Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

# 

# Одеський державний екологічний університет

### Краснова Ольга Володимирівна

# УДК 556.166

**Максимальний стік дощових паводків з малих**

**водозборів у Закарпатті**

11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

### Автореферат

**дисертації на здобуття наукового ступеня**

**кандидата географічних наук**

Одеса – 2002

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському державному екологічному університеті

Міністерства освіти і науки України

|  |  |
| --- | --- |
| Науковий керівник | доктор географічних наук, професор  **Гопченко Євген Дмитрович,**  Одеський державний екологічний університет,  проректор з наукової роботи |
| Офіційні опоненти | доктор географічних наук, професор Іваненко Олександр Григорович Одеський державний екологічний  університет, завідувач кафедри  гідроекології та водних досліджень;  кандидат географічних наук, ст.викладач Андрієвська Галина Михайлівна Одеський національний морський університет,  кафедра інженерних конструкцій та водних  досліджень |
| Провідна установа | Київський національний університет  ім. Тараса Шевченка, географічний факультет,  кафедра гідрології та гідрохімії |

Захист відбудеться “6” лютого 2003 р. о 10-й годині на засіданні

спеціалізованої вченої ради Д 41.090.01 в Одеському державному

екологічному університеті за адресою:

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Одеського державного

екологічного університету за адресою:

65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

Автореферат розісланий “28” грудня 2002 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради Лобода Н.С.

# ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Карпати є одним із найбільш паводконебезпечних регіонів України. Тут на протязі року може спостерігатися по декілька дощових паводків, які часто набувають катастрофічного характеру, як це мало місце, наприклад, у Закарпатті в недавні, у 1998 і 2001 роки. Проходження паводків виняткової ймовірності перевищення, як правило, супроводжується руйнуванням гідротехнічних споруд і затопленням населених пунктів, що знаходяться в долинах річок.

До проблеми паводків на річках Закарпаття привернута увага широкого кола спеціалістів, наслідком чого є значна кількість авторських пропозицій щодо розрахунків характеристик паводкового стоку. Значний внесок в її вирішення зробили П.Ф. Вишневський, Н.Ф. Бефані, А.М. Бефані, О.М. Мельничук, О.Г. Іваненко, М.М. Сосєдко, М.В. Лаликін, П.М. Лютик, а в останні роки – Хасен Ель Фрігі Лотфі і Джабур Кхалдун. Але запропоновані ними розрахункові формули і методи максимального стоку в основному грунтуються на використанні даних по стоку середніх і порівняно великих річок. До цієї ж категорії відносяться і формули, які рекомендовані нормативним документом СНіП 2.01.14-83. Розрахункові схеми перелічених авторів характеризуються тими чи іншими позитивами або недоліками, але в усіх випадках найбільш вразливими є рекомендації, які відносяться до розрахунку максимального стоку паводків з малих водозборів, а в Карпатах саме вони становлять основу гідрографічної мережі. Формули граничної інтенсивності, які рекомендуються СНіП 2.01.14-83, не придатні для розрахунків максимального стоку з невеликих водозборів (*F<*100 км2), перш за все, у теоретичному відношенні, бо вони не відповідають характерним особливостям формування паводків в гірських умовах взагалі, а в Закарпатті, зокрема.

Все це свідчить про актуальну необхідність удосконалення нормативно-методичної бази, особливо по малих річках і водотоках.

**Зв’язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертаційній роботи відповідає основним напрямам наукової діяльності кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету і виконується у складі держбюджетної НДР “Максимальний та річний стік річок України (1998-2002 рр.). Вона також входить складовою частиною до тематичного плану Міносвіти і науки України під назвою “Розробка і практична реалізація математичних моделей для розрахунку і прогнозування характеристик катастрофічних дощових паводків на річках Карпат” (ДР 0101V003155; 2001-2003 рр.). За цим же напрямом університет одержав грант з фонду фундаментальних досліджень в Україні “Розробка методів розрахунків і прогнозування катастрофічних паводків від дощів при сніготаненні в басейнах річок Закарпаття”, 2001-2003 рр.). Постановою Кабміну України №1388 від 24.10.2001 р. дослідження паводків в Карпатах регіонально конкретизовані в “Програмі комплексного протипаводкового захисту в басейні річки Тиса в Закарпатській області на 2002-2006 рр. та прогноз до 2015 р.”. Тема дисертаційної роботи затверджена вченою радою університету 5.12.1996 р., протокол №8.

**Ціль і задачі дослідження.** Головними цілями дослідження є обгрунтування розрахункової схеми і установлення параметрів, що входять до її структури, для визначення характеристик максимального стоку дощових паводків на невеликих річках Закарпаття (з площами водосборів до 550 км2).

