

Розвиток концептуальних підвалин моделювання регіональної екологічної мережі

Самойленко В. М., Маляренко О. С.

Розвинено концептуальні підвалини математично-геоінформаційного моделювання регіональної екологічної мережі. Запропоновано новий алгоритм, згідно з яким екомережа послідовно моделюється з сукупності (квази)геосистем актуальної природно-антропогенної та/або (квази)природної біоландшафтної територіальної структури з додаванням нових штучних природоохоронних елементів. Результатом моделювання є оптимально сформований (відновлений і додатково створений) каркас біоландшафтного різноманіття регіону.

Ключові слова: біоландшафтна територіальна структура, (квази)геосистема, регіональна екологічна мережа, моделювання, алгоритм.

Развитие концептуальных основ моделирования региональной экологической сети

Самойленко В. Н., Маляренко А. С.

Получили развитие концептуальные основы математико-геоинформационного моделирования региональной экологической сети. Предложено новый алгоритм, в соответствии с которым экологическая сеть последовательно моделируется из (квази)геосистем природно-антропогенной и/или (квази)природной биоландшафтной территориальной структуры с добавлением новых искусственных природоохранных элементов. Результатом моделирования является оптимально сформированный (восстановленный и дополнительно созданный) каркас биоландшафтного разнообразия региона.

Ключевые слова: биоландшафтная территориальная структура, (квази)геосистема, региональная экологическая сеть, моделирование, алгоритм.

Development of conceptual bases for regional ecological network modeling

Samoylenko V. M., Malyarenko O. S.

It was developed the conceptual bases for regional ecological network mathematical-geo-informative modeling. It was proposed the new algorithm, according to which ecological network has to be simulated from set of quasi-geosystems of actual natural-anthropogenic and/or (quasi)natural bio-landscape territorial structure with extension by new artificial environmental elements. Modeling result is optimal generated (restored and additionally created) frame of regional bio-landscape diversity.

Keywords: bio-landscape territorial structure, quasi-geosystem, regional ecological network, modeling, algorithm.

Надійшла до редколегії 05.03.2014

УДК 556.012

Горбачова Л.О.

Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України, м. Київ

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ЩОДО ОЦІНКИ ОДНОРІДНОСТІ І СТАЦІОНАРНОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Ключові слова: методика; стаціонарність; однорідність; гідрологічні ряди; статистичні критерії; гідролого-генетичні методи

Вступ. Вчені в усьому світі досліджують вплив змін клімату на водний стік річок. Виконується достатньо багато різноманітних наукових проектів. У сучасних гідрологічних дослідженнях найбільше застосування отримали саме статистичні методи. Однак, формування водного стоку є надзвичайно складним багатофакторним процесом, який на сучасному розвитку науки в світі майже неможливо повністю описати аналітичними методами. Зрозуміло, що застосування останніх до гідрологічної інформації вимагає введення певних припущень, спрощень, умовностей і т.п., що без сумніву призводить до нехтування впливом

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.1(32)

деяких чинників формування водного стоку і, звичайно, відбивається на результатах статистичного аналізу [1].

Загальноживаним методом при дослідженні впливу змін клімату на водний режим річок є поділ рядів спостережень на два періоди з подальшою оцінкою змін характеристик водного стоку в цих періодах. Зазвичай, використовують як періоди ті, що рекомендовані ВМО, так і ті, що визначені авторами самостійно [2-5]. І в першому, і в другому випадках такі періоди пов'язані зі зміною температури повітря. Періоди, які рекомендує ВМО, відносяться до кліматичної норми, яка встановлюється єдиною для всіх фізико-географічних зон на Земній кулі. Звичайно, такий підхід є дуже зручним при використанні (розрахунках), але зовсім не може відображати реальних коливань кліматичних показників у різних регіонах. Крім того, гідрологічні норми стоку є індивідуальними для кожної річки і розраховуються з врахуванням циклічних коливань водного стоку. У різних дослідників і періоди зовсім різні. Зрозуміло, що в природі, коли вже й відбуваються зміни, то вони мають тільки одну якусь точку відліку, яка, звісно, може змінюватися в залежності від фізико-географічних зон та місцевих особливостей району досліджень.

