

ФІЗИЧНА ГЕОГРАФІЯ

УДК 556.35 + 556.121

DOI: <https://doi.org/10.25128/2519-4577.21.2.3>

Юрій ЮЩЕНКО, Ольга ПАЛАНИЧКО, Микола ПАСІЧНИК, Олександр ЗАКРЕВСЬКИЙ

ВПЛИВ АТМОСФЕРНИХ ОПАДІВ НА СТІК РІЧКИ ПУТИЛА

Проаналізовано багаторічні зміни та внутрірічний розподіл атмосферних опадів, зокрема дощових, за даними спостережень метеостанції Селятин. Також проаналізовано багаторічні зміни та внутрірічний розподіл стоку води р. Путила. Встановлено зв'язок між опадами та стоком. Графік залежності стоку р. Путила від атмосферних опадів у с. Селятин показав досить чітку залежність між змінними величинами стоку та атмосферних опадів.

Ключові слова: зміни клімату, атмосферні опади, стік води, річки, багаторічні зміни стоку, внутрірічний розподіл опадів та стоку, річка Путила.

Постановка науково-практичної проблеми, актуальність та новизна дослідження. У природних умовах річки Українських Карпат характеризуються вкрай нерівномірним розподілом стоку у багаторічному, річному й сезонному розрізах. У природних умовах річковий стік формується під впливом багатьох пов'язаних між собою факторів. Головним з факторів є кліматичні умови, а саме атмосферні опади, що безпосередньо впливають на формування стоку. Про те, що зміна клімату суттєво впливає на кількісні та якісні характеристики річкового стоку, вказується у багатьох наукових публікаціях. Це, в свою чергу, потребує адаптаційних заходів для всіх галузей економіки, населення та екосистем. Саме тому дослідження змін водного режиму річок та вивчення впливу атмосферних опадів на формування стоку є актуальними питаннями для дослідження.

Відомо, що в ХХ сторіччі глобальні зміни клімату привели до збільшення приземних температур повітря приблизно на $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$. Це спричинило порушення у водному балансі окремих регіонів нашої планети. Так, в північній півкулі на 5-10% збільшились опади, відповідно кількість злив та катастрофічних паводків на річках досить зростає. В Україні також спостерігаються зміни кліматичних та гідрологічних характеристик протягом останнього сторіччя. [2]

Мета та основні завдання. Зважаючи на актуальність даної тематики, мета досліджень полягала у виявленні та аналізі особливостей впливу атмосферних опадів на стік річки Путила. Об'єктом дослідження обрано басейн р. Путила (створ р. Путила – смт. Путила). Предметом дослідження є залежність стоку від атмосферних опадів та багаторічні зміни цих характеристик.

Поставлена мета визначила наступні завдання роботи: описати основні природні умови та чинники формування стоку Путильського

району; провести огляд існуючих досліджень річкового стоку; дослідити режим випадання атмосферних опадів в межах Путильського району за обраний період спостережень; виявити періоди коливань атмосферних опадів відносно середнього багаторічного значення на території Путильського району; визначити вплив атмосферних опадів на формування стоку річки Путила в межах Путильського району.

Аналіз останніх публікацій за темою дослідження. На сьогодні дослідженню проблеми зміни річкового стоку під впливом кліматичних чинників присвячено дуже велика кількість наукових досліджень в усьому світі. Зокрема, лише на пострадянському просторі даним питанням займалися такі вчені як Р. Кліге, І. Шикломанов, В. Лобанов, В. Георгіївський. На території України питанням впливу кліматичних змін на сезонний розподіл стоку займалися Н. Лобода, Е. Гопченко, В. Гребінь, О.Галущенко, І. Купріков, В. Вишневський, Б.Кіндюк, Л.Горбачова, Ю. Чорноморець та інші. Беручи до уваги цілком реальну ймовірність змін водного стоку річок України під впливом довгострокових кліматичних змін, можливі негативні наслідки для господарства України, тож схожі дослідження обов'язково потрібно продовжувати та поглиблювати.