В задачу входило виконання критичного аналізу і перевірка на матеріалах Закарпатської воднобалансової станції запропонованих раніше і діючих нині формул і методик по розрахунках максимального паводкового стоку невеликих річок Закарпаття, дослідження особливостей формування дощових паводків під впливом метеорологічних умов території і факторів підстилаючої поверхні, а в першу чергу – в залежності від залісеності водозборів.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в тому, що вперше в Україні, а для Закарпаття, зокрема, запропоновано науково-методичну розробку по розрахунках максимального паводкового стоку невеликих річок (*F*≤550 км2), параметри якої в усьому діапазоні водозбірних площ обгрунтовані відповідними матеріалами спостережень. Наукову новизну представляють також:

* установлені автором регіональні залежності коефіцієнтів паводкового стоку від індексів попередніх опадів;
* чисельне визначення розрахункової тривалості схилового припливу по стоку малих річок Закарпаття;
* обгрунтовані регіональні залежності для врахування впливу Закарпатських лісів на шар і тривалість припливу води зі схилів до руслової мережі;
* установлені в роботі максимальні модулі схилового припливу води до руслової мережі при проходженні паводків виняткової ймовірності перевищення (P=1%), які у подальшому використанні для оцінки степені трансформації максимальних витрат води під впливом залісеності водозборів;
* обгрунтовані трансформаційні коефіцієнти для врахування в розпластуванні паводків тривалості руслового добігання і русло-заплавного регулювання.

**Практичне значення одержаних результатів.** Вперше для Закарпаття розроблено надійну методику для розрахунку максимальних витрат води з невеликих водозборів (*F<*550 км2), в якій використані матеріали спостережень Закарпатської воднобалансової станції (ЗВБС) по річках, струмках і балках з площами від 0.28 до 550 км2. Складовою частиною запропонованої методики є врахування впливу на характеристики максимального стоку дощових паводків залісеності водозборів. Шляхом використання у розрахунковій схемі комплексний показник для врахування гідрологічної ролі лісів в трансформації паводків, - максимальний модуль схилового припливу, в дисертації обгрунтовані коефіцієнти зниження висоти паводків під впливом залісеності. Ця частина досить важлива при плануванні і здійсненні вирубок лісу у Закарпатті.

**Особистий внесок здобувача.** Результати досліджень, які характеризуються науковою новизною і є предметом захисту, належать особисто автору. Крім того, здобувач входить до складу виконавців держбюджетних тем по Закарпаттю: “Максимальний та річний стік річок України” (1998-2002 рр.) та “Розробка і практична реалізація математичних моделей для розрахунку і прогнозування характеристик катастрофічних дощових паводків на річках Карпат” (2001-2003 рр.). З трьох статей, надрукованих у виданнях, рекомендованих ВАК України, дві підготовлені сумісно з науковим керівником, а одна – самостійно.

**Апробація результатів дисертації.** Окремі результати дисертаційної роботи доповідались на наукових конференціях молодих учених університету (березень 2000 і 2001 рр.) та на науково-технічному семінарі Державної гідрометеорологічної служби України по проблемах довгострокового прогнозування гідрологічних явищ (червень 2002 р.), а в повному обсязі – на розширеному науковому семінарі кафедри гідрології суші університету (липень 2002 р.).

**Публікації.** Результати досліджень, що ввійшли до дисертації, опубліковані у 5-и наукових працях автора, з них 4 – у збірках, рекомендованих ВАК України.

**Структура та обсяг дисертації.** Повний обсяг дисертаційної роботи становить 254 сторінки, містить 47 рисунків, 5 таблиць, 5 додатків на 61 сторінці. Вона складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел (46 найменувань).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У вступній частині** обгрунтовується актуальність наукової теми, коротко розкривається стан проблеми по розрахунках максимального стоку паводків з невеликих водозборів, формулюються цілі і задачі дослідження, наводиться перелік положень, які характеризуються науковою новизною і є предметом захисту, а також відомості про апробацію, практичне значення та публікації результатів дисертації.

**У першому розділі** надаються відомості про Закарпатську воднобалансову станцію, на матеріалах спостережень якої виконане дослідження максимального паводкового стоку річок з порівняно невеликою площею водозборів (до 550 км2). Об’єктами досліджень є 12 річок та 11 струмків, до числа яких входять і два балки (Лісова – *F*=0.39 км2 і Відкрита – *F=*0.28км2). Вони охоплюють висотний пояс у межах 550-1050 м БС. Залісеність водозборів змінюється практично від 0 (балка Відкрита) до 96.1% (стр. Нижній Звір – с. Лопушне). Метеорологічні спостереження проводились на двох метеорологічних станціях, розташованих в с. Нижній Студений та пмт Міжгір’я. У складі цих метеорологічних станцій знаходяться 67 метеопостів, які свого часу були укомплектовані не лише опадомірами, але й плювіографами. На жаль, в останні роки значна їх кількість була закрита. З точки зору дисертанта, Закарпатська воднобалансова станція за складом спостережень, характеристикою об’єктів дослідження майже немає аналогів у світовій гідрологічній практиці і тому її слід не лише зберегти, а потрібно відновити увесь комплекс спостережень та оснастити сучасною відмірювально-інформаційною технікою.