Зазвичай дослідження виконується з застосуванням одного, іноді двох статистичних методів. З одного боку такі підходи вважаються начебто прийнятними, але з іншого, це не дозволяє достовірно визначити причини порушення стаціонарності рядів спостережень, оскільки статистичні методи не враховують фізичних умов формування стоку річок. Зазвичай автори виявлену неоднорідність рядів пояснюють винятково впливом кліматичних змін [2-5].

Таким чином, в сучасних дослідженнях питанням достовірності отриманих оцінок належної уваги не приділяється. Сьогодні як в світі, так і в Україні майже не існує чітких методичних рекомендацій щодо отримання обґрунтованих і достовірних оцінок сучасних змін водних ресурсів в умовах кліматичних змін. Отже, поряд з питанням необхідності отримання кількісних величин змін водного стоку річок постає не менш важливе завдання щодо отримання саме достовірних оцінок таких змін. Зрозуміло, що зважаючи на те, що в світі застосовується чимала кількість методів, достовірні оцінки можна отримати шляхом розробки уніфікованих та обґрунтованих методів і методик.

Метою роботи є розробка методики оцінки стаціонарності і однорідності гідрологічних рядів, яка враховує їхні особливості і відповідно дозволяє отримувати більш обґрунтовані і достовірні оцінки.

Виклад основного матеріалу досліджень. Аналізуючи методичні надбання у світі щодо аналізу часових гідрологічних рядів можна зробити наступні висновки. Більшість країн світу користується методами і способами, які викладені в керівництві з гідрологічної практики ВМО [6]. Методичні підходи країн колишнього Радянського Союзу (розробник Державний гідрологічний інститут (ДГІ, м. Санкт-Петербург, Росія), а в теперішній час, країн СНД, дещо відрізняються, хоча й мають загальні риси [7-10]. Зазначимо, що в Україні також використовуються методичні розробки ДГІ, оскільки оновлення нормативних та методичних підходів не відбулося. Отже, до спільних підходів можна віднести переважаючу роль в дослідженнях виключно статистичних методів. Необхідно також зазначити, незважаючи на те, що методичні рекомендації ДГІ [9] містять інформацію про гідролого-генетичні методи оцінки часових рядів спостережень і навіть підкреслюють, що вони повинні застосовуватися разом зі статистичними методами, однак, в нормативних документах [8, 10] в явному виді це не прописано. Мабуть, саме це і є основною причиною того, що майже у всіх наукових

дослідженнях таке положення не виконується. Інша причина, може полягати в тому, що в тих же методичних рекомендаціях ДГІ не наведено жодного прикладу, що роботи у випадках, коли спостерігається явне протиріччя в оцінках однорідності за статистичними та гідролого-генетичними методами і, коли, і в яких випадках можуть виникати такі протиріччя. Аналіз наукових публікацій показує, що такі дослідження не виконувалися, окрім наших праць [11-17]. Рекомендації ДГІ щодо застосування гідролого-генетичних методів розроблені тільки для виявлення генетично неоднорідних вибірок. В керівництві з гідрологічної практики ВМО гідролого-генетичні методи взагалі не розглядаються. Розбіжності ж в методичних підходах ВМО та ДГІ полягають у тому, що за кордоном зазвичай рекомендують використовувати статистичні непараметричні методи (не залежать від законів розподілу), а ДГІ – навпаки параметричні, адаптуючи їх до гідрологічних рядів.

У гідрологічних дослідженнях за допомогою статистичних методів зазвичай вирішуються три основні задачі [1]:

- оцінка однорідності та стаціонарності часових рядів спостережень;
- визначення розрахункових характеристик різної ймовірності;
- моделювання та прогнозування характеристик.

