

Порівняльна характеристика катастрофічних паводків XX – початку XXI століття у Передкарпатті

Тимуляк Л. М.

Проаналізовані характеристики катастрофічних паводків і виявлені основні фактори, які впливають на їхнє формування у Передкарпатті (у межах Івано-Франківської області).

Ключові слова: опади; катастрофічний паводок; максимальні рівні та витрати води.

Сравнительная характеристика катастрофических паводков XX – начала XXI века в Предкарпатье

Тымуляк Л. Н.

Проанализированы характеристики катастрофических паводков и определены основные факторы, которые влияют на их формирование в Предкарпатье (в пределах Ивано-Франковской области).

Ключевые слова: осадки; катастрофический паводок; максимальные уровни и затраты воды.

Comparative characteristics of the disastrous floods of the 20th and the beginning of the 21st century in the Pre-Carpathians

Tymulyak L. M.

The characteristics of the catastrophic floods have been analyzed and the main factors influencing their formation within the Pre-Carpathians of Ivano-Frankivsk region have been determined.

Ключові слова: precipitation; catastrophic floods; maximum levels of water and water expenses.

Надійшла до редколегії 06.07.2012

УДК 556.166

Баужа Т.О.

Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут, м. Київ

ПАВОДКОВИЙ СТІК В ХОЛОДНИЙ ПЕРІОД РОКУ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ Р. РІКА ТА ЙОГО РОЗРАХУНКОВІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Ключові слова: зміни клімату; малі гірські водозбори; стаціонарність; дощовий паводок

Постановка проблеми. Проблемі вивчення максимального стоку присвячена велика кількість досліджень як у нашій країні, так і за її межами, адже ця фаза водного режиму річок займає особливе місце у практичному використанні її розрахункових характеристик при експлуатації гідротехнічних споруд за умов регулювання стоку, здійснення заходів по захисту населених пунктів, промислових і сільськогосподарських об'єктів. Особливим чином це стосується річок Закарпаття, де часто спостерігаються катастрофічні паводки, які призводять до загибелі людей, затоплення

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

родючих земель та значних матеріальних втрат. Тому аналіз паводкового стоку в сучасних умовах має важливе наукове та практичне значення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні значний внесок у розв'язання проблеми розрахунку характеристик максимального стоку зробили такі вчені як А. В. Огієвський, Й. А. Желєзняк, В. І. Мокляк, П. Ф. Вишневський, А. М. Бефані, Є. Д. Гопченко та ін. На сьогодні виконано чимало досліджень, які стосуються впливу сучасних змін клімату на характеристики річкового стоку. Однак, оцінка максимального стоку малих річок та струмків залишається майже не вивченим питанням.

Саме тому, **метою** даної статті є аналіз паводкового стоку в холодний період року та розрахунок його статистичних характеристик на території басейну р. Ріка, що, в свою чергу, дозволить виявити можливі зміни в максимальному стоці та проаналізувати причини таких змін.

Завдання дослідження:

- оцінити однорідність рядів паводкового стоку води за сумарною інтегральною кривою та статистичними критеріями Фішера та Стьюдента;
- виконати оцінку стаціонарності багаторічних коливань максимального стоку води;
- проаналізувати різниці інтегральні криві рядів спостережень для виявлення закономірностей коливання паводкового стоку;
- визначити розрахункові гідрологічні характеристики максимального стоку річок та струмків за холодний період року.

Виклад основного матеріалу. Дощові паводки дають уявлення про загальні риси режиму стоку гірського регіону. Відомо, що весняна повінь для річок басейну р. Тиси не характерна внаслідок того, що часті зимові відлиги супроводжуються випадінням рідких опадів, які становлять 50-60% об'єму змішаного паводкового стоку. Тому максимальний стік в межах даного регіону розраховують для двох характерних періодів: теплого (дощові паводки) та холодного (сніго-дощові паводки). Для статистичної обробки та узагальнення по території характеристик максимального стоку паводків холодного періоду використано дані 16 гідрологічних постів, які розташовані на гірських водотоках: 4 малих ($F_{бас.} = 10-100 \text{ км}^2$) та 2 середніх ($F_{бас.} = 100-1000 \text{ км}^2$) річках (згідно класифікації Водної рамкової директиви 2000/60/ЄС) [1] та 5 струмках в межах водозборів Закарпатської воднобалансової станції (ЗВБС) з періодом спостереження від 47 до 50 років. Більш детальніша їхня характеристика, а також схема розташування цих пунктів гідрологічних спостережень в межах ЗВБС наведена в роботі [4]. Дані спостережень (строкові витрати) за холодний період року формувалися на основі комплексних графіків (температура повітря, Ат опади, витрати води) за календарний період року.