**У другому розділі** наводиться аналіз сучасного стану в галузі розрахунків максимального паводкового стоку у Закарпатті. Усі методи, які в різні роки використовувались для оцінки максимальних витрат води на річках цього регіону, можна умовно поділити на 4 групи (редукційні і об’ємні формули, формули граничної інтенсивності і ті, що побудовані на використанні моделі руслових ізохрон).

Редукційні формули відомі в редакції

 (1)

або в їх нормативному варіанті (при *F>*100 км2)

, (2)

де  і - максимальні модулі річкового та схилового стоку; *F* - площа водозбору;  - модуль стоку, приведений до площі *F*=200 км2. Степеневі показники  і , як правило, визначаються за даних середніх та відносно великих за своїми розмірами річок. По Закарпаттю є різні пропозиції щодо  (або ). Так, П.М. Лютик (1983) для усього діапазону *F* рекомендує  на рівні 0.40, В.І. Вишневський (1999) – 0.29, а автором дисертації для області малих водозборів (*F<*550 км2) цей показник дорівнює тільки 0.19. Такі розбіжності в значеннях  будуть суттєво впливати на розрахункові величини максимального стоку з невеликих водозборів, а саме – сприяти завищенню максимальних витрат води. Не відпрацьовані у науково-методичному відношенні й питання, пов’язані з підходами щодо узагальнення приведеного модуля  по території.

Спроба для Карпат і Прикарпаття побудувати розрахункову схему максимального паводкового стоку на базі формули об’ємного типу

, (3)

де - коефіцієнт нерівномірності руслового стоку, а - загальна тривалість паводку, належить М.В. Лаликіну (1963). Тривалість паводків  визначається ним за допомогою емпіричного рівняння

, (4)

де *L* - довжина річки; - залісеність водозборів; - шар стоку; параметр  приймає значення від 0.55 (при наявності широких заплав) до 0.40 (в інших випадках). Структура (4) фізично мало обгрунтована.

Своєрідно побудована й залежність  від розміру водозборів – при тривалості руслового добігання 3.6 год. Цей параметр пов’язаний з *F* оберненим відношенням, а в діапазоні 3.6 год., навпаки, - прямим.

Викладене веде до висновку про не досить вдалий досвід використання об’ємної формули для нормування характеристик максимального стоку в Карпатах.

Поширене розповсюдження в гідрологічній практиці при розрахунках максимального стоку з невеликих водозборів (*F<*100 км2) в Україні знайшли так звані формули граничної інтенсивності, які в редакції нормативних документів СН 435-72 і СНіП 2.01.14-83 мають вигляд:

, (5)

де - ординати редукційних кривих дощових опадів; - добовий максимум опадів; - коефіцієнт паводкового стоку.

В дисертаційній роботі структурі (5) приділена особлива увага, тим більш, що перевірні розрахунки по 20 об’єктах Закарпатської ВБС з водозбірними площами *F<*100 км2 дали незадовільні результати. Причому, чим менша площа водозборів, тим більші розбіжності між розрахунковими значеннями і вихідними даними, тобто ми маємо своєрідний парадокс, який полягає в тому, що у Закарпатті формули граничної інтенсивності менш за все підходять саме для малих водозборів.

Одна з причин цього пов’язана з неправомірним використанням редукційної кривої опадів  замість трансформаційної функції , запропонованої Є.Д. Гопченком (1988). З іншого боку, й розрахункова тривалість  має більш складний зміст, порівняно з методикою СНіП 2.01.14-83, в якому наводиться формула

, (6)

де - тривалість схилового добігання.

В дійсності  залежить від співвідношення між тривалостями руслового добігання  і схилового припливу , причому:

а) при 

; (7)

б) при 

; (8)

в) при 

, (9)

де  - коефіцієнт нерівномірності схилового припливу.

Для Закарпаття необгрунтованим є використання й добового максимуму опадів , оскільки формування дощових паводків у цьому регіоні пов’язане не з окремими, навіть інтенсивними, зливами, а з дощовими періодами тривалістю 2-5 діб і більше. Деяке корегування результатів досягається також і за рахунок занижених значень коефіцієнтів стоку . Таким чином, як сама структура (5), так і параметри, що її описують, не відповідають умовам формування дощових паводків у Закарпатті.

Значну кількість складають розрахункові формули максимального стоку, що базуються на теоретичній моделі А.М. Бефані (1958, 1981).

Однією з перших була методика, запропонована О.Г. Іваненком і О.М. Мельнічуком (1969)

, м3/с⋅км2, (10)

де - коефіцієнт діючого шару стоку

; (11)

- гідрографічний коефіцієнт; - коефіцієнт впливу на шар стоку залісеності водозборів; - коефіцієнт забезпеченості; - максимальний модуль схилового припливу води. Шар стоку  для Закарпатської ВБС дорівнює 160 мм, що значно менше, порівняно з нашими дослідженнями. По результатах перевірних розрахунків привертає увагу те, що в (10) дещо перебільшена роль залісеності водозборів у редукції максимальних модулів.