При використанні статистичних методів гідрологічна інформація повинна відповідати певним вимогам. Так, емпіричні ряди спостережень повинні бути *випадковими, незалежними у часі, однорідними та стаціонарними* [6]. Крім того, бажано, щоб гідрологічні ряди ще й підпорядковувалися *нормальному закону розподілу*, оскільки більшість статистичних методів розроблена саме для цього закону. Також, більш достовірні оцінки можна отримати використовуючи тільки *тривалі ряди* (бажано 100 років і більше) спостережень. Розраховані ж статистики повинні мати такі необхідні властивості як *незміщенність, спроможність, ефективність, достатність* [1, 18]. У дослідженнях багатьох гідрологів світу доведено [1, 6-10, 19, 20 та ін.], що гідрологічні ряди не відповідають вищенаведеним вимогам.

Перевірку часових рядів на випадковість можна здійснити за критеріями випадковості, а саме критеріїв серій (загального числа серій та найбільшої довжини серій), кількості підвищень та знижень, кількості екстремумів [19]. Однак, такі критерії застосовуються до рядів спостережень, які мають нормальний закон розподілу. Гідрологічні ряди зазвичай не підпорядковуються цьому закону [1, 6-10, 19, 20 та ін.]. Мабуть саме тому, сьогодні керівництво з гідрологічної практики ВМО не наводить жодного статистичного методу, за допомогою якого можна було б визначити випадковість формування гідрологічних величин [6]. Гідрологічні величини не є незалежними у часі. Так, наприклад, у роботах Рождественського А.В. та ін., Robson A.J. at all [7, 21] показано, що гідрологічним рядам притаманні автокореляційні зв'язки.

За кордоном найбільш розповсюдженими методами оцінки однорідності і стаціонарності є непараметричні критерії. Серед них найбільш вживаними є тести Terry, Spearman, Wald-Wolfowitz, Mann-Kendall та ін. У керівництві з гідрологічної практики ВМО зазначено, що статистична перевірка часового ряду не завжди може надати достовірний результат і, саме тому, для отримання більш надійних результатів рекомендується використовувати декілька методів. При цьому, зрозуміло, що статистичні тести не повинні бути ідентичними, тобто мати однакові характеристики, а саме чутливість до закону розподілу, автокореляційних зв'язків і т.п. Однак, незважаючи на те, що непараметричні статистичні критерії є більш придатними до застосування у гідрологічних дослідженнях, все ж таки, вони мають

один суттєвий спільний недолік – не враховують довгоперіодичних циклічних коливань [6].

Найбільш розповсюдженими параметричними статистичними критеріями є критерії Фішера та Стьюдента. Проте, застосування цих критеріїв передбачає, що ряд, який досліджується, має нормальний розподіл. Саме тому, керівництво з гідрологічної практики ВМО і не рекомендує їхнього застосовувати у гідрологічних дослідженнях. В світі адаптацією цих критеріїв до гідрологічних рядів, які мають зовсім інші закони розподілу довгий час займався і зараз займається виключно ДГІ. Фахівцями ДГІ [7-10] були розроблені *узагальнені критерії Фішера та Стьюдента*, які й були внесені в нормативні документи, що й надало цим критеріям обов'язково статусу для застосування і, надалі, забезпечило широке використання у гідрологічних дослідженнях. Необхідно зазначити, що такі узагальнені критерії розроблені переважно за короткими рядами спостережень до 1975 р. включно. Незважаючи на те, що у Росії у 2004 році вийшов новий нормативний документ, в ньому оновлення цих критеріїв не відбулося. У нашій роботі [22] показано, що з моменту розробки узагальнених критеріїв тривалість рядів спостережень суттєво збільшилися (в двічі і більше), що призвело до зміни їхніх характеристик (середніх значень, коефіцієнтів варіації та асиметрії). Саме за цими параметрами і відбувалося моделювання рядів при розробці узагальнених критеріїв [7]. До того ж, для коротких рядів не притаманні прояви циклічних коливань, за винятком короткоперіодичних, але такі коливання не призводять до колізії, коли, як показано у роботі [12], за наявності тільки одного повного або майже завершеного циклу водності (наприклад, для пункту р. Студений – с. Верхній Студений) застосування критеріїв Фішера та Стьюдента призводить фактично до порівняння дисперсій та середніх значень багатоводної та маловодної фаз, що є зовсім некоректно і призводить до отримання недостовірної оцінки – однорідні дані визнаються як неоднорідні. Крім того, незважаючи на значні зусилля по адаптації критеріїв Фішера та Стьюдента до гідрологічних рядів, нові узагальнені критерії можуть працювати в досить обмеженому діапазоні. Так, наприклад узагальнений критерій Стьюдента розроблявся для рядів з коефіцієнтом асиметрії від 0 до 4 [7]. Є ще один суттєвий недолік, цих узагальнених критеріїв. У роботі [12] показано, що гідрологічним рядам притаманні автокореляційні зв'язки вищих порядків, які виникають внаслідок циклічних коливань. Однак, узагальнені критерії враховують тільки автокореляцію суміжних років. Таким чином, враховуючи вищенаведене, вочевидь стає зрозумілим, що *узагальнені критерії Фішера та Стьюдента* мають набагато більше недоліків, ніж переваг і зовсім не є придатними для оцінки однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів.