Викладення основного матеріалу. Відомо, що річковий стік формується під впливом великої кількості змінних (метеорологічних) та відносно сталих (геологія, орографія, ґрунти, рослинність та ін.) факторів. Умови формування стоку залежать і від господарської діяльності людей на території водозбору, тобто від розораності ґрунту, залісненості території, наявності меліоративних та водогосподарських систем тощо. Із метеорологічних факторів головними є опади. Найбільше значення має площа поширення та загальний хід дощів, їх тривалість, сумарний шар опадів, їх середня та максимальна інтенсивність, повторюваність

значних дощів. Фактори підстильної поверхні визначають інфільтрацію (втрати опадів, що випали) та швидкість добігання води по схилах і русловій мережі (час формування паводків).

Середній річний стік характеризується досить складними закономірностями зміни як в часі, так і в просторі. Виділяють періодичні, циклічні та однонаправлені зміни, які відбуваються під дією складної системи факторів (як і клімат, що в першу чергу їх визначає). Таким чином, дослідження середнього стоку р. Путила має різні аспекти.

Гідрологічний режим р. Путила досліджується на гідрологічному посту в смт. Путила, що розташований в центрі селища, в 90 м вище впадіння лівобережного потоку Сторонець. На посту прийнята Балтійська система висот, передана нівелюванням IV класу ГМС в 1960 р. Відмітка нуля поста 613.06 м (БС). Заплава шириною до 150 м починає затоплюватись вже при висоті рівня води близько 200 см над нулем поста. [13]

На метеостанції Селятин опади вимірюють за допомогою опадомірів Третьякова. Цей прилад дозволяє виконати точні вимірювання кількості опадів. Але у розвинутих країнах почали використовувати інноваційні прилади компанії: DeltaOhm, Vaisala, SebaHydrometrie, KNTR та інші. Це сучасні прилади, з високою точністю, надійністю та простішими у вико-

ристанні порівняно з вітчизняними приладами. Ці прилади дозволяють виконати точні вимірювання всіх типів опадів, їх кількість, інтенсивність, а також швидкість випадання навіть у суворих умовах.

Як в світі, так і в Україні майже не існує чітких методичних рекомендацій щодо отримання обґрунтованих оцінок сучасних та можливих змін водних ресурсів в умовах кліматичних змін. Відомо, що у природних умовах річкам притаманний мінливий гідрологічний режим протягом всього року і великі коливання водності. Також, важливою характеристикою, що дає конкретне уявлення про водність потоку, є витрата води, зі зміною якої проходить зміна рівнів, швидкостей, розмивної енергії потоку та інших характеристик потоку [12].

Для встановлення впливу атмосферних опадів на річковий стік прийнято застосовувати метод співставлення різницево-інтегральних кривих річного стоку та опадів, де потрібно виділити однакове число маловодних та багатоводних років, а також водно-балансові методи.

За період спостережень з 1960 по 2014 рр. чітко виявлено періоди багаторічного коливання середньої річної кількості атмосферних опадів, які характерні для досліджуваної території (рис.1).

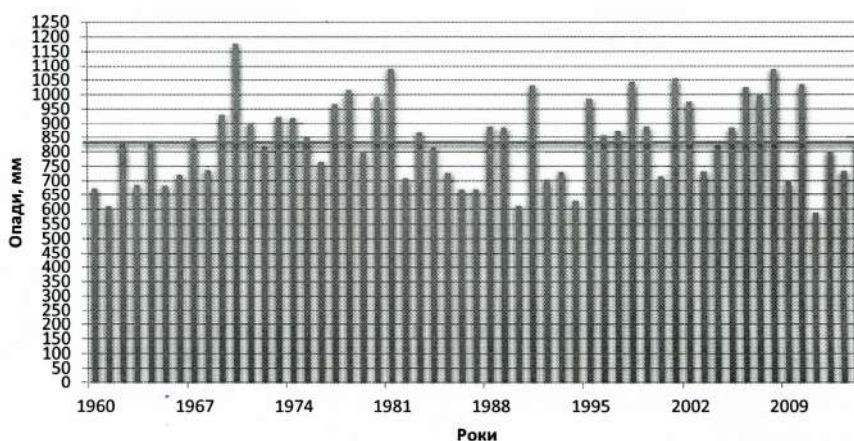


Рис. 1. Гістограма багаторічного розподілу атмосферних опадів з 1960 по 2014 роки