Автором (2000) був використаний модифікований варіант (10), за допомогою якого стало можливим поєднати формулу А.М. Бефані (1998) з формулою граничної інтенсивності, прийнявши останню у вигляді

, м3/с⋅км2, (12)

де - трансформаційна функція, яка при *n=*0.25 дорівнює

; (13)

- гідрографічний коефіцієнт; - коефіцієнт русло-заплавного регулювання. Середнє відхилення розрахункових величин  з використанням методики автора, по відношенню до вихідних даних, склало ±20.4%, що свідчить про її практичну приємність. Головний же недолік (12) полягає у методичному відношенні і пов’язаний з розмірністю параметра , що ускладнює його нормування.

Методика Ель Фрігі Хасена Лотфі (1989) майже не відрізняється від запропонованої раніше розрахункової схеми О.Г. Іваненка – О.М. Мельнічука (1969). Суттєві відмінності стосуються головним чином методичних підходів щодо узагальнення по території шарів стоку і тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі, а також виявлення впливу висотного положення водозборів і їх залісеності на розрахункові характеристики максимального стоку. Перевірка цієї методики на матеріалах Закарпатської ВБС показала, що середня похибка складає ±26.9%. Все це свідчить про необхідність уточнення деяких параметрів, що входять до неї, а особливо тих, які пов’язані із залісеностю водозборів.

Джабур Кхалдун (2000) для території Карпат використав операторну структуру (14), запропоновану Є.Д. Гопченком (2000). В її основі лежить модуль схилового припливу  та трансформаційні функції, які обумовлені русловим добіганням і русло-заплавним регулюванням. Розрахункові величини шарів стоку і тривалості схилового припливу, як це вже було в методиці Ель Фрігі, узагальнені по території з урахуванням висотного положення водозборів і їх залісеності. Якість цієї методики також мало відрізняється від попередньої (середнє відхилення розрахункових модулів від їх вихідних значень складає ±26.1%). Основним недоліком методики Дж. Кхалдуна є те, що вона дає суттєве завищення розрахункових витрат води на невеликих водозборах. Останнє пояснюється перенесенням редукційних закономірностей з середніх і великих річок на малі.

На моделі руслових ізохрон побудована й формула П.Ф. Вишневського (1964), яка за своєю формою нагадує формулу граничної інтенсивності, але за змістом її слід віднести до полуемпіричних. Недостатня теоретична обгрунтованість структури формули П.Ф. Вишневського, фізична невизначеність коефіцієнту редукції, невідповідність прийнятої тривалості схилового припливу паводкових вод до руслової мережі =3 год.) реальним її значенням у Закарпатті, з урахуванням систематичного і суттєвого завищення результатів на водозборах з площами *F<*100 км2, роблять цю методику практично непридатною для подальшого використання в описуваному регіоні.

Автором для нормування характеристик максимального паводкового стоку малих річок Закарпаття (*F<*550 км2) пропонується структурний варіант формули, яка заснована на моделі ізохрон руслового добігання (Є.Д. Гопченко, 2000), але з деякими відмінностями при визначенні розрахункових параметрів.

Її загальний вигляд відносно максимального модуля стоку  такий:

, (14)

де - максимальний модуль схилового припливу

, м3/с⋅км2 (15)

- трансформаційна функція, яка обумовлена русловим добіганням; - коефіцієнт русло-запливного регулювання паводків; *r* - коефіцієнт зарегулювання паводків водоймами проточного типу (СНіП 2.01.14-83).

Враховуючи, що для малих річок Закарпаття співвідношення між тривалостями руслового добігання  і схилового припливу  менше 0.10, функцію  можна для діапазону площ *F<*550 км2 записати у вигляді

 (16)

Тоді, виходячи з (14) і за умови, що *r*=1.0,

 (17)

**У третьому розділі** розглядаються метеорологічні фактори і фактори підстильної поверхні, які безпосередньо впливають на процеси формування максимального стоку у Закарпатті. До числа перших відносяться атмосферні опади – їх добові значення та часовий хід упродовж дощових періодів. У 1961, 1967-69, 1980, 1981 рр. значні опади охоплювали всю територію воднобалансової станції, причому у 1968 році по деяких метеопунктах зафіксовані добові величини опадів на рівні 125.4 мм (Пилипець 3) – 127.4 мм (Залокомиско). Кількісні характеристики добових опадів в цілому не залежать від висотного положення опадомірних пристроїв. По даних 42 метеопунктів за сумісний період спостережень (1962-75 рр.) була обрахована просторова кореляційна матриця. Її аналіз показує, що у межах воднобалансової станції (*F<*550 км2) середні коефіцієнти парної кореляції досить високі – від 0.39 до 0.81. Статистична обробка часових рядів максимальних добових опадів виконана методами моментів і найбільшої правдоподібності. За допомогою критерію Гауса установлено, що для усієї території Закарпатської ВБС можна прийняти такі значення статистичних параметрів розподілу: середнє =50.4 мм, коефіцієнт варіації – 0.30, співвідношення коефіцієнтів асиметрії і варіації – 4.0, дощовий максимум добових опадів 1%-ої ймовірності перевищення дорівнює 97.8 мм. Середня квадратична похибка визначення  складає 16.4%.