В методичних рекомендаціях ДГІ [9] досить значна увага приділяється оцінці статистичної значимості лінійних трендів за методом Поляк І.І. [23]. Водночас зазначається, що такий метод застосовується для рядів, які мають нормальний закон розподілу [6, 9, 26]. Зрозуміло, що застосування цього методу до гідрологічних рядів, які мають зовсім інші закони розподілу навряд чи можуть надати достовірні результати. У наших роботах [11-17] показано, що статистично значимі тренди носять тимчасовий характер, оскільки вони пов'язані як з тривалістю спостережень, так і з довжиною окремих повних циклів та їхніх фаз водності. Направленість тренду залежить як від того в яку фазу водності були розпочаті спостереження, так і від того яку фазу водності охоплюють дані спостережень на момент виконання оцінки.

Таким чином, враховуючи вищенаведене, можна зробити наступні висновки:

- отримані різними методами різними авторами оцінки змін водних ресурсів річок України мають істотні розбіжності між собою за періодом настання змін, їхніми значеннями та тенденціями;

- зазвичай результати досліджень базуються на твердженні про порушення стаціонарності та однорідності рядів спостережень, при цьому оцінка стаціонарності і однорідності виконується з застосуванням одного або двох ідентичних статистичних методів;

- гідрологічні ряди мають наступні особливості – є залежними, мають закони розподілу, які відрізняються від нормального та мають довгоперіодичні циклічні коливання;

- зазвичай в дослідженнях використовуються тільки статистичні (параметричні та непараметричні) критерії оцінки однорідності та стаціонарності рядів, незважаючи на те, що їхнє застосування через особливості гідрологічних рядів є досить умовним;

- більшість дослідників виявлену неоднорідність або нестаціонарність рядів, на основі використання тільки статистичних методів, пояснюють виключно впливом кліматичних змін;

- найбільш поширеними статистичними критеріями, що застосовуються у вітчизняних дослідженнях є узагальнені критерії Стьюдента і Фішера, які, також як і класичні, не є придатними для гідрологічних досліджень;

- методи виявлення часових трендів (параметричні і непараметричні) у рядах спостережень, які останнім часом є дуже популярними у дослідженнях, не можуть надати достовірної оцінки, оскільки вони не здатні враховувати циклічних коливань водного стоку річок;

- майже у всіх дослідженнях не виконується фізичного аналізу однорідності гідрологічних рядів.

Виходячи з цих висновків, можна припустити, що загальнозживані методичні підходи щодо оцінки однорідності і стаціонарності рядів спостережень, які базуються переважно на використанні як параметричних, так і непараметричних статистичних методах, не забезпечують обґрунтованих і достовірних оцінок.

Сучасні тенденції гідрологічних досліджень повертають дослідників до використання на деякий час забутого, внаслідок інтенсивного розвитку та застосування статистичних методів, географо-гідрологічного методу досліджень (Глушков В.Г., 1933 р.). Цей метод закладає підвалини генетичного аналізу дослідження гідрологічних об'єктів та явищ. Дмитриєва В.А. у роботі [24] пояснює повернення до методів, які вивчають на фізичному рівні закономірності умов формування водного стоку тим, що, перш за все, статистичні методи спрощують природу водного стоку, прив'язуючи його в залежність від одного, іноді двох-трьох чинників. Зрозуміло, що такий підхід не в змозі вирішити більшість задач гідрологічної науки.

