

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ТОДОРОВА ОЛЕНА ІВАНІВНА**

**УДК 556.166**



**МАКСИМАЛЬНИЙ СТІК ПАВОДКІВ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ  
НА РІЧКАХ ГІРСЬКОГО КРИМУ**

11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата географічних наук

ОДЕСА – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Одеському державному екологічному університеті  
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат географічних наук, доцент  
**Овчарук Валерія Анатоліївна**,  
Одеський державний екологічний  
університет,  
Директор гідрометеорологічного  
інституту

Офіційні опоненти: доктор географічних наук, професор  
**Шерстюк Наталія Петрівна**,  
Дніпропетровський національний  
університет імені Олеся Гончара,  
декан геолого-географічного  
факультету

кандидат географічних наук, доцент  
**Медведєва Юлія Сергіївна**,  
Національний університет  
«Одеська морська академія»  
доцент кафедри гідрографії і  
морської геодезії

Захист відбудеться «13» квітня 2017 р. о 10 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 ознайомитися у бібліотеці Одеського державного  
екологічного університету за адресою: 65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15,  
ОДЕКУ.

Автореферат розісланий «6» березня 2017 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



О.В. Вольвач

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** На теперішній час, в період глобальних змін клімату, науковці у багатьох країнах світу відмічають збільшення випадків екстремальних природних явищ. Дощові паводки відносяться до категорії небезпечних гідрологічних явищ та часто призводять до катастрофічних наслідків. В Україні питанню вивчення цього природного явища приділяється велика увага на різних рівнях – від досліджень університетських до загальнонаціональних.

У жовтні 2015 року стартував проект ЄС «Підтримка України в апроксимації напрацьованого законодавства ЄС у сфері навколишнього середовища». Головним напрямом проекту є управління водними та природними ресурсами, зокрема імплементація водних Директив Європейського Союзу - Водної Рамкової ЄС (2000/60/ЕС) та Паводкової Директив ЄС (2007/60/ЕС). Паводкова Директива передбачає, перш за все, визначення зон можливого затоплення при проходженні паводків, а отже виникає задача визначення максимального стоку річок, особливо рідкісної ймовірності перевищення.

Основні наукові досягнення в галузі розрахунку максимального стоку в Україні належать А.В. Огієвському, В.І. Мокляку, Й.А. Железняку, П.Ф. Вишневському, А.М.Бефані, Є.Д.Гопченку, О.Г. Іваненку, О.М. Мельничуку, Б.В. Кіндюку та ін.

Тим не менш, незважаючи на накопичений величезний досвід, існує багато протиріч у науково-методичних підходах до розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків і весняного водопілля.

Дисертаційна робота присвячена нормуванню характеристик максимального стоку дощових паводків теплого періоду річок Гірського Криму на основі модифікованої редуційної структури, яка була отримана безпосередньо з моделі руслових ізохрон.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Напрямок дисертаційного дослідження входив до науково-дослідної тематики кафедри гідрології суші Одеського державного екологічного університету: «Розрахункові характеристики гідрологічного режиму річок України» (2013-2017 рр. № держреєстрації 0113U005797) у розділах: «Дослідження умов формування стоку річок України в різні фази гідрологічного режиму та в різних фізико-географічних умовах», 2013 р. (Особливості формування паводків холодного та теплого періодів на гірських річках Кримського півострову), «Аналітичний огляд сучасного стану в галузі розрахунку і прогнозу характеристик гідрологічного режиму річок», 2014 р. (Аналітичний огляд регіональних методик щодо визначення максимального стоку паводків на річках Криму), «Збір та статистична обробка вихідної інформації по стоку річок в різні фази водного режиму», 2015 р. (Збір та статистична обробка вихідної інформації по максимальному стоку теплого періоду річок Гірського Криму) та «Обґрунтування та узагальнення розрахункових параметрів сучасних моделей для розрахунку і прогнозу стоку річок», 2016 р. (Обґрунтування характеристик схилового припливу для річок Гірського Криму).

Наукові напрацювання автора частково використані в науково-дослідній

роботі “Підготовка до видання серії монографій “Ресурси поверхневих вод України” по басейнах головних річок України”, т. 3, «Басейн Південного Бугу. Річки Причорномор’я» (№ держреєстрації 7/09 0109U004890).

Окремі складові дисертаційної роботи увійшли до розділів науково-дослідної роботи Одеського державного екологічного університету: «Розробка теоретичної моделі формування катастрофічних водопіль на території України в умовах глобальних змін клімату» (2012-2014 рр. № держреєстрації 0112U001125) та «Моделювання екстремальних гідрологічних явищ (паводків та посух) на території гірських регіонів України в умовах сучасних змін клімату» (2015-2016 рр. № держреєстрації 0115U000630).

**Мета і завдання дослідження** полягають в обґрунтуванні та реалізації розрахункової методики для визначення характеристик максимального стоку дощових паводків теплового періоду річок Гірського Криму.

*Для досягнення мети були сформульовані та вирішені такі задачі дослідження:*

- проаналізовані умови формування дощових паводків катастрофічного характеру на річках Гірського Криму;
- виконаний аналіз існуючих методів визначення максимальних витрат води дощових паводків та обґрунтування регіональної методики для річок досліджуваної території;
- збір та статистична обробка вихідної інформації по максимальному стоку паводків теплового періоду;
- оцінка можливих тенденцій в часовому та просторовому розподілі характеристик стоку паводків на річках Гірського Криму;
- узагальнення за територією Гірського Криму параметрів розрахункової методики для визначення максимальних витрат води паводків теплового періоду;
- розроблення та реалізація методики визначення максимального стоку паводків теплового періоду для невивчених у гідрологічному відношенні річок досліджуваної території.

*Об’єкт дослідження* – максимальний стік дощових паводків теплового періоду річок Гірського Криму.

*Предмет дослідження* – обґрунтування і реалізація методики розрахунку максимальних витрат води дощових паводків різної ймовірності перевищення для річок Гірського Криму.

**Методи дослідження** полягають у використанні математичної статистики, за допомогою якої здійснено обробку часових рядів гідрологічних та метеорологічних величин, географічного узагальнення розрахункових характеристик, які є визначальними у нормативно-розрахунковій методиці максимального стоку дощових паводків на річках Гірського Криму.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає в обґрунтуванні методики для нормування розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків невивчених у гідрологічному відношенні річок Гірського Криму на основі модифікованої редуційної структури.

Науковою новизною відрізняються такі складові розрахункової методики:

*Вперше:*

- для досліджуваної території удосконалено науково-методичну базу для нормування характеристик максимального стоку дощових паводків гірських річок на основі модифікованої редуційної структури;
- встановлено статистичну однорідність та стаціонарність вихідної інформації по максимальному стоку паводків теплого періоду (з початку спостережень до 2010 року, включно);
- на базі використання даних гідрологічної мережі постів визначені для всієї території Гірського Криму характеристики схилового припливу з використанням комплексного методу;
- для розглядуваної території визначені та узагальнені у просторі максимальні модулі схилового припливу забезпеченістю  $P=1\%$ ;
- отримані коефіцієнти впливу підстильної поверхні на максимальний стік паводків та узагальнені за територією Гірського Криму.

*Удосконалено:*

- базову структуру регіональної розрахункової формули максимального стоку дощових паводків;
- методичні підходи щодо узагальнення основних складових розрахункової схеми;
- методику визначення невимірюваних характеристик схилового припливу – коефіцієнтів його часової нерівномірності та тривалості;
- регіональну формулу для визначення швидкості руслового добігання під час паводків;
- методичні підходи щодо врахування впливу карсту на максимальний стік річок.