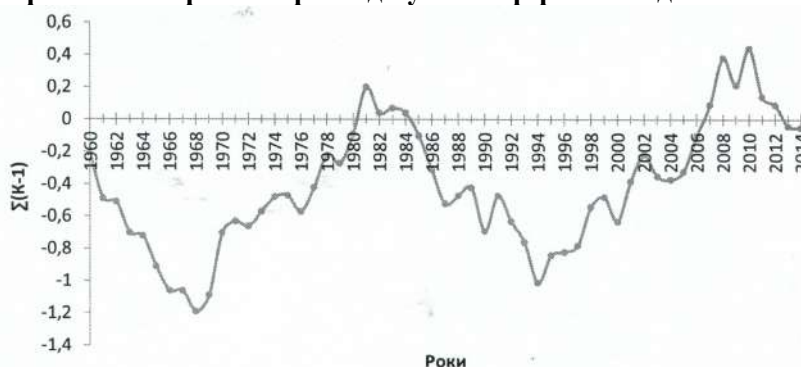


Рис.2. Різниця інтегральна крива модульних коефіцієнтів середньої річної кількості опадів у Путильському районі с. Селятин (1960-2014рр.)

На рисунку 2 простежується циклічність змін опадів, а саме можна виділити 2 цикли, кожен з яких, в свою чергу, поділяється на 2 фази багатоводну та маловодну. Зокрема, можна виділити цикл, який починається з 1960 року і закінчується 1981 роком. Цей 21- річний цикл включає дві фази. На початку даного періоду (1960-1966 рр.), досить помітна тенденція до зменшення сум опадів. Відповідно, в даному періоді чітко простежується тенденція щодо збільшення сум опадів, що починається з 1967 та продовжується до 1981 року, середня кількість атмосферних опадів перевищувала багаторічне середнє значення на 9%.

Також окремо можна виділити цикл, який починається з 1982 року та продовжується до 2010 року. Цей 29-річний цикл також включає дві фази. Початок даного періоду, зокрема з 1985 по 1987 рік, та проміжок часу з 1992 по 1994 рік характеризується малими сумами атмосферних опадів, сума атмосферних приблизно на 16% менша за середнє багаторічне значення. Можна також спостерігати багатоводну фазу, яка розпочинається в 1995 та продовжується до 2010 року, на графіку чітко простежується тенденція щодо збільшення сум опадів, кількість атмосферних опадів перевищувала середнє багаторічне значення на 9%.

Таким чином, середньорічна кількість

атмосферних опадів за період з 1960 року по 2014 рік становить 842,9 мм. Річний хід стабільний, тобто найбільша кількість атмосферних опадів припадає на літній період, коли спостерігаються інтенсивні грози і зливи, найменші – взимку.

За обраний період спостережень (з 1960 по 2014 рр.), значення середньорічних витрат води р. Путила змінювались від 0,27 м³/с (1961 р.) до 4,25 м³/с (1982 р.). На основі даних гідрологічних спостережень середнє багаторічне значення витрати води за даними ГП Путила становить 2,47 м³/с.

Аналізуючи комплексний графік багаторічного розподілу атмосферних опадів та витрат (рис.3) можна помітити, що характерними багатоводними роками були 1970 р., 1978 р., 1980 р., 1981 р., 1991 р., 1995 р., 1998 р., 2001 р., 2002 р., 2006р., 2007 р., 2008р. та 2010 р. Значення Q_{cp} для цих років коливаються від 2,48 м³/с до 3,99 м³/с, що було спричинено випаданням інтенсивних опадів на території басейну, кількість атмосферних опадів в цей період коливалась від 976 мм до 1177 мм.

Виділяються також характерні маловодні роки – це 1961р., 1987р., 1990р.,1994р., 2009 р. та 2011р., значення Q_{cp} становлять 0,23-1,94 м³/с,а кількість атмосферних опадів в дані роки дорівнювала 588-698 мм.



Рис.3. Комплексний графік різницевої інтегральних кривих модульних коефіцієнтів середньої річної кількості опадів у Путильському районі с. Селятин та витрат р.Путила (1960-2014рр.)