Гідролого-генетичні методи оцінки однорідності і стаціонарності рядів розкривають фізичні причини неоднорідності. Існує значний перелік гідролого-генетичних прийомів та методів, які дозволяють виявити неоднорідність гідрологічних рядів. Основні з них наступні:

- побудова та аналіз сумарних кривих;
- побудова та аналіз різницево-інтегральних кривих гідрологічних та кліматичних характеристик;
- побудова та аналіз подвійних різницево-інтегральних кривих гідрологічних та кліматичних характеристик;

- побудова та аналіз суміщених хронологічних графіків гідрологічних характеристик для декількох пунктів, розташованих в межах однорідного гідрологічного району;
- побудова та аналіз графіків зв'язку гідрологічних характеристик для декількох пунктів, розташованих в межах однорідного гідрологічного району;
- побудова та аналіз графіків зв'язку гідрологічних характеристик та метеорологічних факторів стоку;
- побудова та аналіз кривих витрат води;
- побудова та аналіз комплексних графіків хронологічних коливань різних гідрометеорологічних характеристик та їхніх чинників.

У [11-13, 16, 17] показано, що при застосуванні комплексного аналізу, тобто декількох статистичних (узагальнені критерії Фішера та Стьюдента, лінійної регресії) і гідролого-генетичних методів (сумарна та різницово-інтергальна криві, суміщені хронологічні графіки) одночасно, результати цих методів надають протилежні результати. При цьому, при застосування двох-трьох статистичних методів, які є ідентичними за своїми характеристиками, іноді, було отримано протилежні результати. В той же час, за гідролого-генетичними методами ряди спостережень виявилися однорідними і стаціонарними. Виявлена ж неоднорідність і нестаціонарність за статистичними методами є результатом наявності в рядах спостережень довгоперіодичних циклічних коливань, тобто виникає виключно внаслідок порівняння різних фаз водності, а не однонаправленої зміни умов формування водного стоку. Отже, головною причиною, непридатності застосування як непараметричних, так і параметричних статистичних методів дослідження однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів є наявність циклічних довгоперіодичних коливань. Зрозуміло, що деякі дослідники намагаючись позбутися цієї особливості гідрологічних рядів пропонують виконувати ряд перетворень (вилучення трендів, перестановки блоків, «розшнурування вибірки») [6]. Однак, по-перше, це набагато ускладнює дослідження, а по-друге, виникають сумніви щодо достовірності отриманих оцінок після всіх цих перетворень. По-третє, такі підходи все одно не в змозі надати відповідь на причину виникнення порушень однорідності і стаціонарності часового ряду і вимагають від дослідника аналізу ряду спостережень іншими методами з залученням додаткової інформації. Отже, стає зрозумілим, що застосування громіздкого, зовсім непідходящого статистичного апарату для оцінки однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів є абсолютно невиправданим.

Таким чином, враховуючи все вищенаведене, для отримання достовірних та обґрунтованих оцінок часових рядів була розроблена методика на основі діалектичного методу пізнання, а саме застосування гідролого-генетичних методів. Методику розроблено за принципом «від простого до складного». Виконаний аналіз гідролого-генетичних методів дозволив визначити обов'язковий і, в той же час, мінімальний набір методів, але який, по-перше, повністю забезпечує отримання достовірної оцінки, а по-друге, значно спрощує та прискорює дослідження. У складних випадках, а також для підтвердження та обґрунтування результатів запропоновано використовувати інші методи. Деякі з них потребують залучення додаткової інформації. Зауважимо, що остання не завжди є доступною для дослідника (відсутність електронної бази даних гідрометеорологічних характеристик в Україні, наявність доступу до архівної інформації тощо). З переходом до застосування генетичного аналізу в дослідженнях потребують уточнення такі поняття як однорідність і стаціонарність гідрологічної характеристики.