*Дістали подальший розвиток:*

- застосування теорії руслових ізохрон для визначення параметрів формули редуційного типу на прикладі річок Гірського Криму;
- методична база для визначення тривалості схилового припливу за допомогою комплексного методу.

**Практичне значення одержаних результатів.** Одержані у дисертаційній роботі результати впроваджені для випробувального використання в Гідрометцентрі Чорного та Азовського морів (назва впровадженого результату: «Оцінка ймовірності формування паводків та посух на річках Кримського півострову»). Наукові напрацювання автора також представлені у свідоцтвах про реєстрацію авторського права на твір у співавторстві (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 58755. Звіт про науково-дослідну роботу “Розробка нової математичної моделі і методичних підходів щодо нормування розрахункових характеристик максимального стоку водопіль на території України з урахуванням змін кліматичних умов ”. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 64865. Звіт про науково-дослідну роботу “Розробка теоретичної моделі формування катастрофічних водопіль на території України в умовах глобальних змін клімату (заключний)”. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 66452. Звіт про науково-дослідну роботу “Моделювання екстремальних гідрологічних явищ (паводків та посух) на території гірських

регіонів України в умовах сучасних змін клімату. Обґрунтування теоретичної бази для нормування паводків і посух у гірських районах України (проміжний) ”.

**Особистий внесок здобувача.** Результати розрахунків та узагальнення параметрів запропонованої методики, наведених у дисертаційній роботі, належать автору. Публікації представлені у співавторстві з науковим керівником, якому належить теоретичне обґрунтування напрямів досліджень, а дисертанту – аналіз та їх практична реалізація.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати досліджень, які є складовою дисертаційної роботи, представлялись та обговорювались на наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (м. Одеса, 2013-2016 рр.), Всеукраїнській конференції з міжнародною участю «Молоді науковці - географічній науці» (м. Київ, 22-23 листопада 2012 р.), Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті 2012» (18-27 грудня 2012 р.), Міжнародній конференції «7-th European conference on Severe storms ECSS» (м. Гельсінкі, 3-7 червня 2013 р.), Міжнародній конференції для молодих вчених і аспірантів в пам'ять видатного російського гідролога Ю.Б. Виноградова «Первые Виноградовские чтения. Будущее гидрологии» (м. Санкт-Петербург, 16-18 листопада 2013 р.), Міжнародній науковій конференції «География: Вызовы XXI века», присвяченій 80-річчю від дня заснування географічного факультету Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського (м. Сімферополь, 8-12 квітня 2014 р.), VI Всеукраїнській науковій конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології» (м. Дніпропетровськ, 20-22 травня 2014 р.), V Міжнародній науково-практичній конференції, присвячена 80-річчю Єврейської автономної області «Современные проблемы регионального развития», Бірбіджан, Росія (9-11 вересня 2014 р.), Міжнародній науково-практичній конференції «География, картография, географическая освіта: історія, методологія, практика» присвячена 25-річчю з дня народження професора Ярослава Жупанського (м. Чернівці, 9-11 жовтня 2014 р.), Міжнародній науковій конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи її вирішення» (м. Одеса, 7-9 жовтень 2014 р.), Четвертій Всеросійській конференції «Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов» (м. Москва, 21-25 вересня 2015 р.), 26th IUGG GENERAL ASSEMBLY 2015 «International union of Geodesy and Geophysics» (м. Прага, 22-28 червня 2015 р.), Міжнародній конференції для молодих вчених і аспірантів в пам'ять видатного російського гідролога Ю.Б. Виноградова «Вторые Виноградовские чтения. Искусство гидрологии» (м. Санкт-Петербург, 18-21 листопада 2015 р.), Triple-helix conference on Bio-based economy and the 4th Clustering Workshop of the Danube-INCO.NET (м. Будапешт, 19-20 липня 2016 р.), The 33rd International Geographical Congress (м. Пекін, 21-25 серпня 2016 р.), Міжнародній науковій конференції «Від географії до географічного українознавства: Еволюція освітньо-наукових ідей та пошуків (до 140-річчя започаткування географії у Чернівецькому національному університеті ім. Ю.Федьковича)» (м. Чернівці, 11-13 жовтня 2016 р.), Всеукраїнській

конференції молодих вчених "Метеорологія, гідрологія, моніторинг довкілля в контексті екологічних викликів сьогодення"(м. Київ, 16-17 листопада 2016 р.).

**Публікації.** Основні наукові і прикладні результати дисертаційної роботи опубліковані у 25 працях, з яких 6 - статті, що входять до переліку ДАК України, 1 стаття надрукована у зарубіжному науковому журналі, 1 стаття в зарубіжному електронному науковому журналі, що входить до наукометричної бази даних Web of Science, 17 тез доповідей всеукраїнських, міжнародних наукових конференцій та конференцій молодих вчених ОДЕКУ.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 216 сторінок друкованого тексту, 11 таблиць, 58 рисунків і 20 додатків на 49 сторінках друкованого тексту.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність обраної теми, визначено її об'єкт та предмет, сформульовано мету та головні завдання, висвітлено наукову новизну, розкрито теоретичне і практичне значення отриманих результатів, наведено дані про апробацію.

У **першому розділі** «*Фізико-географічна характеристика території Гірського Криму*» надається коротка характеристика фізико-географічних і кліматичних умов району дослідження. Особливістю Гірського Криму є наявність трьох гряд – Головної гірської гряди та двох передгірних – Внутрішньої і Зовнішньої. Представлена інформація про гідрологічну вивченість річок Гірського Криму. На досліджуваній території розташовано 54 гідрологічні пости з площами водозборів від 0,32 км<sup>2</sup> (б. Скеляста - с. Міжріччя) до 3540 км<sup>2</sup> (р.Салгир - с.Листв'яне) та періодом спостережень від 17 років (р.Альма - с.Карагач) до 82 (р. Су-Індол - с.Тополівка).

Характерними особливостями гідрологічного режиму річок досліджуваної території є дощові паводки. На водозборах Гірського Криму найбільш часто спостерігається максимальна добова кількість опадів, що формує паводки, в межах 71-90 мм (27,3%), також характерними для формування паводків теплого періоду є опади в межах 31-70 мм (у сумі частота їх появи становить 40,9%).

Одним з факторів, який суттєво впливає на водний режим Кримських річок є карст, який спричиняє перерозподіл стоку між водозборами та призводить до порушення зональності у розподілі поверхневого стоку річок.

У **другому розділі** «*Аналітичний огляд методів розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків*» розглядаються науково-методичні підходи щодо розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків та рекомендації ВМО, у тому числі окремі авторські розробки в галузі розрахунку характеристик максимальних витрат води дощових паводків для річок Гірського Криму.

Відповідно до класифікації проф. Гопченка Є.Д., формули максимального стоку можна поділити на дві групи: формули, засновані на схематизації

схилового і руслового (або лише руслового) гідрографів та формули, що засновані на теорії руслових ізохрон.

Нормативні документи, зокрема СНіП 2.01.14-83, ґрунтуються на спрощених редуційних структурах (при  $F > 200 \text{ км}^2$ ) і формулах граничної інтенсивності (при  $F < 200 \text{ км}^2$ ). Розрахунок максимального стоку річок Гірського Криму за даними структурами не забезпечений необхідними вихідними даними. Результати розрахунків за методиками, які запропоновані у «Ресурсах поверхневих вод СРСР» та за П.Ф. Вишневським, свідчать про неправомірність використання структур на сучасному етапі. Методика, що запропонована Є.Д. Гопченком та Скорик О.Л. (1998 р.) потребує уточнення параметрів на сучасному етапі.