Аналізуючи комплексний графік по модульних коефіцієнтах середньорічної кількості атмосферних опадів та витрат, можна відмітити, що середній річний стік згладжує хід середніх річних опадів, проте помітно, що характер змін повністю співпадає. Також, по наявному часовому ряду даних, нами був розрахований коефіцієнт мінливості (варіації). Для даного ряду даних по середніх витратах коефіцієнт варіації становить 0,21 тобто 21%, а

по опадах 0,7 відповідно 7%.

Беручи до уваги комплексний графік річного розподілу атмосферних опадів і витрат р. Путила у Путильському районі за 2010р. (рис.4) можна побачити, що внаслідок сніготанення, навесні, помітний приплив води і спостерігається весняне водопілля.

Як нам відомо, 2010 рік у Путильському районі був багатоводним. Відповідно до побудованого графіка в холодний період року,

при зменшенні опадів, прослідковується і зменшення витрат води у р. Путила. Кількість атмосферних опадів в теплий період року

збільшується, відповідно збільшується витрата води, спостерігаються характерні для даного району літні паводки.

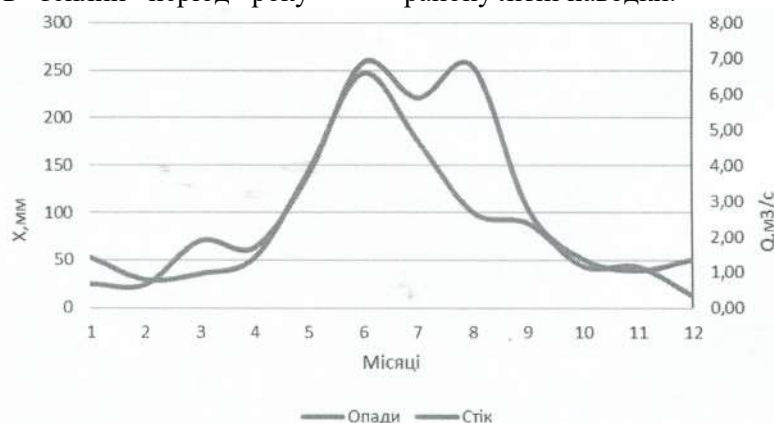


Рис.4. Комплексний графік річного розподілу атмосферних опадів і витрат р. Путила у Путильському районі за 2010 р.

Графік залежності стоку р. Путила від атмосферних опадів в с. Селятин (рис.5)

показав досить чітку залежність між змінними величинами стоку та атмосферних опадів.

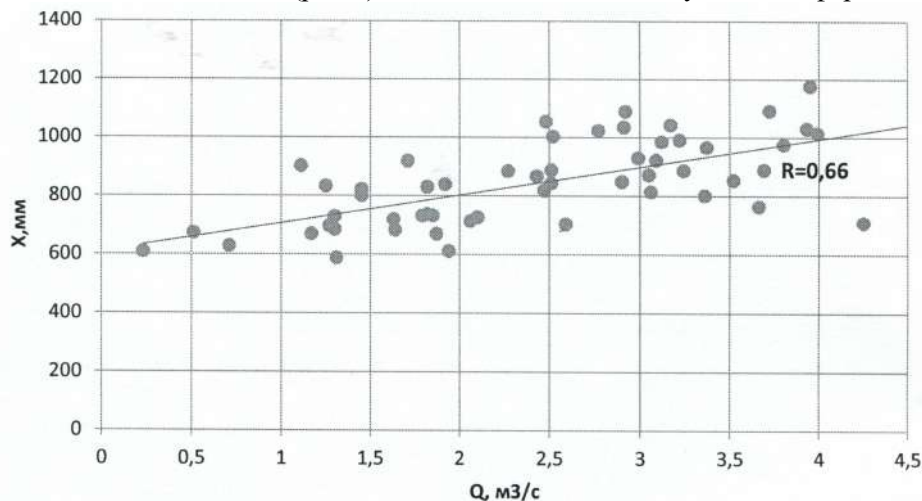


Рис. 5 Графік залежності стоку р. Путила від атмосферних опадів в с. Селятин

Для оцінки тісноти зв'язку між атмосферними опадами і витратами води, був розрахований коефіцієнт кореляції, який становить 0,66, що свідчить про середній рівень зв'язку між величинами, проте близько до тісного зв'язку. Варто зазначити, що якби були дані по опадах з ГП Путила, то ймовірно зв'язок між величинами був би тіснішим. Проте, цього достатньо для підтвердження взаємозв'язку стоку водотоків та атмосферних опадів.