Але для Закарпаття більш актуальним є розгляд дощових періодів тривалістю в декілька діб, під час яких накопичується опадів у 6-8 разів більше, ніж величини добових максимумів. Коефіцієнти кореляції між кількістю опадів за дощові періоди  і їх добовими максимумами  змінюються у широкому діапазоні – від 0.20 (м/п Торунь) до 0.79 (м/п Лопушне, верхн.) при середньому значенні по території – 0.57.

Втрати стоку визначаються сполученням великого числа природних факторів, які в тій чи іншій мірі впливають на зволоженість верхнього шару грунтів на схилах. Через обмеженість даних по вологості грунтів на практиці знайшли поширене використання різного роду індекси опадів . У загальному вигляді

, (18)

де - опади за *i*-й інтервал часу, який відраховується назад; - загальна тривалість розрахункового періоду; - вагові коефіцієнти, які характеризують вплив тих чи інших попередніх опадів на сучасну зволоженість грунту.

Обчислення індексів зволоження не є самоціллю, а має безпосереднє відношення до визначення коефіцієнтів паводкового стоку . В дисертації показано, що в залежності від зволоженості водозборів  можуть змінюватись практично від 0 (нижнього значення) до одиниці (верхнє значення). Для максимального паводкового стоку можна записати, що

, (19)

де  залежить від  (при =10 діб параметр =0.033, при =20 діб – 0.020 і при =30 діб – 0.015). Залежність (19) обмежена зверху значеннями =30 мм (коли =10 діб), 50 мм (коли =20 діб) і 66.7 (коли =30 діб). При перевищенні цих граничних величин коефіцієнт стоку  приймається на рівні 1.0.

**У четвертому розділі** обгрунтовується розрахункова методика для визначення характеристик максимального паводкового стоку на невеликих річках Закарпаття. Автором використані вихідні дані по 23-х водотоках Закарпатської ВБС з водозбірними площами від 0.28 км2 (балка Відкрита – пмт Міжгір’я) до 550 км2 (р. Ріка – пмт Міжгір’я) і часовими рядами спостережень по 2000 рік, включно.

Розрахункова формула має вигляд (14).

При узагальнені по території шарів стоку  виявилося, що їх величини залежать від залісеності водозборів, причому

, (20)

де - приведене (до ) значення шару стоку, зміна якого в межах Закарпатської ВБС має випадковий характер і підлягає усередненню (близько 356 мм); - коефіцієнт впливу залісеності водозборів на шар стоку

, (21)

- відносна залісеність водозборів (в долях від одиниці).

Залежність (21) близька до тієї, яка свого часу була запропанована О.Г. Іваненком і О.М. Мельнічуком (1969) для регіону Українських Карпат.

При визначенні розрахункових параметрів графіків схилового припливу (коефіцієнтів нерівномірності  і тривалості припливу ) були розглянуті їх типові гідрографи. На підставі аналізу визначних паводків на малих водозборах Закарпатської станції (*F<*10 км2) степеневий показник *n* прийнятий на рівні 0.25, а .

Тривалість схилового припливу  установлювалась в результаті числового рішення рівняння (14) відносно його шуканого значення.

Для цього, шляхом підстановки в (14) величини  і , згідно (15) і (16), побудоване відповідне операторне рівняння.

 (22)

Рівняння (22) має дійсний корінь в області , з якого слід починати нульове наближення, і вирішується воно методом простої однокрокової ітерації з накладенням обмежень на параметр , приймаючи його на початку рівним одиниці. Обчислені значення  по території змінюються в досить широкому діапазоні – від 111 год. (р. Голятинка – пмт Голятин) до 470 год. (стр. Нижній Звір – с.Лопушне). Великі значення  пояснюються суттєвою зарегулірованістю паводкового стоку на схилах гір під час багатоденних дощових опадів. Особливо сприяють зарегулюванню схилового стоку залісені водозбори, для яких установлено залежність

, (23)

де - коефіцієнт впливу на  залісеності. Його задано таблицею в залежності від  (табл. 1).

## Таблиця 1

Коефіцієнт схилового зарегулювання паводків у Закарпатті 

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Залісеність водозборів (%) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|  | 1.0 | 1.02 | 1.08 | 1.12 | 1.20 | 1.52 | 2.04 | 2.80 |

Привертає увагу те, що до =40% залісеність особливо не впливає на зарегулірованість схилового стоку, але при більших значеннях  гідрологічна роль Закарпатських лісів у формуванні паводків суттєво зростає.

Різними авторами робились спроби оцінити загальну регулюючу здатність Карпатських лісів на максимальні витрати води. Але зробити це через багатофакторність максимального стоку не досить просто. За комплексний показник автором дисертації прийнято модуль схилового припливу , який визначається за рівнянням (15) і враховує одночасно як шар стоку , так і тривалість схилового припливу , котрі залежать від залісеності водозборів. У межах Закарпатської ВБС  коливається від 1.24 м3/с⋅км2 (стр. Нижній Звир – с.Лопушне, =96.1%) до 3.99 м3/с⋅км2 (балка Відкрита – пмт Міжгір’я, =0). Інтегральний показник впливу залісеності на максимальні витрати води  наводиться у табл. 2.