Аналіз науково-методичної бази свідчить про те, що вона є недостатньо обґрунтованою і потребує удосконалення. Тому необхідно звернути увагу на нормування характеристик дощових паводків і весняних водопіль на більш сучасній теоретичній основі. Особливо це стосується моделей геометричного плану, в основу яких покладені гідрографи схилового та руслового стоку (або тільки руслового), а також моделі ізохрон.

Автором віддана перевага редуційній формулі вигляду (1), яка була отримана безпосередньо з моделі руслових ізохрон

$$q_m = \frac{q'_m}{(F + 1)^{n_1}}, \quad (1)$$

де  $q'_m$  - максимальний модуль схилового припливу,  $n_1$  - показник редуції,  $F$  - площа водозборів.

Формулу (1) слід вважати, по суті, узагальненим варіантом одноmodalної геометрії гідрографів паводків і повеней, але лише для випадку, якщо мінливість тривалості припливу вод зі схилів  $T_0$  по території в цілому невелика і її припустимо усереднити.

При цих умовах  $q'_m$  є максимальний модуль схилового припливу і дорівнює:

$$q'_m = \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_m = k_o Y_m, \quad (2)$$

де  $k_o$  - коефіцієнт трансформації схилового стоку;  $Y_m$  - шар стоку за повінь або паводок;  $\frac{n+1}{n}$  - коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу.

За моделлю руслових ізохрон базовою для них є формула (3) у редакції Є.Д. Гопченка

$$q_m = q'_m \psi \left( \frac{t_p}{T_0} \right) \varepsilon_F. \quad (3)$$

Співставлення (1) і (3) показує, що

$$\psi \left( \frac{t_p}{T_0} \right) \varepsilon_F = \frac{1}{(F + 1)^{n_1}}, \quad (4)$$



тобто при осередненні по території  $T_0$  рівняння (3) зводиться до відомої структури редукційної емпіричної формули.

Формула вигляду (1) є наслідком осереднення по території  $T_0$ . Як видно з (2), ця умова не є обов'язковою, але тоді  $T_0$  не підлягає осередненню, а узагальнюється по території іншими прийомами. Зокрема, одним з варіантів узагальнення є картування величин, і, якщо спостерігається зміна по території в одному напрямку  $T_0$  і  $Y_m$ , то тоді редукційна формула набуває вигляду:

$$q_m = \frac{q'_m}{(F+1)^{n_1}}, \quad (5)$$

де  $q'_m$  – максимальний модуль схилового припливу, який дорівнює

$$q'_m = 0,28 \frac{n+1}{n} \frac{1}{T_0} Y_{1\%}. \quad (6)$$

Перевагою цієї структури, на думку автора, є її простота та невелика кількість розрахункових параметрів. З іншого боку, на відміну від стандартних формул редукційного вигляду, при обґрунтуванні структури (6) застосовано метод ізохрон, що дозволяє більш повно врахувати усі стокоформуєчі фактори, які в даній формулі представлені складовими модуля схилового припливу  $q'_m$ .

**Третій розділ** «Статистична обробка вихідної інформації по максимальному стоку паводків теплового періоду на річках Гірського Криму» присвячений аналізу результатів статистичної обробки вихідних даних часових рядів максимального стоку дощових паводків, оцінці точності вихідної інформації та дослідженню впливу зональних та а зональних факторів на шари стоку паводків.

Передумовою до статистичної обробки часових рядів максимальних витрат води та шарів стоку є перевірка їх на однорідність. Перевірка однорідності вихідної інформації за допомогою критеріїв Стюдента, Фішера та Уїлкоксона показала, що характеристики максимального стоку дощових паводків для річок Гірського Криму у більшості випадків однорідні у часі. Так, ряди максимальних витрат води дощових паводків однорідні в 21 випадку з 23 за трьома критеріями, тобто 91% рядів є однорідними. Подібна ситуація спостерігається і для рядів шарів стоку - вони однорідні в 20 випадках з 22 за трьома критеріями (91%). Отже, в цілому по території інформацію по максимальному стоку дощових паводків можна вважати однорідною.

Розрахунки статистичних параметрів – середніх значень, коефіцієнтів варіації  $C_v$  і асиметрії  $C_s$  та співвідношення  $C_s/C_v$  часових рядів стоку річок (максимальних витрат води і шарів стоку), у відповідності до рекомендацій нормативного документу СНіП 2.01.14-83, виконувались із застосуванням методів моментів та найбільшої правдоподібності. При визначенні шарів стоку та максимальних витрат води опорної забезпеченості  $P=1\%$  використана крива трипараметричного гама-розподілу С.М. Крицького і М.Ф. Менкеля. Порівняння отриманих величин заданої забезпеченості із спостереженими максимумами показало їх задовільну збіжність.

З метою дослідження впливу зональних та азоняльних факторів на отримані стокові характеристик й враховуючи, що характеристики стоку в горах підкоряються висотній поясності, побудовано залежність  $Y_{1\%}$  від середньої висоти водозбору  $H_{сер}$ . В цілому для річок досліджуваної території спостерігається закономірне збільшення шарів стоку із ростом висоти місцевості. Отримана залежність може бути представлена лінійним рівнянням зі значущим коефіцієнтом кореляції ( $r=0,52$ ). З іншого боку, отримана залежність може бути застосована лише для тих водозборів, для яких немає значного впливу карсту. До області карсту увійшли р.Біюк-Узеньбаш - с.Щасливе, р.Чорна - с.Родниківське, р.Чорна - біля гори Кизил-Кая та притока р.Кучук-Узеньбаш. Для цих водозборів значення шарів стоку  $Y_{1\%}$  значно вищі за районні, і на нашу думку, це пов'язане з додатковим припливом карстових вод з сусідніх водозборів.

Надалі, з метою оцінки впливу інших факторів на шари стоку паводків теплоного періоду, величини  $Y_{1\%}$  приведені до єдиної умовної висоти (600 м). Аналіз залежностей  $Y_{H=600}$  від широти місцевості та залісеності водозборів показав, що вони є незначущими. В результаті, зроблено висновок, що основними чинниками, які істотно впливають на шари стоку дощових паводків є середня висота водозборів та карст.

За формулою (7) розраховані середні квадратичні похибки 1%-вих квантилів  $Q_{1\%}$  вихідних рядів максимальних витрат води

$$\sigma_{Q_{1\%}} = \frac{E_{\sigma}}{\sqrt{n}} \cdot 100. \quad (7)$$

Точність даних по максимальному стоку паводків теплоного періоду річок Гірського Криму становить 21,6%.

У четвертому розділі «Визначення характеристик руслового добігання та схилового припливу під час паводків на річках Гірського Криму з використанням комбінованих методів» уточнені параметри регіональної розрахункової формули швидкості руслового добігання, наводяться методичні підходи щодо визначення тривалості руслового добігання повенеких хвиль, обґрунтування коефіцієнтів нерівномірності припливу води зі схилів до руслової мережі під час паводків, встановлено (за допомогою комп'ютерної програми «Сагуар» і комплексного методу) та узагальнено за територією тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі.