Під *однорідністю* часового ряду будемо розуміти – відсутність однонаправлених змін гідрологічної характеристики, яка відноситься до однієї генетичної вибірки (водопілля, дощові паводки і т.п.) з часом на фоні її тимчасової зміни (мінливості) внаслідок циклічних довгоперіодичних коливань. *Стаціонарність* часового ряду це сталість середнього значення гідрологічної характеристики з часом за наявності хоча б одного повного замкнутого циклу (маловодна та багатоводна фази) довгоперіодичних коливань. Зрозуміло, що ці два визначення є тотожними поняттями, особливо у випадку, коли ряд має репрезентативний період для визначення сталого середнього значення, тобто норми. За відсутності репрезентативного періоду ряд може бути квазістаціонарним при умові, що він є однорідним. Обґрунтованість визначення сталого середнього значення гідрологічної характеристики наведено у [25].

Оцінку однорідності і стаціонарності рядів спостережень необхідно виконувати за гідролого-генетичними методами наступним чином:

1. Обов'язковими до застосування є наступні положення:

- у часових рядах необхідно відновлювати пропуски в спостереженнях та приводити їх до багаторічного періоду, що дозволяє простежити динаміку гідрологічної характеристики за більш тривалий часовий інтервал;

- за сумарною кривою дослідити однорідність гідрологічної характеристики з часом;

- за різницево-інтегральною кривою визначити репрезентативний період.

2. Для уточнення отриманих результатів (при необхідності) можна залучити до дослідження наступне:

- оцінку достовірності екстремальних (максимальних або мінімальних) значень необхідно перевіряти за даними суміжних постів спостережень, аналізом метеорологічних чинників їхнього формування;

- дослідити за п. 1 гідрологічну характеристику на суміжних гідрологічних постах та побудувати і проаналізувати суміщені графіки (хронологічні, різницево-інтегральні криві і т.п.);

- проаналізувати графіки зв'язку гідрологічної характеристики для пунктів-аналогів;

- дослідити за п. 1 динаміку кліматичних чинників (опадів, температури повітря і т.п.);

- проаналізувати за п. 1 елементи водного балансу;

- застосувати інші гідролого-генетичні методи.

Основні положення розробленої методики було апробовано при дослідженні багаторічної динаміки середньорічного стоку річок України за даними 87 гідрологічних постів, які відображують умови формування водного стоку на усій території України [26], а також у наших роботах [11-17]. Необхідно зазначити, що розроблена методика дозволяє виявляти основні прояви неоднорідності і нестационарності часових рядів, а саме тренди (зміни в кліматичних умовах, землекористуванні і т.п.), стрибки (введення в експлуатацію гідротехнічних споруд, каналів), а також наявність «викидів», тобто екстремальних значень (небезпечні природні гідрологічні явища, механічні помилки при обробці матеріалів спостережень, аварійні скиди або руйнація гідротехнічних споруд).

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Аналіз методичних здобутків щодо оцінки змін в рядах гідрологічних спостережень виявив, що через особливості гідрологічних рядів (є залежними, мають закони розподілу, які відрізняються від нормального та мають

довгоперіодичні циклічні коливання), непараметричні і параметричні статистичні критерії є непридатними для отримання достовірних результатів.

2. Виявилось, що загальноновживані у вітчизняних дослідженнях узагальнені статистичні критерії Фішера та Стюдента так само, як і класичні, не можуть бути рекомендовані для оцінки однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів спостережень.

3. Розроблена методика оцінки однорідності і стаціонарності рядів спостережень за гідролого-генетичними методами дозволяє отримувати більш достовірні результати. Зрозуміло, що такі підходи необхідно використати при розробці нового національного нормативного документу щодо розрахункових гідрологічних характеристик.

4. Надалі необхідно розробити методичні вказівки, в яких на прикладах буде показана реалізація положень методики гідролого-генетичного аналізу однорідності і стаціонарності рядів спостережень.