Таблиця 2

Коефіцієнти впливу залісеності на максимальний стік 

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Залісеність (%) | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 |
|  | 1.0 | 0.89 | 0.79 | 0.49 | 0.41 | 0.29 |

Як видно з табл. 2, при =100% відбувається майже триразове зниження максимальних витрат води. Тому при плануванні і здійсненні вирубок лісу у Закарпатті необхідно наведені у табл. 2 дані мати постійно на увазі.

Трансформаційні коефіцієнти, які пов’язані з розпластуванням паводкових хвиль  і русло-заплавним регулюванням , визначались за рівняннями (16) і (17). У розрахунковому вигляді вони можуть бути представлені таким чином (при *n*=0.25)

; (24)

 (25)

Порівнювальний аналіз  і  засвідчує, що у Закарпатті приблизно до *F<*15 км2 більший внесок у трансформацію паводків має тривалість руслового добігання, а в діапазоні площ *F>*15 км2, навпаки, все більш зростає регулююча роль русло-заплавної ємності.

Перевірні розрахунки по запропонованій методиці з використанням усіх 23 водозборів Закарпатської воднобалансової станції свідчать про задовільну збіжність вихідних даних з обчисленими значеннями максимальних модулів . Середнє відхилення складає ±21.1%, що у повній мірі відповідає точності вихідних величин (середня квадратична похибка максимальних витрат води забезпеченістю *P*=1% знаходиться на рівні 19.8%).

ВИСНОВКИ

У дисертації наведене теоретичне узагальнення і здійснено нове вирішення наукової задачі, що полягає у розробці розрахункової методики для визначеннях максимальних витрат води з невеликих водозборів Закарпаття.

Більшість сучасних методів для розрахунків максимального стоку з невеликих водозборів спирається на інформаційне забезпечення по середніх і досить крупних річках. Це в повній мірі відноситься й до території Закарпаття з її досить розвинутою гідрографічною мережею і формуванням частих дощових паводків.

На підставі аналітичного огляду та перевірних розрахунків по 23 водозборах Закарпатської воднобалансової станції установлена невідповідність розрахункових величин максимальних витрат води матеріалам спостережень, особливо по малих річках.

Неоднозначною є оцінка й гідрологічної ролі Карпатських лісів у формуванні паводкового стоку. Основні наукові і практичні результати автора зводяться до наступного:

1.Вперше в Україні побудована розрахункова схема для максимального паводкового стоку з невеликих гірських водозборів, яка в цьому діапазоні площ (*F<*550 км2) забезпечена відповідною і якісною вихідною інформацією.

2.В її основу покладено теоретичну модель А.М. Бефані (1958, 1981), розвинуту Є.Д. Гопченком (2000) та дещо видозмінену автором дисертації – стосовно малих водозборів <<1.0). Останнє значно спростило розрахунки трансформаційних функцій, пов’язаних з тривалістю руслового добігання і русло-запалавним регулюванням.

3.Для території Закарпатської воднобалансової станції обчислені максимальні модулі схилового припливу, які змінюються у широкому діапазоні (від 1.24 до 3.99 м3/с⋅км2) та залежать від залісеності водозборів. У меншій мірі від залісеності залежать шари стоку (вони зменшуються до 18% при =100%), а в більшій – тривалість схилового припливу (вона збільшується майже у 3 рази при =100%, порівняно з незалісеними водозборами). Саме остання й визначає природну зарегульованість паводкового стоку у Закарпатті.

4.Дані про максимальні модулі схилового припливу  дали змогу вперше для оцінки загального впливу залісеності гірських водозборів на максимальні витрати води під час паводків ввести комплексний показник зниження їх висоти. Коливається цей показник у Закарпатті від 1.0 при =0 до 0.29 – при =100%, тобто при повній залісеності водозборів максимуми паводкового стоку зменшуються більше, ніж у 3 рази. Цей висновок необхідно враховувати при веденні господарської діяльності в регіоні.

5.При визначенні тривалості схилового припливу використано метод чисельного вирішення задачі відносно , здійсненого автором в рамках прийнятої розрахункової формули (14) з врахуванням (15) і (16).

6.Щодо трансформаційних коефіцієнтів, обумовлених русловою трансформацією  і русло-заплавним регулюванням , то слід відзначити таку закономірність – обидва вони своєю верхньою межею мають одиницю, а потім закономірно зменшуються: перший до 0.67 (при площі *F*=550 км2), а другий – до 0.45 (при тій же площі), але у діапазоні *F<*15 км2 провідну роль у трансформації паводків відіграє руслове добігання, а при *F>*15 км2 – русло-заплавне регулювання.

7.Установлено, що на малих водозборах редукція максимальних модулів значно нижча, ніж на середніх і великих річках регіону і характеризується вона в області *F<*550 км2 показником степені =0.19, що у півтора-два рази нижче, ніж у відомих розробках цього питання по Закарпаттю.