роки; виявлено та проаналізовано циклічність коливань атмосферних опадів відносно середнього багаторічного значення.

Проаналізувавши побудовані графіки, інтегральні криві та гістограми розподілу опадів, побудовані на основі фактичних даних отриманих із гідрологічного поста Путила та метеостанції Селятин, можемо стверджувати що існує прямий зв'язок між стоком та атмосферними опадами. Про це свідчить розрахований коефіцієнт кореляції, який становить 0,66. Варто зазначити, що структура живлення річки Путила, змішана. У ньому основну частку займає дощова, дещо меншу – снігова і підземна складові.

Висновки та перспективи використання результатів дослідження. У результаті проведених досліджень режиму випадання атмосферних опадів в межах Путильського району за період спостережень з 1960 по 2014

Література:

1. Вишневецький В.І. Вплив кліматичних змін і господарської діяльності на термічний та льодовий режим річок. *Наук. праці УкрНДГМІ.* 2002. Вип. 250. С. 190-201.
2. Вишневецький В.І. Зміни клімату і річкового стоку на території України і Білорусі. *Наук.праці УкрНДГМІ.* 2001. Вип. 249. С. 89-105.

3. Геометрична модель встановлення шару стоку за інтенсивністю та тривалістю опадів / С. Ю. Радєв, А. В. Найдиш, В. М. Верещага, Є. В. Конопацький. *Сучасні проблеми моделювання*. 2014. Вип. 2. С. 102-107.
4. Горбачова Л. О., Кошкіна О. В. Часові закономірності дат настання основних характеристик весняного водопілля в басейні річки Десна. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2013. Т. 2. С. 30-37.
5. Гребін В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) : монографія. Київ : Ніка-Центр, 2010. 315с.
6. Лобода Н. С. Применение метода главных компонент к исследованию закономерностей многолетних колебаний годового стока и его климатических факторов. *Метеорология, климатология и гидрология*. 1999. Вып. 38. С. 112-122.
7. Настанови гідрометеорологічних станцій і постам. Випуск 3, Частина 1: метеорологічні спостереження на станціях. Київ: Державна гідрометеорологічна служба, 2011. 342 с.
8. Настюк М.Г. Дошні паводки на річках басейнів Пруту та Сирету влітку 2010 року. *Регіональні екологічні проблеми. Матеріали IV Міжнародної наукової конференції студентів, магістрантів і аспірантів*. Одеса: ОДЕКУ, 2011. С.126-127.
9. Настюк М.Г. Особливості формування та проходження катастрофічного паводку 11 серпня 2010 року на території водозбору р. Путила. *Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Географія*. 2011. С. 55-58.
10. Паспорт Путильського району. Путила, 2010. 33 с.
11. Природа Українських Карпат / за ред. К.І.Геренчука. Львів: Вища школа, 1968. 142 с
12. Природа Чернівецької області / за ред. К.І. Геренчука Львів. Вища школа, 1973. 159 с
13. Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 6. Украина и Молдавия. Вып.1.Западная Украина и Молдавия / под ред. М.С.Каганера. Ленинград: Гидрометеиздат, 1969. 884с/
14. Чорноморець Ю.О. Оцінка циклічності багаторічних коливань стоку річок Українських Карпат: автореф. дис.. на здобуття наук. ступеня. канд. географ. наук: 11.00.07; Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. Київ, 2007. 20 с.
15. Швер Ц.А. Атмосферные осадки. Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. 302 с.
16. Шикломанов И.А. Антропогенное изменение водности рек. Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. 302 с.
17. Ющенко Ю. С., Настюк М. Г. Вплив зливових опадів на формування високих паводків у басейнах Верхнього Пруту та Сирету. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2012. Т. 2. С. 30-37.