5. Застосування вищенаведеної методики щодо аналізу можливих змін водного стоку річок України дозволить отримати більш достовірні і виважені оцінки.

Список літератури

1. Статистические методы в гидрологии // Под ред. Г. А. Алексеева. – Л. : Гидрометеиздат, 1970. – 270 с.
2. Вишневський В. І. Зміни клімату та річкового стоку на території України та Білорусі / В. І. Вишневський // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2001. – Вип. 249. – С. 89-105.
3. Гребінь В. В. Сучасні зміни стоку річок Прип'ятського Полісся / В. В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2004. – Т. 6. – С. 74-84.
4. Василенко Є. В. Характеристики весняного водопілля правобережних приток р. Прип'ять в сучасних кліматичних умовах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геогр. наук : спец. 11.00.07 «Гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія» / Є. В. Василенко. – К., 2012. – 20 с.
5. The variability of long-term runoff series in the Baltic Sea drainage basin / Gailiušis B., Kriaučiūnienė J., Jakimavičius D., Šarauskiene D. // Baltica. – June 2011. – V. 24, №1. – P. 45-54.
6. Руководство по гидрологической практике. – Т. II. Управление водными ресурсами и практика применения гидрологических методов. – Женева: ВМО. – № 168 – 2012.
7. Рождественский А. В. Оценка точности гидрологических расчётов / Рождественский А. В., Ежов А. В., Сахарюк А. В. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – С. 276.
8. Определение расчетных гидрологических характеристик СНИП 2.01.14-83. – М.: Госком СССР по делам строительства, 1983. – 97 с.
9. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчетных значений по неоднородным данным // ГУ «ГГИ», 2010. – С. 39-40.
10. Свод правил по проектированию и строительству. Определение расчетных гидрологических характеристик. СП 33-101-2003. – Л. : Госстрой России, 2004. – С 5.
11. Горбачова Л. О. Часова однорідність характеристик водного стоку в басейні річки Боржава / Л. О. Горбачова, В. В. Бібік // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2012. – Вип. 262.
12. Горбачова Л. О. Динаміка середньорічного стоку води гірських річок (на прикладі Закарпатської воднобалансової станції) / Л. О. Горбачова, Т. О. Баужа // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2011. – Вип. 260. – С. 175-185.
13. Gorbachova L. O. The reasons of the instationarity of the seasonal runoff of rivers and streams in the Rika river basin / L. O. Gorbachova, T. O. Bauzha // Conference proceeding «Water resource and wetlands» : 14-16 September 2012, Tulcea, Romania, 2012. – P. 209-214.
14. Gorbachova L. O. Long-term dynamics of the main hydrometeorological characteristics of spring flood in the Desna River's basin / L. Gorbachova & O. Kolianchuk // Conference proceeding «Water resource and wetlands» : 14-16 September 2012, Tulcea, Romania. – P. 174-179.
15. Горбачова Л. О. Часові закономірності дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні р. Десна / Л. О. Горбачова, О. В. Кошкіна // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 2 (29). – С. 30-37.
16. Gorbachova L. The dynamics and probabilistic characteristics of the ice phenomena of the Danube River and its Kiliysky channel /

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2014. – Т.1(32)