Для отримання достовірних та надійних результатів, визначення розрахункових гідрологічних характеристик виконується за однорідними даними [6, 7]. За допомогою програми HydroStatCal були відновлені дані за окремі роки та виконана оцінка однорідності рядів спостережень за різними методами. Як зазначено у методичних рекомендаціях [5], а також у наших

попередніх роботах [2, 3, 4] при дослідженні середньорічного стоку води, наочне уявлення про однорідність даних спостережень надають сумарні інтегральні криві. Вигляд цих кривих дозволяє виявити вплив антропогенних чинників або прояви кліматичних змін на формування річкового стоку води. На графіках сумарних інтегральних кривих максимального стоку води паводків холодного періоду року в басейні р. Ріка, які були побудовані для всіх досліджуваних річок та струмків, будь-яких суттєвих точок перелому напрямків кривих не виявлено, тобто ряди спостережень є однорідними. Приклад таких кривих для деяких річок та струмків ЗВБС наведено на рис. 1.

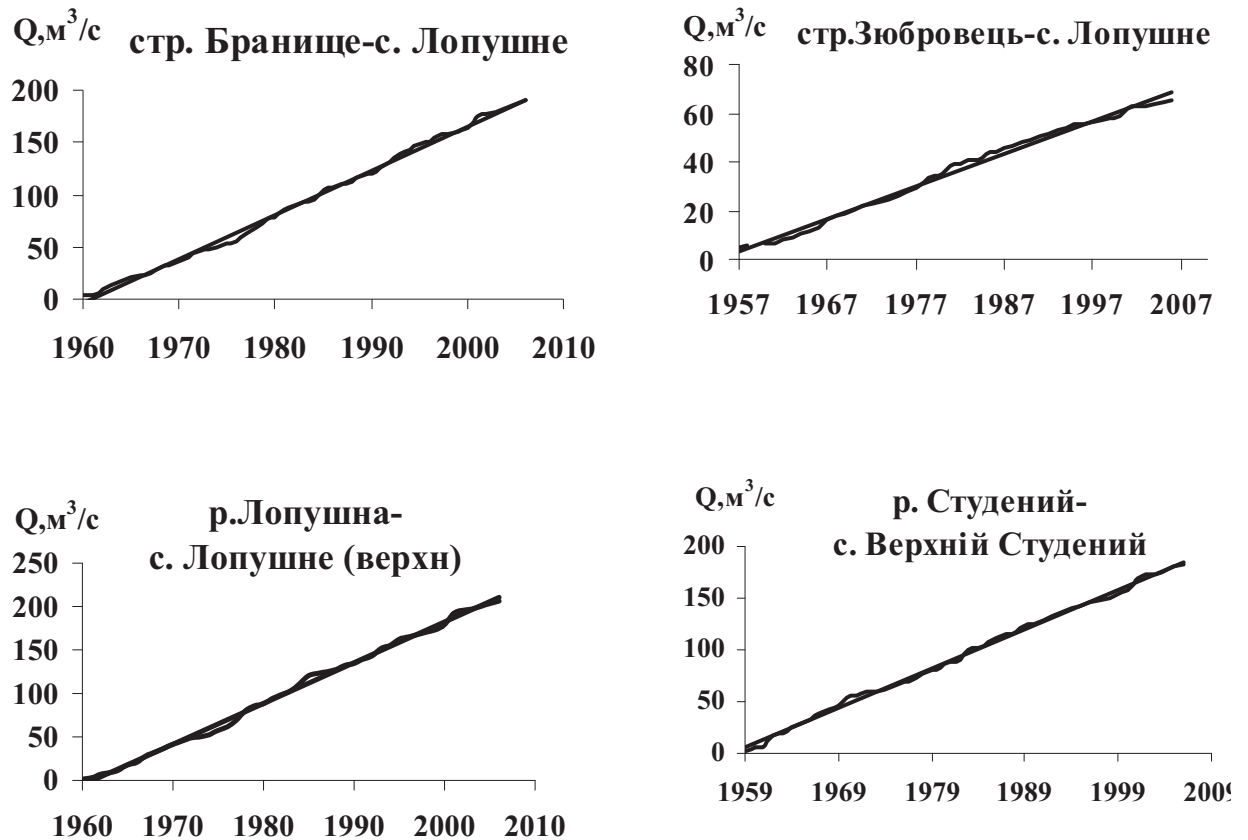


Рис 1. Сумарні інтегральні криві паводкового стоку холодного періоду року на річках та струмках Закарпатської воднобалансової станції

У той же час, згідно діючого нормативного документу [6], виконана оцінка однорідності рядів спостережень за параметричними статистичними узагальненими критеріями Фішера та Стьюдента з урахуванням внутрішньорядних та міжрядних кореляційних зв'язків (табл. 1), показала, що на 3 пунктах спостережень стік виявився неоднорідним (табл. 2). Так, на посту р. Голятинка – с. Голятин стік є неоднорідним тільки за критерієм Стьюдента. На посту р. Ріка – смт. Міжгір'я стік є неоднорідним за обома зазначеними критеріями. Для 8 пунктів спостережень виконати оцінку однорідності за узагальненими критеріями Фішера та Стьюдента виявилось неможливим, оскільки ряди спостережень мають одночасно автокореляційні