References:

1. Vy'shnevs'kyj V.I. Vplyv klimaty'chny'x zmin i gospodars'koyi diyal'nosti na termichny'j ta l'odovy'j rezhy'm richok. *Nauk. praci UkrNDGMI*. 2002. Vy'p. 250. S. 190-201.
2. Vy'shnevs'kyj V.I. Zminy' klimatu i richkovogo stoku na tery'toriyi Ukrainy' i Bilorusi. *Nauk.praci UkrNDGMI*. 2001. Vy'p. 249. S. 89-105.
3. Geometry'chna model' vstanovlennya sharu stoku za intensy'vnisty' ta try'valisty' opadiv / S. Yu. Radyev, A. V. Najdy'sh, V. M. Vereshhaga, Ye. V. Konopacz'ky'j. *Suchasni problemy' modelyuvannya*. 2014. Vy'p. 2. S. 102-107.
4. Gorbachova L. O., Koshkina O. V. Chasovi zakonomirnosti dat nastannya osnovny'kh kharaktery'sty'k vesnyanogo vodopillya v basejni richky' Desna. *Gidrologiya, gidrokhiimiya i gidroekologiya*. 2013. T. 2. S. 30-37.
5. Grebin' V.V. Suchasny'j vodny'j rezhy'm richok Ukrainy' (landshaftno-gidrologichny'j analiz) : monografiya. Ky'yiv : Nika-Centr, 2010. 315с.
6. Loboda N. S. Pry'meneny'e metoda glavn'y'kh komponent k issledovaniyu zakonomernostej mnogoletnikh kolebanij godovogo stoka i ego klimaticheskikh faktorov. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya*. 1999. Vy'p. 38. S. 112-122.
7. Nastanovy' gidrometeorologichny'm stanciyam i postam. Vy'pusk 3, Chasty'na 1: meteorologichni sposterezhennya na stanciyakh. Ky'yiv : Derzhavna gidrometeorologichna sluzhba, 2011. 342 s.
8. Nastyuk M.G. Doshhovi pavodky' na richkax basejniv Prutu ta Siretu vlitku 2010 roku. *Regional'ni ekologichni problemy'.* *Materialy' IV Mizhnarodnoyi naukovoyi konferenciyi studentiv, magistrantiv i aspirantiv*. Odessa: ODEKU, 2011. S.126-127.
9. Nastyuk M.G. Osobly'vosti formuvannya ta proxodzhennya katastrofichnogo pavodku 11 serpnya 2010 roku na tery'toriyi vodozboru r. Puty'la. *Nauk. visny'k Chernivecz'kogo un-tu. Geografiya*. 2011. S. 55-58.
10. Pasport Puty'l's'kogo rajonu. Puty'la, 2010. 33 s.
11. Pry'roda Ukrayins'ky'x Karpat / za red. K.I.Gerenchuka. L'viv: Vy'shha shkola, 1968. 142 s.
12. Pry'roda Chernivecz'koyi oblasti / za red. K.I. Gerenchuka L'viv. Vy'shha shkola, 1973. 159 s.
13. Resursy' poverkhnostny'kh vod SSSR. Tom 6. Ukray'na i Moldaviya. Vy'p.1.Zapadnaya Ukrainy'na i Moldaviya / pod red. M.S.Kaganera. Lenengrad.: Gidrometeoizdat, 1969. 884s/
14. Chornomorecz' Yu.O. Oczinka cy'klichnosti bagatorichny'kh koly'van' stoku richok Ukrayins'ky'kh Karpat: avtoref. dy's.. na zdobuttya nauk. stupenya. kand. geograf. nauk: 11.00.07; Ky'yiv. nacz. un-t im. T.Shevchenka. Ky'yiv, 2007. 20 s.
15. Shver Cz. A. Atmosferny'e osadky'. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1976. 302 s/
16. Shy'klomanov Y'.A. Antropogennoe y'zmenenie vodnosti' rek. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979. 302 s.
17. Yushhenko Yu. S., Nastyuk M. G. Vplyv zly'vovy'kh opadiv na formuvannya vy'soky'kh pavodkiv u basejnakh Verkh'n'ogo Prutu ta Siretu. *Gidrologiya, gidrokhiimiya i gidroekologiya*. 2012. T. 2. S. 30-37.