Для обґрунтування параметрів формули швидкості руслового добігання річок Гірського Криму використаний *комбінований метод*, який враховує схематизацію поперечного перерізу русел і дані вимірювань швидкостей течій в окремих створах. У результаті розрахункова формула швидкості руслового добігання для річок Гірського Криму має вигляд:

$$V_{\sigma} = 0,23F^{0,18} I_{сер.зв.}^{0,34} \text{ м/с.} \quad (8)$$

Обґрунтована формула (8) може бути використана для визначення швидкості добігання невивчених річок даної території, при необхідному мінімумі вихідних даних - площі водозборів і середньозважених ухилах річок.

Зокрема, при розрахунках зазвичай використовується не сама швидкість

руслового добігання, а його тривалість, яка представляє собою відношення гідрографічної довжини водотоку до швидкості добігання, тобто

$$t_p = \frac{L}{V_\partial}, \text{ год}, \quad (9)$$

де  $L$  – гідрографічна довжина водотоку, км;  $V_\partial$  – швидкість руслового добігання, км/год.

Таким чином, регіональна розрахункова формула для визначення тривалості руслового добігання паводків на річках Гірського Криму має вигляд:

$$t_p = \frac{L}{0,23F^{0,18} I_{\text{сер.зв}}^{0,34}}. \quad (10)$$

Розрахункові значення тривалості руслового добігання для річок досліджуваної території змінюються з 0,17 год. (притока р.Кучук-Узеньбаш) до 143,43 год. (р.Салгир - с.Листв'яне).

Коефіцієнти нерівномірності схилового припливу  $(n+1)/n$  через відсутність спостережень за схиловим припливом визначались на основі відповідних коефіцієнтів часової нерівномірності руслового стоку  $(m_1+1)/m_1$

$$\frac{m_1+1}{m_1} = \frac{\bar{T}_n \bar{Q}_m}{\bar{Y}_m F} 86,4, \quad (11)$$

де  $\bar{Y}_m, \bar{T}_n, \bar{Q}_m$  – середні за період спостережень характеристики (шар стоку, тривалість водопілля, витрата води);  $F$  – площа водозборів, км<sup>2</sup>.

Просторове узагальнення  $(m_1+1)/m_1$  показало, що вони можуть бути інтегрально відображені через площу водозборів  $F$ . Залежність виявилась достатньо добре вираженою, отже може бути проєкстрапольована на вісь ординат з метою визначення  $(n+1)/n$ . Для річок досліджуваної території  $(n+1)/n=16$ , а степеневий показник у рівнянні гідрографів схилового припливу  $n=0,07$ .

Для визначення тривалості схилового припливу води у руслову мережу для річок Гірського Криму використовувались комп'ютерна програма «Сагуар» і комплексний метод, запропонований проф. Гопченком Є.Д. (2014). Порівняння величин тривалості схилового припливу, отриманих різними методами дає добру збіжність з високим коефіцієнтом кореляції ( $r=0,89$ ), що є підтвердженням достовірності отриманих результатів.

З метою подальшого узагальнення побудована залежність  $T_0$  від висотного положення водозборів  $H_{\text{сер}}$ . Отримана залежність ілюструє чітке збільшення тривалості схилового припливу зі збільшенням середньої висоти водозборів, але також, як й у випадку з шарами стоку, виділяється карстовий район. Карстовий район, за Б.А. Вахрушевим (2004), знаходиться в Кримсько-Кавказькій карстовій країні. Водозбори річок входять до п'яти карстових районів: Байдарсько-Балаклавського, Західно-Південнобережного, Качинсько-Курцовського, Салгирсько-Індолського, Білогірського. Отже, дослідження впливу різних факторів на тривалість схилового припливу  $T_0$  показало, що

основними чинниками у межах розглядуваної території є середня висота водозборів та карст.

У п'ятому розділі «Нормування характеристик максимального стоку дощових паводків теплої періоду на території Гірського Криму» надається методика розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків для річок Гірського Криму за відсутності даних гідрологічних спостережень на річках.

За базову прийнята редуційна структура у вигляді

$$q_m = \frac{q'_{1\%}}{(F + 1)^{n_1}} \lambda_p, \quad (12)$$

де  $F$  - площа водозборів, км<sup>2</sup>,  $n_1$  - показник степені редуції,  $\lambda_p$  - коефіцієнт забезпеченості,  $q'_{1\%}$  - максимальний модуль схилового припливу, м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>), який визначається за формулою вигляду:

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n}{n+1} \frac{1}{T_0} Y_{1\%}, \quad (13)$$

де  $\frac{n+1}{n}$  - коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу;

$T_0$  - тривалість припливу води зі схилів під час паводків, год;  $Y_{1\%}$  - шар стоку за паводок 1-ої забезпеченості, мм.

Для річок північно-західного схилу Кримських гір модулі схилового припливу змінюються від 3,26 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) (р.Бельбек-с.Щасливе) до 19,09 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) (р.Чорна-с.Родниківське). На річках північно-східного схилу Кримських гір  $q'_{1\%}$  змінюються від 0,48 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) (р.Салгир-с.Листв'яне) до 11,22 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) (р.Ангара-с.Перевальне). Значення  $q'_{1\%}$  для річок Південного берегу Криму змінюються в досить широких межах, а саме: від 2,69 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) (р.Авунда-с.мт.Гурзуф) до 25,92 м<sup>3</sup>/(с·км<sup>2</sup>) (р.Ворон-с.Ворон).

Оскільки для гірських територій добре виражені залежності стокових характеристик від середньої висоти водозборів, як це показано для шарів стоку та тривалості схилового припливу, то першим етапом узагальнення  $q'_{1\%}$  за територією стала побудова залежності максимальних модулів схилового припливу від середньої висоти водозборів для річок Гірського Криму. Не дивлячись на те, що складові схилового припливу ( $T_0$  та  $Y_{1\%}$ ) описуються статистично значущими залежностями від висоти, їх результуюча  $q'_{1\%}$  суттєво не змінюється з ростом висоти місцевості.

Надалі для узагальнення максимальних модулів схилового припливу  $q'_{1\%}$  виконувалось дослідження впливу на цю величину широти місцевості. В цілому спостерігається зменшення  $q'_{1\%}$  із збільшенням географічної широти центрів водозборів, що відповідає зональному розподілу опадів на даній території.

Залежність між максимальними модулями схилового припливу та широтою місцевості має значущий коефіцієнт кореляції, що є підставою для картування максимальних модулів схилового припливу.

Аналізуючи карту (рис.1) можна відмітити, що розрахункові максимальні модулі схилового припливу в цілому збільшуються з північного сходу на південь від  $0,5 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$  до  $10-15 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ . Локальні максимуми ( $20 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ) спостерігаються на річках Чорна та Ворон, в межах водозборів яких відбувається активне розвантаження карстових вод. Мінімальні значення максимальних модулів схилового припливу (від  $0,5 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$  до  $2,5 \text{ м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ ) приурочені до зони живлення карсту.

