Мониторинг, использование и управление водными ресурсами бассейна р. Припять / под общ. ред. М. Ю. Калинина. и А. Г. Ободовского– Минск : БЕЛСЭНС, 2003. – 269 с.
8. *Мостеллер Ф.* Анализ данных и регрессия. / Ф. Мостеллер, Дж. Тьюки. – М. : Финансы и статистика, 1982. – Вып.1 – 224 с., Вып. 2 – 240 с.

Застосування непараметричних статистичних критеріїв оцінки однорідності рядів середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії води для річок Прип'ятського Полісся України

Холоденко В.С.

Обґрунтовується можливість та доцільність застосування непараметричних статистичних критеріїв для оцінки значущості наявності трендів, які виявлені за даними спостережень середньорічних витрат води, максимальних та мінімальних швидкостей течії води для річок Прип'ятського Полісся України.

Ключові слова: статистичні критерії; однорідні ряди; річки; витрата води;

швидкість течії.

Применение непараметрических статистических критериев оценки однородности рядов среднегодовых расходов воды, максимальных и минимальных скоростей течения воды для рек Припятского Полесья Украины

Холоденко В.С.

Обосновывается возможность и целесообразность применения непараметрических статистических критериев оценки значимости наличия трендов, выявленных по данным наблюдений среднегодовых расходов воды, максимальных и минимальных скоростей течения воды для рек Припятского Полесья Украины.

Ключевые слова: *статистические критерии; однородные ряды; реки; расход воды; скорость течения.*

Nonparametric of statistical criteria evaluation homogeneity series observations of the average annual water consumption, maximum and minimum flow velocity of water for rivers Prypyat Polissya Ukraine

Kholodenko V.S.

Substantiated the possibility and expediency of using nonparametric statistical criteria to assess the significance of the presence of trends that are identified according to the observations of the average annual water consumption, maximum and minimum flow velocity of water for rivers Prypyat Polissya.

Keywords: *statistical criteria; uniform numbers; rivers; water flow; flow velocity.*

Надійшла до редколегії 11.05.2012