та внутрішньокореляційні зв'язки (табл. 1), а для таких випадків узагальнені критерії Фішера та Стьюдента не розроблені [7].

Таблиця 1. Внутрішньорядні та міжрядні кореляційні зв'язки максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС

| № п/п | Річка - пост | Коефіцієнти | |
|-------|-------------------------------------|-------------------------|------------------|
| | | автокореляції (r(1)) | кореляції (R) |
| 1 | р. Пилипець – с. Пилипець | 0,2 | 0,5 |
| 2 | р. Лопушна – с. Лопушне (верхн.) | 0,2 | 0,4 |
| 3 | стр. С. Звір – с. Лопушне | 0,2 | 0,1 |
| 4 | р. Голятинка – с. Майдан | 0,2 | 0,1 |
| 5 | р. Ріка – с. Верхній Бистрий | 0,1 | 0,2 |
| 6 | стр. Зюбровець – с. Лопушне | 0,1 | 0,1 |
| 7 | р. Студений – с. Н. Студений | 0,1 | 0,1 |
| 8 | стр. Плошанка – с. Пилипець (нижн.) | 0,1 | 0,1 |
| 9 | р. Ріка – смт. Міжгір'я | 0,2 | 0,0 |
| 10 | р. Рипинка – с. Рипинне | 0,1 | 0,0 |
| 11 | р. Голятинка – с. Голятин | 0,0 | 0,2 |
| 12 | р. Студений – с. В. Студений | 0,0 | 0,1 |
| 13 | стр. Пилипецький – с. Пилипець | 0,0 | 0,1 |
| 14 | стр. Бранище – с. Лопушне | 0,0 | 0,0 |
| 15 | р. Пилипець – с. Подобовець | 0,0 | 0,0 |
| 16 | р. Лопушна – с. Лопушне (нижн.) | 0,0 | 0,0 |

Таблиця 2. Неоднорідні дані максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС за критеріями Стьюдента (t) та Фішера (F)

| № п/п | Річка-пост | t (F) | t _{кр} (F _{кр}) |
|-------------------------------|---------------------------|-------|------------------------------------|
| За критерієм Стьюдента | | | |
| 1 | р. Голятинка – с. Голятин | 2,19 | 1,80 |
| 2 | р. Ріка – смт. Міжгір'я | 2,51 | 1,80 |
| За критерієм Фішера | | | |
| 3 | р. Ріка – смт. Міжгір'я | 2,43 | 2,22 |