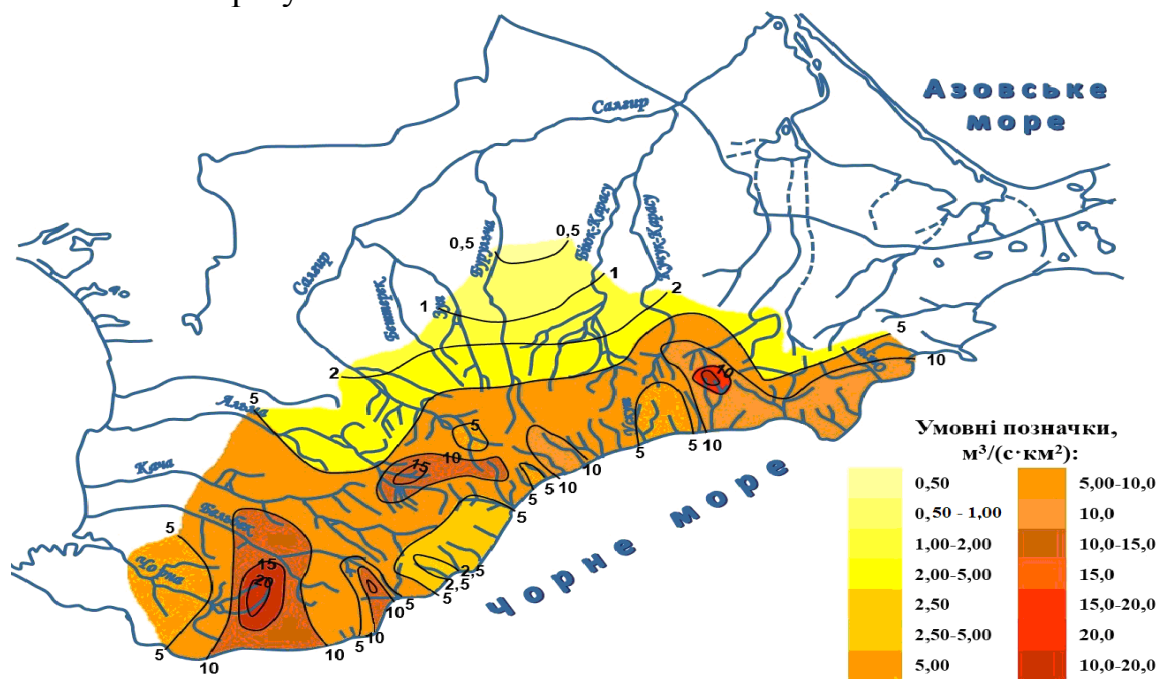


Рис.1. Розподіл максимальних модулів схилового припливу 1%-ої забезпеченості по території Гірського Криму,  $\text{м}^3/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$ .

З іншого боку, з метою врахування впливу підстильної поверхні та висоти місцевості на складові схилового припливу (шар стоку та тривалість схилового припливу) запропонований ще один варіант розрахунку. Спочатку виконаний розрахунок цих характеристик за рівняннями, які описуються впливом висоти місцевості та мають такий вигляд:

$$Y_{1\%} = 0,19H_{\text{сер}} - 18,5, r^2 = 0,27, r = 0,52 \quad (14)$$

та

$$T_0 = 0,10H_{\text{сер}} - 6,80, r^2 = 0,34, r = 0,58 \quad (15)$$

де  $H_{\text{сер}}$  - середня висота водозборів, м.

Використовуючи рівняння (14) та (15), визначені максимальні модулі схилового припливу. Далі, враховуючи попередній аналіз стокоформуючих факторів на досліджуваній території, отримано інтегральний коефіцієнт впливу підстильної поверхні, як відношення розрахункових та фактичних модулів схилового припливу:

$$k_n = q'_{1\%N_{\text{сер}}} / q'_{1\%}, \quad (16)$$

де  $q'_{1\%N_{\text{сер}}}$  - максимальний модуль схилового припливу, розрахований з урахуванням впливу висоти місцевості.

Отримані величини змінюються від 0,06 (р.Салгир-с.Листв'яне) до 3,20 (р.Ворон-с.Ворон) та відображують інтегральний вплив карсту та особливостей підстильної поверхні, яка може бути пов'язана з водогосподарською діяльністю на водозборах. Отже, коефіцієнти, які наближуються до 1,0, свідчать про відсутність впливу підстильної поверхні на досліджувану величину  $q'_{1\%}$ . Для невивчених у гідрологічному відношенні річок  $k_n$  представлений у вигляді карти (рис.2).

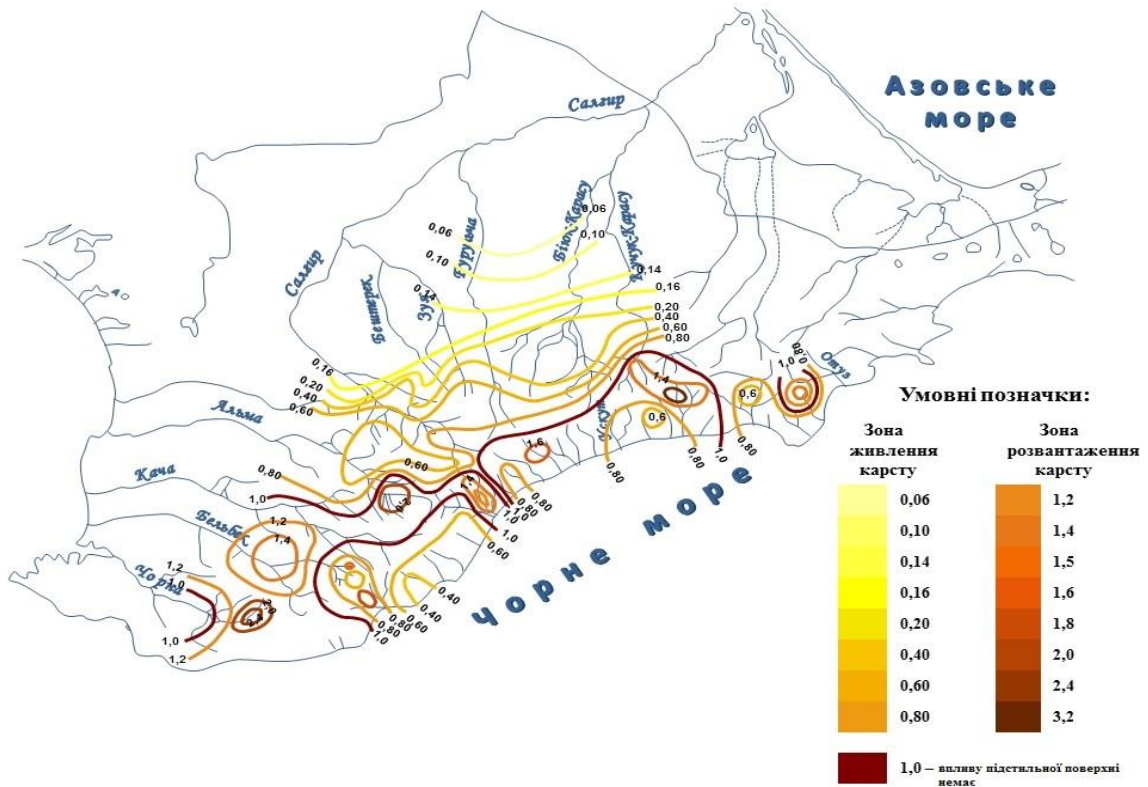


Рис.2. Карта-схема розподілу  $k_n$  по території Гірського Криму.

Аналізуючи карту-схему розподілу  $k_n$ , можна відмітити, що коефіцієнти впливу підстильної поверхні, як і максимальні модулі схилового припливу в цілому, збільшуються з північного сходу на південь від 0,06 до 1,0. Максимуми ( $k_n=2,4$  та  $k_n=3,2$ ) спостерігаються на річках Чорна та Ворон відповідно. В межах водозборів цих річок знаходиться зона розвантаження карсту. Мінімальне значення  $k_n=0,06$  відповідає річці Салгир, в межах якої знаходиться зона живлення карсту та спостерігається активна водогосподарська діяльність (забір води на зрошення).