L. Gorbachova & B. Khrystyuk // Conference proceeding «Water resource and wetlands»: 14-16 September 2012, Tulcea, Romania // In. Casretescu P, Lewis W., Bretcan P. (eds). – 2012. – P. 319-324. **17.** Gorbachova L. Complex analysis of stationarity and homogeneity of flash flood maximum discharges in the Rika River basin / L. Gorbachova, T. Bauzha // Energetika. – Т. 59, №. 3. – 2013. – P. 167–174. **18.** Самойленко В. М. Ймовірнісні математичні методи в геоєкології / В. М. Самойленко. – К.: Ніка-Центр, 2002. – 404 с. **19.** Дружинин В. С. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации / В. С. Дружинин, А. В. Сикан. – СПб: изд. РГГМУ, 2001. – 168 с. **20.** Виноградов Ю. Б. Современные проблемы гидрологии / Ю. Б. Виноградов, Т. А. Виноградова. – М. : Академия, 2008. – 319 с. **21.** Robson A. J. A study of national trend and variation in United Kingdom floods / Robson A.J., Jones T.A., Reed D.W. // International Journal of Climatology. – 1998. – 18 :165-182. **22.** Горбачова Л. О. Сучасні параметри кривих забезпеченостей максимальних витрат води весняної повені рівнинних річок України / Л. О. Горбачова // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія : Матеріали V Всеукр. наук. конф. – Чернівці:Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С.49-52. **23.** Поляк И. И. Оценивание линейных трендов временных метеорологических рядов / И. И. Поляк // Труды ГГО. – 1975. – Вып. 364. – С. 51-55. **24.** Дмитриева В. А. Географические основы гидрологических исследований / В. А. Дмитриева // Вестник ВГУ. Серия География. Геоэкология. – 2000. – № 4. – С. 40-43. **25.** Андреев В. Г. Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах / В. Г. Андреев // Труды ГГИ. – 1959. – Вып. 68. – С. 3-49. **26.** Горбачёва Л. А. Оценка однородности и стационарности рядов среднегодового стока воды рек Украины / Л.А. Горбачёва, Б.Ф. Христюк // Тез. Докл. 7-го Всерос. гидрологического съезда (19-21 нояб. 2013 г. Санкт-Петербург). – СПб., 2013.

Методичні підходи щодо оцінки стаціонарності і однорідності гідрологічних рядів спостережень

Горбачова Л. О.

Виконано аналіз методичних підходів щодо оцінки однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів спостережень, які знайшли найбільше застосування в світі. Виявилось, що найбільш розповсюдженими є непараметричні та параметричні статистичні критерії. Показано, що через особливості гідрологічних рядів (є залежними, мають закони розподілу, які відрізняються від нормального та довгоперіодичні циклічні коливання) статистичні критерії є непридатними для отримання достовірних результатів. Розроблено методикку оцінки однорідності і стаціонарності рядів спостережень за гідролого-генетичними методами, яка дозволяє отримувати більш достовірні результати. Запропоновано такі підходи використати при розробці нового національного нормативного документу щодо розрахункових гідрологічних характеристик.

Ключові слова: методика; стаціонарність; однорідність; гідрологічні ряди; статистичні критерії; гідролого-генетичні методи.

Методические подходы оценки однородности и стационарности гидрологических рядов наблюдений

Горбачёва Л. А.

Выполнен анализ методических подходов оценки однородности и стационарности гидрологических рядов наблюдений, которые наиболее часто используются в мире. Оказалось, что наибольшее распространение имеют непараметрические и параметрические статистические критерии. Показано, что через особенности гидрологических рядов (являются зависимыми, имеют законы распределения, которые отличаются от нормального и долговременные циклические колебания) статистические критерии являются непригодными для получения достоверных результатов. Разработана методика оценки однородности и стационарности рядов наблюдений по гидролого-генетическим методам, которая позволяет получать более достоверные результаты. Предложено такие подходы использовать при разработке нового национального нормативного документа по расчётным гидрологическим характеристикам.

Ключевые слова: методика; стационарность; однородность; гидрологические ряды; статистические критерии; гидролого-генетические методы.

Methodical approaches the assessment of the homogeneity and stationarity of hydrological observation series

Gorbachova L. O.

The analysis of methodological approaches to assessment of homogeneity and stationarity of hydrological observations series that are the most usually used in the world. It turned out that the most accepted are nonparametric and parametric statistical tests. It is shown that through feature hydrological series (are non-independent, have distribution laws, which differ from normal law and have long-term cyclical fluctuations) statistical criteria are not suitable for obtaining reliable results. The methodology of assessment of homogeneity and stationarity series of observations for hydro-genetic research methods was developed, which allows obtaining the more reliable results. Such approaches need to use to develop new national rules of the calculation hydrological characteristics.

Keywords: methodology; homogeneity; stationarity; hydrological observation series; statistical criteria; hydro-genetic methods.

Надійшла до редколегії 14.01.2014