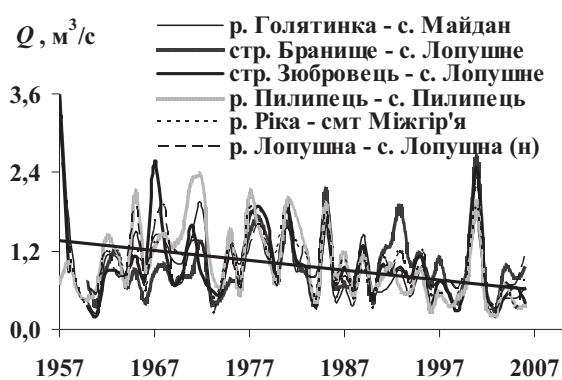
Оцінка стаціонарності багаторічних коливань максимального стоку води за холодний період року в басейні р. Ріка виконувалась шляхом оцінки статистичної значимості лінійних трендів згідно методичних рекомендацій [5] для 5 % рівня значимості. Статистично значимі тренди виявлені на 8 пунктах спостережень (табл. 3), що вказує на статистичну неоднорідність цих рядів спостережень в часі, тобто на нестаціонарність (зміна їхнього середнього значення в часі).

На всіх 16 пунктах спостерігаються синхронні коливання максимальних витрат води, що свідчить про однорідність умов їхнього формування. Приклад таких коливань для деяких річок та струмків наведено на рис. 3 а. Для пункту спостережень р. Лопушна – с. Лопушне (в), спостереження на якому розпочались з 1960 р., спостерігається протилежна (зростаюча) тенденція стоку у порівнянні зі всіма іншими пунктами, які мають тенденцію до зниження стоку (рис. 3 б). Такі розбіжності пояснюються тим, що у 1957 році на річках та струмках даного району спостерігалися найвищі паводки

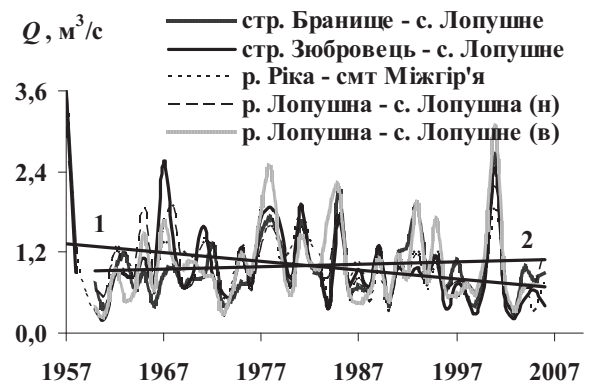
холодного періоду року за весь період спостережень. Відсутність максимального значення в ряду спостережень на пункті р. Лопушна – с. Лопушне (в) й обумовило зміну напрямку в тенденції стоку.

Таблиця 3. Значимі лінійні тренди максимальних витрат води за холодний період річок та струмків ЗВБС, 1957-2006 рр.

| Водотік-пункт | Рівняння тренду | R ² | R | σ _R | 2σ _R | 3σ _R |
|---------------------------------|-------------------|----------------|------|----------------|-----------------|-----------------|
| р. Голятинка - с. Майдан | $y=-0,015x+31,27$ | 0,14 | 0,38 | 0,13 | 0,25 | 0,38 |
| р. Ріка - смт. Міжгір'я | $y=-0,013x+26,52$ | 0,11 | 0,34 | 0,13 | 0,25 | 0,38 |
| р. Пилипець - с. Пилипець | $y=-0,014x+28,31$ | 0,12 | 0,35 | 0,13 | 0,25 | 0,38 |
| р. Студений - с. Н. Студений | $y=-0,014x+29,37$ | 0,18 | 0,42 | 0,12 | 0,24 | 0,36 |
| р. Ріка - с. Верхній Бистрий | $y=-0,009x+18,70$ | 0,08 | 0,27 | 0,13 | 0,27 | 0,40 |
| стр. Плошанка - с. Пилипець (н) | $y=-0,016x+32,73$ | 0,13 | 0,37 | 0,12 | 0,25 | 0,37 |
| р. Пилипець - с. Подобовець | $y=-0,015x+30,13$ | 0,11 | 0,33 | 0,13 | 0,26 | 0,39 |
| стр. Зюбровець - с. Лопушне | $y=-0,013x+26,60$ | 0,08 | 0,28 | 0,13 | 0,27 | 0,40 |



а)



б)

Рис. 3. Багаторічна динаміка та лінійні тренди максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС

Зрозуміло, що для отримання надійних та достовірних результатів оцінку стаціонарності рядів спостережень необхідно виконувати за рядами, які мають досить тривалий період спостережень. Крім того, обов'язково необхідно враховувати циклічні коливання стоку. Так, статистично значимі тренди притаманні рядам, які мають чітко виражений неповний цикл (рис. 4), коли відбувається порівняння багатоводної та маловодної фаз, що й обумовлює неоднорідність таких рядів.