8.Перевірні розрахунки по 23 водозборах Закарпатської ВБС свідчать про задовільні результати при використанні запропонованої методики – середнє відхилення розрахункових значень від вихідних даних складає ±21.1% при середній квадратичній похибці =19.8%. Методика в цілому, а також рекомендації щодо впливу залісеності на регулювання максимального стоку пропонуються до практичного використання.

9.Враховуючи унікальність Закарпатської воднобалансової станції (за розташуванням, набором гідрологічних і метеорологічних об’єктів), програму досліджень на ній слід не скорочувати, а навпаки, розширити, здійснивши необхідні заходи по обладнанню її сучасною вимірною технікою.

Список опублікованих праць здобувача за темою дисертації

1. Гопченко Е.Д., Краснова О.В. Расчеты характеристик максимального стока паводков и половодий. Межвед. научн. сб. Украины. – Метеорология, климатология и гидрология // Одесса. - 1996. – Вып. 33. – с. 125-130.
2. Гопченко Е.Д., Краснова О.В. Анализ паводкоформирующих осадков на территории Закарпатской воднобалансовой станции. Межвед. научн. сб. Украины. – Метеорология, климатология и гидрология // Одесса. - 1999. – Вып. 36. – с. 180-190.
3. Краснова О.В. О применимости формул предельной интенсивности к расчету максимального стока малых рек Закарпатья. Міжвід. наук. зб. України. – Метеорологія, кліматологія і гідрологія // Одеса. – 2000. – Вип. 40. – с. 142-150.
4. Гопченко Е.Д., Краснова О.В. О влиянии залесенности на максимальный паводочный сток в Закарпатье. Межвід. наук. зб. України – Метеорологія, кліматологія і гідрологія // Одеса. – 2002, вип. 46, с. 374-380.
5. Краснова О.В. О коэффициентах паводочного стока в Закарпатье. Тези допов. міжнар. конфер. “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002” // Одеса. – 2002. – с. 226.

АНОТАЦІЇ

Краснова О.В. Максимальний стік дощових паводків з невеликих водозборів у Закарпатті. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. – Спеціальність 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. – Одеський державний екологічний університет, Одеса, 2002.

Дисертація присвячена аналізу умов формування і розробці методики для нормування характеристик паводкового стоку невеликих річок (*F<*550 км2) у Закарпатті. За основу прийняті матеріали багаторічних спостережень на території Закарпатської воднобалансової станції. Аналіз сучасного стану в галузі максимального стоку та перевірні розрахунки показали, що перенесення закономірностей з середніх і великих річок на невеликі водозбори може суттєво впливати на точність визначення максимальних витрат води останніх.

Формування дощових паводків у Закарпатті обумовлено не окремими, навіть інтенсивними, зливами, а багатодобовими опадами з великою їх кількістю за дощові періоди і коефіцієнтами стоку, які при досить значній зволоженості досягають одиниці.

Запропонована методика для розрахунку максимального паводкового стоку малих річок (*F<*550 км2) у Закарпатті базується на моделі руслових ізохрон і представлена в операторному вигляді (через максимальний модуль схилового припливу і трансформаційні функції, які пов’язані з розмірами водозборів). Виявлено суттєвий вплив залісеності водозборів () на максимальні витрати води, особливо в діапазоні >40%.

В цілому методика дає змогу підвищити надійність розрахунків максимального стоку малих річок Закарпаття (*F<*550 км2) і пропонується заміcть діючих в цей час в Україні нормативних документів.

**Ключові слова:** паводковий стік, залісеність, шар стоку, максимальні модулі, тривалість схилового припливу.

Краснова О.В. Максимальный сток дождевых паводков с малых водосборов в Закарпатье. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Специальность 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Одесский государственный экологический университет, Одесса, 2002.

Диссертация посвящена анализу условий формирования и расчету характеристик паводочного стока малых водосборов Закарпатья. В основу положены материалы многолетних наблюдений Закарпатской воднобалансовой станции, в пределах которой имеется 23 водосбора с площадями от 0.29 до 550 км2, диапазоном высот – от 550 до 1050 м БС и залесенностью – от 0 до 96.1%. Поскольку Закарпатье относится к весьма паводкоопасным регионам Украины, то расчету максимального стока рек этого региона посвящено достаточно большое число работ. При нормировании расчетных характеристик паводков использованы практически все известные в современной гидрологии методы. Их общим недостатком является то, что все они построены на материалах наблюдений по стоку больших и средних рек. Проверочные расчеты, выполненные диссертантом по объектам Закарпатской ВБС, показали, что наибольшие ошибки связаны именно с малыми водосборами. Не обоснованным следует считать и применение к нормированию характеристик паводочного стока в Закарпатье структурной базы формул предельной интенсивности. Установлено, что высокие паводки в регионе формируются не за счет отдельных, даже очень интенсивных, ливней, а в результате выпадения их большого количества в составе дождевых периодов, которые продолжаются 2-5 суток и более.