Таким чином, запропонований варіант розрахунку, який дозволяє окремо враховувати вплив висоти місцевості на складові схилового припливу та інтегрально вплив підстильної поверхні безпосередньо на максимальний модуль схилового припливу підчас паводків теплого періоду на річках Гірського Криму. Розрахункова формула в цьому випадку буде мати вигляд:

$$q_{1\%} = \frac{q'_{1\%} k_n}{(F + 1)^{0,53}} \lambda_p, \quad (5.7)$$

де

$$q'_{1\%} = 0,28 \frac{n+1}{n} \cdot \left( \frac{Y_{1\%_{H_{сер}}}}{T_{0_{H_{сер}}}} \right), \quad (5.8)$$

де  $Y_{1\%_{H_{сер}}}$  – шар стоку за паводок 1-ої забезпеченості з урахуванням середньої висоти водозборів, мм;  $T_{0_{H_{сер}}}$  – тривалість припливу води зі схилів під час паводків з урахуванням середньої висоти водозборів, год.

Осереднена точність розрахунку запропонованих методик знаходиться на рівні  $\pm 21,3\%$ , при точності вихідної інформації  $\pm 21,6\%$ , що дозволяє рекомендувати методику, розроблену для річок Гірського Криму – для практичного застосування.

## ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота є закінченим науковим дослідженням, у якому на регіональному рівні вирішена актуальна задача щодо нормування розрахункових характеристик максимального стоку дощових паводків теплового періоду для річок Гірського Криму.

1. Дослідження умов формування паводків теплового періоду на річках Гірського Криму показало, що одним з факторів, який суттєво впливає на водний режим Кримських річок, є карст. Формування паводків пов'язане з опадами зливого характеру, які охоплюють порівняно невеликі за площею території, але можуть приводити до катастрофічних наслідків.

2. Нормативні документи по розрахунках стоку річок, зокрема СНіП 2.01.14-83, ґрунтуються на спрощених редуційних структурах (при  $F > 200$  км<sup>2</sup>) і формулах граничної інтенсивності (при  $F < 200$  км<sup>2</sup>). Розрахунок максимального стоку річок Гірського Криму за даними структурами не забезпечений необхідними вихідними даними.

3. Результати розрахунків за регіональними методиками, які запропоновані у «Ресурсах поверхневих вод» та за П.Ф. Вишневським свідчать про неправомірність використання цих структур на сучасному етапі, а методика О.Л.Скорик потребує уточнення на актуальних вихідних даних.

4. У роботі за базову для нормування розрахункових характеристик дощових паводків прийнята модифікована редуційна формула (5).

5. Перевірка однорідності вихідної інформації за допомогою критеріїв Стьюдента, Фішера та Уїлкоксона показала, що характеристики максимального стоку дощових паводків для річок Гірського Криму у більшості випадків однорідні у часі. Так, ряди максимальних витрат води дощових паводків однорідні в 21 випадку з 23 за трьома критеріями, тобто 91% рядів є однорідними. Подібна ситуація спостерігається і для рядів шарів стоку - вони однорідні в 20 випадках з 22 за трьома критеріями (91%). Отже в цілому по території інформацію по максимальному стоку дощових паводків можна вважати однорідною.

6. Аналіз як хронологічних графіків, так і різницевих інтегральних кривих показав наявність повних циклів водності і відсутність значущих

трендів для більшості річок Гірського Криму в ході максимального стоку дощових паводків теплого періоду року, а також підтвердив результати щодо однорідності вихідної інформації.

7. При визначенні розрахункових характеристик паводків (максимальних витрат води і шарів стоку) використовувались статистичні параметри розподілу і крива трипараметричного гама-розподілу. Порівняння отриманих величин заданої забезпеченості із спостереженими максимумами показало їх задовільну збіжність.

8. В дисертаційному дослідженні пропонується варіант розрахунку швидкості руслового добігання, який враховує дві схематизації - А.М.Бефані (за глибиною потоку) та Р.А. Нежиховського (за шириною потоку).

9. Для річок Гірського Криму коефіцієнт часової нерівномірності схилового припливу  $(n + 1)/n = 16$ , а степеневий показник у рівнянні схилового припливу  $n = 0,07$ .

10. Для визначення тривалості схилового припливу води у руслову мережу для річок Гірського Криму використовувались комп'ютерна програма «Сагуар» і комплексний метод, запропонований проф. Гопченком Є.Д.

11. Основним розрахунковим параметром запропонованої методики є максимальний модуль схилового припливу  $q'_m$ . Розраховані модулі схилового припливу  $q'_1\%$  для річок Гірського Криму коливаються в широкому діапазоні - від  $0,48 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  (р.Салгир-с.Листв'яне) до  $25,92 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  (р.Ворон-с.Ворон).

12. Узагальнення величин  $q'_1\%$  за досліджуваною територією виконане у вигляді карти-схеми. Підставою для побудови карти-схеми розподілу  $q'_1\%$  стала залежність цієї величини від широти місцевості та зональність в розподілі опадів на розглядуваній території.

13. Розрахункові максимальні модулі схилового припливу в цілому збільшуються з північного сходу на південь від  $0,5 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  до  $10-15 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ . Локальні максимуми ( $20 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ ) спостерігаються на річках Чорна та Ворон. В межах водозборів цих річок відбувається активне розвантаження карстових вод. З іншого боку, мінімальні значення максимальних модулів схилового припливу (від  $0,5 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$  до  $2,5 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{км}^2)$ ) приурочені до зони живлення карсту.

14. Коефіцієнти впливу підстильної поверхні, як і максимальні модулі схилового припливу в цілому, збільшуються з північного сходу на південь від  $0,06$  до  $1,0$ . Максимуми ( $k_n = 2,4$  та  $k_n = 3,2$ ) спостерігаються на річках Чорна та Ворон відповідно. В межах водозборів цих річок знаходиться зона розвантаження карсту. Мінімальне значення  $k_n = 0,06$  відповідає річці Салгир, в межах якої знаходиться зона живлення карсту.

15. Порівняння розрахункових максимальних витрат води заданої забезпеченості ( $P=1\%$ ) показує задовільну збіжність як з вихідною інформацією, так й з найбільшими за період спостережень максимальними витратами води. Точність розрахунку по запропонованій методиці знаходиться на рівні  $\pm 19,7\%$  при



точності вихідної інформації  $\pm 21,6\%$ , що дозволяє рекомендувати методику, розроблену для річок Гірського Криму – для практичного застосування.

16. Точність розрахунку методики з урахуванням коефіцієнта впливу підстильної поверхні знаходиться на рівні 22,9% при точності вихідної інформації 21,6%.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

*Наукові статті у фахових виданнях:*

1. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Максимальный сток дождевых паводков рек Горного Крыма // Вісник Одеського державного екологічного університету. 2014. Вип.17. С.133-140. (визначення максимальних модулів стоку дощових паводків для річок Гірського Криму).

2. Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Статистические параметры максимальных расходов воды и слоев паводочного стока для рек горного Крыма // «Геополітика і екогеодинаміка регіонів» Науковий журнал. 2014. Том 10. Вип.1. С. 766-770. (створення електронної бази даних для річок Гірського Криму до 2010 р. та здійснення статистичної обробки по максимальних витратах та шарах стоку).