Паводковий стік холодного періоду року річок досліджуваного регіону характеризується двома яскраво вираженими фазами водності: багатоводна фаза – з початку 60-х рр. до середини 80-х рр., з дещо помітним зниженням стоку в 1974-1977 рр., а з середини 80-х рр. і досі триває період низької водності.

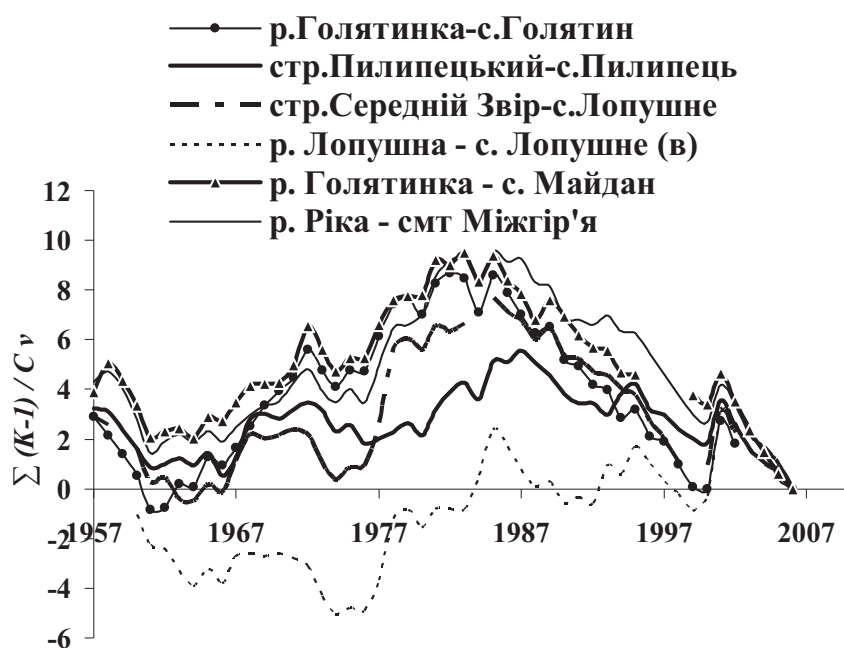


Рис. 4. Різницеві інтегральні криві максимального стоку води за холодний період року річок та струмків ЗВБС

Для згладжування та екстраполяції емпіричних кривих розподілу максимальних витрат води за холодний період року річок ЗВБС, використано трипараметричний розподіл, а розрахунок статистичних параметрів здійснювався методом найбільшої правдоподібності за допомогою програми HydroStatCal. Коефіцієнти варіації змінюються від 0,47 (р. Ріка – с. Верхній Бистрий) до 0,67 (стр. Зюбровець – с. Лопушне), а коефіцієнти асиметрії від 1,1 (р. Рипинка – с. Рипинне) до 2,75 (р. Студений – с. В. Студений) (табл. 4).

Таблиця 4. Розрахункові характеристики максимальних витрат води за холодний період річок та струмків в басейні р. Ріка, 1957-2006 рр.