Аннотация:

Ю.С.Ющенко, О.В. Паланичко, Н.Д. Пасичник, О.О.Закревський. ВОЗДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА СТОК РЕКИ ПУТИЛА

Исследование атмосферных осадков, водного баланса бассейнов рек, влияния осадков на сток воды в реках остаются актуальными в контексте изменений глобальных и региональных климатов. Такого рода исследования за последние десятилетия мощно развиваются в Украине. В частности, они касаются рек Украинских Карпат. Бассейн реки Путила до створа г. Путила имеет площадь 181 км². Он расположен в юго-восточной части Карпат и характеризуется значительным влиянием дождей в теплое время года на формирование стока воды. Проанализированы многолетние изменения и внутригодовое распределение атмосферных осадков, в частности дождевых, по данным наблюдений метеостанции Селятин. Также проанализированы многолетние изменения и внутригодовое распределение стока воды р. Путила.

Среднегодовое значения атмосферных осадков за период исследования составляет 842,9 мм. Годовой ход стабилен, то есть большое количество атмосферных осадков в летний период, когда наблюдаются интенсивные грозы и ливни, значительно меньше – зимой. За результатами гидрологических наблюдений среднее многолетнее значение расхода воды по данным ГП Путила составляет 2,47 м³/с. Рассчитан коэффициент вариации для ряда данных по средним расходам составляет 0,21 т.е. 21%, а по осадкам 0,7 соответственно 7%. Установлена связь между осадками и стоком. График зависимости стока р. Путила от атмосферных осадков в с. Селятин показал достаточно четкую зависимость между переменными параметрами стока и атмосферных осадков (коэффициент корреляции – 0,66).

Ключевые слова: изменения климата, атмосферные осадки, сток воды, реки, многолетние изменения стока, внутригодовое распределение осадков и стока, река Путила.

Abstract:

Yu.Yushchenko, O.Palanychko, M.Pasichnyk, O. Zakrevskyi. INFLUENCE OF ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS ON THE RUN OF THE PUTIL RIVER

Research of precipitation, water balance of river basins, and the impact of precipitation on river runoff remain relevant in the context of global and regional climate change. Nowadays, many scientific research all over the world are devoted to the research of the problem of river runoff change under the influence of climatic factors. This kind of research has been developing strongly in Ukraine in recent decades. In particular, they concern the rivers of the Ukrainian Carpathians. The basin of the river Putyla to the line of the village of Putyla has an area of 181 km². It is located in the south-eastern part of the Carpathian and characterized by a significant influence of warm rains on the formation of water runoff. The average annual runoff is characterized by rather complex patterns of change both in time and space. There are periodic, cyclical and unidirectional changes that occur under the influence of a complex system of factors. Climate is a major factor of the water change. Thus, the research of the average runoff of the Putyla River has different aspects. To determine the effect of precipitation on river runoff, the method of comparing difference-integral curves of annual runoff and precipitation, as well as water-balance methods are used. Long-term changes and intra-annual distribution of precipitation, in particular rainfall, according to the observations of the meteorological station Selyatyn were analyzed. We constructed a differential integrated curve of modular coefficients of the average annual precipitation in the Putil district. It clearly reflects the cyclical changes in precipitation. Long-term changes and intra-annual distribution of water runoff in the Putyla River also were analyzed. During the observation period, periods of long-term fluctuations of the average annual precipitation were revealed. The average annual rainfall is 842.9 mm. The annual course is stable, i.e. the greatest amount of precipitation falls in the summer, when there are intense thunderstorms and showers, the least – in winter. Based on the data of hydrological observations, the average long-term value of water consumption according to GP Putyla is 2.47 m³/s. We calculated the coefficient of variability (variation). The coefficient of variation for average costs is 0.21 (21%), and for precipitation – 0.7 (7%). The connection between precipitation and runoff was established. We have built a comprehensive schedule of annual distribution of precipitation and costs of the Putyla River for 2010. You can see that in the spring due to snowmelt there is an influx of water and there is a spring flood. It is known that 2010 in Putilsky district was full of water. The reduction of water consumption in the Putyla River in the cold period of the year with a decrease in precipitation is also observed. Graph of the dependence of the runoff of the Putyla River on precipitation in the village of Selyatyn showed a fairly clear relationship between the variable values of runoff and precipitation (the coefficient of variation is 0,66). The feeding structure of the Putyla River is mixed. The main share is occupied by rain, less - snow and groundwater.

Key words: climate change, precipitation, runoff, rivers, long-term changes in runoff, intra-annual distribution of precipitation and runoff, Putyla river.

Надійшла 27.10.2021 р.