3. Тодорова О.І., Овчарук В.А. Обґрунтування параметрів формули швидкості руслового добігання хвиль паводків в теплий період року для річок Гірського Криму // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2015. Т. 1(36).С.25-30. (уточнення параметрів формули швидкості руслового добігання хвиль паводків в теплий період року для річок Гірського Криму).

4. Овчарук В.А., Тодорова О.І. Розрахункові характеристики граничних модулів схилового припливу під час паводків теплої періоду року на річках Гірського Криму // Фізична географія та геоморфологія. 2015.Т.2(78).С.103-109. (визначення граничних модулів схилового припливу та їх узагальнення).

5. Овчарук В.А., Прокоф'єв О.М., Тодорова Е.И. Особенности формирования паводков теплої периода на реках Горного Крыма //Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, № 1157, Серія «Геологія. Географія. Екологія.», випуск 42. С. 99-106. (аналіз умов формування паводків теплої періоду для річок Гірського Криму).

6. Овчарук В.А., Траскова А.В., Тодорова О.І. Розподіл максимальних снігозапасів та опадів під час весняного водопілля на прикладі гірських водозборів басейну річки Дністер // Вісник Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича. 2016. Вип. 775-776. С. 84-89. (аналіз розподілу опадів під час формування максимального стоку у гірських умовах).

*Наукові статті у журналах, що входять до наукометричних баз даних Web of Science та Scopus:*

7. Ovcharuk Todorova O. Determination of characteristics maximal runoff Mountain Rivers in Crimea. J. Fundam. Appl. Sci., 2016, 8(2), 525-541. (результати дослідження та просторове узагальнення характеристик максимального стоку дощових паводків теплої періоду для річок Гірського Криму)  
<http://dx.doi.org/10.4314/jfas.v8i2.23>.

*Наукові статті в зарубіжних виданнях:*

8. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Проблемы создания нормативных документов в области расчета характеристик максимального стока рек Украины и возможные пути их решения // Географический вестник Пермского государственного национального исследовательского университета. 2016. №1(36). С.49-57. (аналіз формул для розрахунку характеристик максимального стоку річок).

*Матеріали наукових конференцій і тези доповідей:*

9. Ovcharuk V.A., Todorova Ye.I. Research of karst's influence on the characteristics of slope runoff during floods on the rivers of north-western slope of Crimean mountains // Research Bulletin SWorld «Modern scientific research and their practical application», Volume J11302, May 2013, J11302-012. (аналіз впливу карсту на характеристики схилового припливу річок північно-західного схилу Кримських гір).

10. Тодорова О.І. Максимальний стік паводків теплого періоду на річках північно-західного схилу Кримських гір // Збірник наукових праць Всеукраїнської конференції з міжнародною участю. К.:Видавництво географічної літератури «Обрії», 2012. Випуск 8. С. 282-285.

11. Ovcharuk V., Todorova E., Myrza E. Calculations characteristic of catastrophic floods on the mountain rivers of the Crimean peninsula. Paper 55. 7-th European conference on Severe storms ECSS 2013. 3-7 June 2013, Scandic Marina Congress Center, Helsinki, Finland. (розрахунок та аналіз отриманих характеристик катастрофічних паводків для гірських річок Кримського півострова).

12. Тодорова Е.И., Мырза Е.Л. Исследование условий формирования паводков теплого и холодного периодов на реках Крымских гор // Матеріали XII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2013. С.63. (дослідження формування паводків теплого періоду та порівняння з паводками холодного періоду).

13. Тодорова Е.И. Катастрофические паводки на реках Горного Крыма в теплый период года // Материалы Международной конференции и школе-семинаре для молодых ученых и аспирантов памяти выдающегося российского гидролога Ю.Б. Виноградова «Первые Виноградовские Чтения. Будущее Гидрологии», Санкт - Петербургский государственный университет, Санкт - Петербург, Россия, 16-18 ноября 2013 года. С. 72-73.

14. Тодорова О.І. Дослідження впливу зональних та азоняльних факторів на максимальний стік дощових паводків річок Гірського Криму // Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології : Мат. 6-ої Всеукр. наук.конф. з міжнар. участю (Дніпропетровськ, 20-22 травня 2014 р.).Дніпропетровськ: ТОВ «Акцент ПП». 2014. С. 270-273.

15. Тодорова О.І. Обґрунтування по території максимальних модулів схилового припливу паводків теплого періоду на річках Гірського Криму // Матеріали XIII наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ОДЕКУ, 2014. С.76-77.

16. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Комплексный метод определения расчетных характеристик склонового притока в периоды дождевых паводков и весенних половодий // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції «Географія, картографія, географічна освіта: історія, методологія, практика» присвяченій 25-річчю створення кафедри Географії України та регіоналістики і 80-річчю з дня народження професора Ярослава Жупанського, 9-11 жовтня 2014 р., м. Чернівці. С. 44-45. (аналіз формул для визначення розрахункових характеристик схилового припливу за комплексним методом).

17. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Продолжительность притока воды со склонов в русловую сеть в период катастрофически высоких паводков на реках Нижнего Амура // Современные проблемы регионального развития: материалы V международ. науч.-практич. конф. Биробиджан, 09-11 сентября 2014 г. / Под ред. Е.Я. Фрисмана. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН – ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема», 2014. С.200-201. (розрахунок тривалості припливу води зі схилів в період катастрофічних паводків).

18. Тодорова О.І., Овчарук В.А. Обґрунтування тривалості схилового притоку під час дощових паводків з використанням комплексного методу (на прикладі річок Гірського Криму) // Матеріали міжнародної наукової конференції студентів та молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення». Одеса:ОДЕКУ, 2014. С.139-140. (використання комплексного методу для визначення тривалості схилового припливу).

19. Тодорова О.І., Овчарук В.А. Дослідження паводкоформуєчих опадів теплої періоду року на території Гірського Криму // Матеріали ІХ наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. - Одеса: ОДЕКУ, 2015. – С.74-75. (аналіз паводкоформуєчих опадів).

20. E. Todorova, V. Ovcharuk Study cyclicity maximum runoff rivers of Crimea in conditions of modern climate change // The 26th IUGG General Assembly, Prague, Czech Republic, Prague Congress Center, July 22- June 2, 2015, HS01p-HS01p HS01p Changes in Flood Risk and Perception in Catchments and Cities. – Abstract:HS01p–119. ([www.iugg2015prague.com](http://www.iugg2015prague.com)) (аналіз циклічності максимального стоку річок).

21. Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Методика нормирования характеристик максимального стока дождевых паводков теплої периода для рек Горного Крыма // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 15-18 сентября 2015 г. / ИВП РАН: отв. ред. Болгов М.В. Москва: ИВП РАН, 2015. С.77-79. (визначення характеристик максимального стоку для річок Гірського Криму).

22. Овчарук В.А., Тодорова Е.И. Пространственно-временные закономерности распределения паводкоформирующих осадков на территории Крыма // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції в пам'яті видаючогося російського гідролога Ю.Б. Виноградова «Вторые Виноградовские Чтения. Искусство Гидрологии», Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, 18-22 ноября 2015 года. С. 255-257. (описання та аналіз розподілу паводкоформуєчих опадів).

23. *Тодорова О.І., Овчарук В.А.* Методика визначення максимального стоку паводків теплого періоду на річках Гірського Криму за умови відсутності спостережень // Матеріали XV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Одеса: ТЕС, 2016. С.82-83. (аналіз методик для визначення максимального стоку паводків теплого періоду на річках Гірського Криму за умови відсутності спостережень).