| № п/п | Водотік-пункт | $Q_{сер.}$ | C_v | C_s/C_v | $P, 1\%$ |
|-------|------------------------------------|------------|-------|-----------|----------|
| 1 | р. Голятинка - с. Голятин | 26,3 | 0,51 | 2,55 | 70,1 |
| 2 | р. Голятинка - с. Майдан | 39,0 | 0,59 | 2,45 | 115 |
| 3 | р. Студений - с. Н.Студений | 9,50 | 0,50 | 3,65 | 26,0 |
| 4 | р. Рипинка - с. Рипинне | 102 | 0,53 | 2,09 | 269 |
| 5 | р. Ріка - смт. Міжгір'я | 216 | 0,55 | 2,55 | 609 |
| 6 | р. Ріка - с. Верхній Бистрий | 49,7 | 0,47 | 2,93 | 127 |
| 7 | р. Пилипець - с. Пилипець | 26,1 | 0,59 | 2,35 | 76,9 |
| 8 | р. Студений - с. В.Студений | 3,82 | 0,63 | 4,39 | 12,6 |
| 9 | стр. Плошанка – с. Пилипець(нижн.) | 13,3 | 0,65 | 3,58 | 44,8 |
| 10 | стр. Пилипецький - с. Пилипець | 3,62 | 0,60 | 2,85 | 11,0 |
| 11 | р. Пилипець - с. Подобовець | 8,24 | 0,65 | 2,31 | 26,3 |
| 12 | стр. Бранище - с. Лопушне | 4,31 | 0,61 | 4,42 | 13,9 |
| 13 | стр. С. Звір - с. Лопушне | 0,74 | 0,63 | 2,93 | 2,35 |
| 14 | р. Лопушна - с. Лопушне (верхн.) | 4,39 | 0,60 | 2,83 | 13,4 |
| 15 | стр. Зюбровець - с. Лопушне | 1,33 | 0,67 | 3,34 | 4,54 |
| 16 | р. Лопушна - с. Лопушне (нижн.) | 12,0 | 0,54 | 3,49 | 34,4 |

Враховуючи те, що ряди спостережень не мають повного замкнутого циклу, тобто вони є не репрезентативними для визначення середнього значення, розраховані ймовірнісні характеристики максимальних витрат води будуть уточнюватися з подовженням рядів спостережень.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

1. Вигляд всіх сумарних інтегральних кривих рядів максимального стоку річок та струмків ЗВБС дозволяє стверджувати про те, що дані є однорідними, адже вони не мають будь-яких суттєвих точок перелому в своїх напрямках.

2. Виявлені на річках статистично значимі тренди носять періодичний характер, так як вони пов'язані як з тривалістю спостережень, так і з довжиною окремих повних гідрологічних циклів та їхніх фаз водності.

3. При оцінці однорідності та стаціонарності стоку перевагу необхідно надавати гідролого-генетичним методам [4], так як вони, на відміну від статистичних методів, враховують умови формування гідрологічних характеристик стоку.

4. З середини 80-х рр. ХХ століття спостерігається помітне зниження максимального стоку в холодний період року в басейні р. Ріка.

5. Розраховані ймовірнісні характеристики максимальних витрат води будуть уточнюватися з подовженням рядів спостережень й стануть достовірними з набуттям рядами спостережень репрезентативності – наявності повного замкнутого циклу.

6. Надалі доцільно дослідити максимальний стік за теплий період року.

Список літератури

1. Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС. Основні терміни та їх визначення. – К., 2006. – С. 117. 2. Горбачова Л. О. Сучасні параметри кривих забезпеченостей максимальних витрат води весняної повені рівнинних річок України / Л. О. Горбачова // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: матеріали V Всеукраїнської наук. конф. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2011. – С. 49–52. 3. Горбачова Л. О., Баужа Т. О. Багаторічні коливання середньорічних витрат води на річках та струмках Закарпатської воднобалансової станції / Л. О. Горбачова, Т. О. Баужа // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія: матеріали V Всеукраїнської наук. конф. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, – 2011. – С. 52-54. 4. Горбачова Л. О., Баужа Т. О. Динаміка середньорічного стоку води гірських річок (на прикладі водотоків Закарпатської воднобалансової станції) / Л. О. Горбачова, Т. О. Баужа // Праці УкрНДГМІ, - 2011. – Вип.260. – С. 175-186. 5. Методические рекомендации по оценке однородности гидрологических характеристик и определению их расчётных значений по неоднородным данным. – М.: ГУ «ГГИ», 2010. – С. 39-40. 6. Определение расчётных гидрологических характеристик СНиП 2.01.14-83. – М. : Госкомитет СССР по делам строительства, 1983. – 97 с. 7. Рождественский А. В. Оценка точности гидрологических расчётов / Рождественский А. В., Ежов А. В, Сахарук А. В. – Л. : Гидрометеиздат, 1990. – С. 276.

Паводковий стік в холодний період року на території басейну р. Ріка та його розрахункові характеристики

Баужа Т. О.

Дана оцінка результатам багаторічних спостережень за максимальним стоком холодного періоду в басейні р. Ріка. Виконано оцінку однорідності та стаціонарності рядів спостережень паводкового стоку за сумарною інтегральною кривою, за

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 оцeнка 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 Stjudent 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)