Исключительно важную роль в формировании паводков играет предшествующее увлажнение поверхности склонов и залесенность водосборов. В частности, при достаточно высоком начальном увлажнении коэффициенты стока могут достигать единицы. На залесенных водосборах отмечается уменьшение слоя стока (примерно на 18% при залесенности, равной 100%) и увеличение продолжительности склонового притока. Последнее особенно важно, т.к. залесенность выступает в качестве мощного фактора естественной зарегулированности паводков в Закарпатье. Так, максимальные модули склонового притока при отсутствии залесенности на водосборах доходят почти до 4 м3/с⋅км2, тогда как на полностью залесенных – они менее 1.5 м3/с⋅км2.

В работе использован комплексный показатель для оценки естественной зарегулированности паводков на склонах Закарпатских рек, в основу которого положен максимальный модуль склонового притока паводочных вод к русловой сети. Показано, что при 100%-й залесенности водосборов максимальные расходы воды уменьшаются более, чем в 3 раза.

Для нормирования характеристик максимального паводочного стока малых рек Закарпатья принята операторная структура, непосредственно вытекающая из известной модели русловых изохрон. Основным расчетным параметром расчетной схемы является максимальный модуль склонового притока, объективно определяющий потенциальные размеры паводков. Его трансформация русловой сетью осуществляется при помощи двух функций. Первая связана с распластыванием паводков под влиянием времени руслового добегания, а вторая – обусловлена эффектами русло-пойменного водообмена и регулирования.

Следует отметить, что степень трансформации склонового притока, при прочих равных условиях, определяется главным образом слоем паводочного стока и продолжительностью поступления воды со склонов в русловую сеть. Последние в свою очередь, как отмечалось выше, зависят от залесенности водосборов. А поскольку залесенность водосборов способствует уменьшению объема паводков и увеличению продолжительности притока, то о Закарпатских лесах следует в первую очередь говорить, как о естественных ландшафтных объектах, существенно снижающих паводочную опасность в регионе.

Функции распластывания и русло-пойменного регулирования в совокупности представляют собой коэффициент общей редукции. Интегрально его можно описать через площадь водосбора, с увеличением которой коэффициент общей редукции уменьшается, имея своим верхним пределом единицу, когда водосборная площадь близка к нулю. В работе рассматривается методический прием установления показателя степени в уравнении общей редукции. С этой целью коэффициент общей редукции записывается в виде отношения максимальных модулей руслового стока к соответствующим значениям модулей склонового притока. Особенно эффективным такой подход является в тех случаях, когда по территории в широком диапазоне изменяются как слои стока, так и продолжительность притока (к тому же зависящие еще и от ряда местных факторов). Кроме того, достоинством такой формы представления данных по максимальному стоку является высокая надежность установления связи между  (где - максимальный модуль руслового стока, а - максимальный модуль склонового притока) и площадью водосбора. В логарифмических координатах зависимость должна выходить из своего верхнего предельного значения, равного нулю. Непосредственными измерениями стока область малых площадей водосборов обычно не освещена, что в ряд проблематичных выдвигает проблему расчета максимального стока малых рек, ориентируясь на данные средних, а также крупных рек.

Методика доведена до практического применения и рекомендуется вместо действующих нормативных документов по расчету максимального стока дождевых паводков в Закарпатье. Область ее использования – водосборы с площадями *F≤*550 км2. Точность расчета максимальных расходов воды 1%-й вероятности превышения находится на уровне ±21.1%, которая в полной мере согласуется с точностью измерения характеристик максимального стока в Закарпатье.

**Ключевые слова:** паводочный сток, залесенность, слой стока, максимальные модули, продолжительность склонового притока.

Krasnova O.V. Maximum flood runoff from small watersheds in Zacarpathea. – Manuscript.

Thesis for a candidate’s degree of geography by speciality 11.00.07 – hydrology of land, water resources, hydrochemistry. – The Odessa state environmental university, Odessa, 2002.

The dissertation is dedicated to an analysis of circumstances of the forming and the warking out of the methods for rationing of the small river flood runoff characteristics (F<550 km2) in Zacarpathea. Multi year observations on the Zacarpathean water stage gauge territory were taken as a base. An analysis of the field of the maximum flood and verificational calculations showed that the transference of medium and large river regularities on small watersheds can essentialy act upon the accuracy of maximum water discharge account of the watersheds. The forming of rainfall floods depends on no individual even intensive storm rains but multi-dayly precipitation with large amount of them during the rainfall period, and runoff coefficients which are in the presence of sufficiently significant moisture.

The proposed methods for the computation of the small river maximum flood runoff (F<550 km2) in Zacarpathea is based on the channel isochrone model and represented in the operstion aspect by the maximum modulus of lateral inflow and transformational functions what depended on watershed sizes.

It is showed the essential influence of a watershed forestry area (fa) upon the maximum water discharge in particular in range of fa>40%.

On the whole the methods enable to raise a reliability of computations of the maximum river discharge of small rivers in Zacarpathea (F<550 km2) and likewise the methods is proposed instead of the normative documents being active now in Ukraine.

**Key words:** flood runoff, forestry area, depth of runoff, maximum modulus, duration of slope inflow.

воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>