24. Овчарук В.А., Тодорова О.І., Траскова А.В. Визначення максимального стоку річок Гірського Криму при відсутності спостережень// Мат.Всеукр.конф. молодих вчених (16-17 листопада, м. Київ). К.: Ніка-Центр, 2016. С. 52-54. (опис регіональної методики для розрахунку максимального стоку річок).

25. *Todorova O.I., Ovcharuk V.A.* Extreme precipitation on the territory mountain Crimea // 33rd International Geographical Congress, 21-25 August 2016, Beijing, China. P. 1329. (аналіз опадів на території Гірського Криму).

## АНОТАЦІЇ

**Тодорова О. І. Максимальний стік паводків теплого періоду на річках Гірського Криму.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук за спеціальністю 11.00.07 – гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія. – Одеський державний екологічний університет Міністерства освіти і науки України, Одеса, 2017.

Дисертаційна робота присвячена нормуванню характеристик максимального стоку дощових паводків теплого періоду річок Гірського Криму на основі модифікованої редуційної структури, яка була отримана безпосередньо з моделі руслових ізохрон.

Дослідження умов формування паводків теплового періоду на річках Гірського Криму показало, що одним з факторів, який суттєво впливає на водний режим Кримських річок, є карст. Формування паводків пов'язане з опадами зливого характеру, які охоплюють порівняно невеликі за площею території, але можуть призводити до катастрофічних наслідків.

В роботі запропоновані два варіанта розрахунку максимального стоку дощових паводків теплого періоду річок Гірського Криму. В першому варіанті основним розрахунковим параметром методики є максимальний модуль схилового припливу, який узагальнений у вигляді карти-схеми. Відповідно до другого, в розрахункову формулу введений коефіцієнт підстильної поверхні, який враховує вплив карсту, а максимальний модуль схилового припливу визначається з урахуванням висоти місцевості. Порівняння розрахункових максимальних витрат води заданої забезпеченості ( $P=1\%$ ) показує задовільну збіжність як з вихідною інформацією, так й з найбільшими за період спостережень максимальними витратами води.

**Ключові слова:** максимальний стік, дощові паводки, карст, шари стоку, тривалість схилового припливу.

**Тодорова Е.И. Максимальный сток паводков теплого периода на реках Горного Крыма.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 11.00.07 – гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. – Одесский государственный экологический университет Министерства образования и науки Украины, Одесса, 2017.

На Крымском полуострове насчитывается 1657 рек и периодических водотоков общей протяженностью около 6000 км. Преобладают мелкие реки длиной не более 10 км. Реки Крыма относятся к рекам с паводочным режимом крымского подтипа (классификация Б.Д. Зайкова) или рекам Горно-Крымской ландшафтно-гидрологической страны (согласно Гребню В.В.), водный режим характеризуется двумя периодами: паводочный зимне-весенний или холодный и летне-осенний или тёплый, в целом за паводочный период проходит 80-95 % всего годового стока. Расходы воды на Крымских реках во время паводков резко возрастают. Абсолютные максимумы формируются в тёплый период года при выпадении обильных дождей и могут в 200-400 раз превышать среднегодовые расходы воды. Анализ распределения осадков, которые приводят к формированию паводков теплого периода на реках Горного Крыма показал, что наиболее часто наблюдается максимальное количество осадков в пределах 71-90 мм (27,3%), также характерными для формирования паводков теплого периода являются осадки в пределах 31-70 мм (в сумме частота их появления составляет 40,9%).

В Украине при обосновании расчетных гидрологических характеристик до настоящего времени используют нормативный документ СНиП 2.01.14-83. При определении максимального стока дождевых паводков используются упрощенные редуцированные структуры и формула предельной интенсивности. Однако, расчет максимального стока рек Горного Крыма по данным структурам не обеспечен необходимыми исходными данными. Результаты расчетов по региональным методикам, которые предложены в «Ресурсах поверхностных вод», П.Ф. Вишневым и А.Л. Скорик показали, что они нуждаются в уточнении параметров на современных данных. Таким образом, на основе анализа современного состояния в области нормирования характеристик максимального стока дождевых паводков рек Горного Крыма в качестве базовой принята модифицированная редуцированная структура.

Для нормирования характеристик максимального стока дождевых паводков рек Горного Крыма использованы материалы режимных изданий за многолетний период наблюдений (от начала наблюдений по 2010, включительно) по 54 водосборам. Результаты проверки на статистическую однородность показали, что ряды максимальных расходов воды дождевых паводков однородные в 21 случае из 23 по трем критериям, то есть 91% рядов является однородным. Подобная ситуация наблюдается и для рядов слоев стока паводков. В целом по территории информацию по максимальному стоку дождевых паводков можно считать однородной.

Проведена стандартная статистическая обработка исходной информации

по максимальному стоку паводков рек рассматриваемой территории. В результате получены средние многолетние значения максимальных расходов воды и слоев стока паводков, а также соответствующие им коэффициенты вариации и асимметрии. Определены расходы воды и слои стока редкой вероятности превышения (1, 3, 5 и 10%).

С целью обобщения расчетных характеристик по территории исследовалась их факторная обусловленность. Установлено, что основными факторами, которые влияют на распределение характеристик склонового стока – его продолжительности  $T_0$  и слоя стока  $Y_{1\%}$  – являются средняя высота водосборов и карст. Коэффициент временной неравномерности склонового притока осреднен для рек исследуемой территории на уровне 16.

В работе предложены два варианта расчета максимального стока дождевых паводков теплого периода рек Горного Крыма. В первом варианте основным расчетным параметром методики является максимальный модуль склонового притока, который обобщен в виде карты. Согласно второму, в расчетную формулу введен коэффициент подстилающей поверхности, учитывающий влияние карста, а максимальный модуль склонового притока определяется с учетом высоты местности. Средняя точность расчета по двум вариантам составляет  $\pm 21,3\%$ , при точности исходной информации  $\pm 21,6\%$ , что позволяет рекомендовать методику, разработанную для рек Горного Крыма для практического применения.

**Ключевые слова:** максимальный сток, дождевые паводки, карст, слой стока, продолжительность склонового притока.

**Todorova O.I. Maximum runoff of the floods warm period in the rivers of Mountain Crimea.** – Manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Geographical Sciences, specialization 11.00.07 – land hydrology, water resources, hydrochemistry. – Odessa State Environmental University Ministry of education and science of Ukraine, Odessa, 2017.

The dissertation is devoted rationing characteristics of maximum runoff rain floods of warm period for rivers Mountain Crimea based on a modified reduction structure that was derived directly from the model isochronous channel. Research conditions of formation of flood warm period in the rivers of Mountain Crimea showed that one of the factors that influences the water regime of the Crimean rivers are karst. Formation of floods associated with storm precipitations, covering a relatively small area of the territory, but can lead to catastrophic consequences. The proposed two options for calculating the maximum runoff rain flood of warm period on rivers Crimean Mountains. In the first version the basic calculation parameter is the maximum slope influx module that generalized as a map. In the second variant in the calculated formula introduced factor of underlying surface, which includes the effect of karst and a maximum slope influx module which determined by the altitude. Comparison of the calculated maximum water discharge ( $P=1\%$ ) shows good convergence as with the original information, and so with the largest maximum water discharge of observation period.

**Keywords:** maximum runoff, rain floods, karst, dept of runoff, duration of hillslope inflow.