

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Максимальний стік весняного водопілля річок в межах  
степової частини басейну Сіверського Дінця

Виконав магістр 2-го року навчання  
групи МГ- 2  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньо-наукової програми «Гідрологія»  
Гарний Всеволод Володимирович

Керівник д-р геогр. наук, доцент  
Овчарук Валерія Анатоліївна

Консультант \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Рецензент д-р геогр. наук, професор  
Лобода Наталія Степанівна

Одеса 2019

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 103 «Науки про Землю»  
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри гідрології суші**

**Д-р геогр. наук, проф. Шакірманова Ж.Р.**  
“ 11 ” березня 2019 року

**ЗАВДАННЯ**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Гарному Всеволоду Володимировичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Максимальний стік весняного водопілля річок в межах степової частини басейну Сіверського Дінця

Керівник роботи Овчарук Валерія Анатоліївна, д-р.геогр.наук, доцент,  
( прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “05” жовтня 2018 року №271-С

2. Строк подання студентом роботи 10 травня 2019 р.

3. Вихідні дані до роботи Гідрографічні та морфометричні характеристики, багаторічні ряди спостережень за максимальними витратами води весняного водопілля, шарами стоку та тривалості його припливу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): 1) опис фізико-географічних характеристик степової частини басейну Сіверського Дінця; 2) розрахунок статистичних параметрів розподілу часових рядів максимального стоку; 3) визначення величини максимального стоку різної ймовірності перевищення; 4) визначення розрахункових параметрів в структурі операторної формули; 5) визначення та узагальнення по території характеристик схилового припливу; 6) трансформаційні функції максимального стоку весняного водопілля; 7) перевірні розрахунки;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) графік залежності шарів стоку весняного водопілля одновідсоткової забезпеченості від широти водозбору, карта-схема розподілу по території басейну Сіверського Дінця шарів стоку весняного водопілля одновідсоткової забезпеченості; графік залежності коефіцієнтів нерівномірності руслового стоку від площі водозборів; карта-схема розподілу по степовій частини басейну річки Сіверський Донець тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі в період весняного водопілля; графік залежності трансформаційної функції від часу руслового добігання; графік залежності коефіцієнту русло-заплавного регулювання від площ водозборів

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 11 березня 2019 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Фізико географічна характеристика території та дослідження факторів формування максимального стоку.	11.03-17.03.2019	90	відмінно
2	Аналітичний огляд методів розрахунку максимального стоку весняного водопілля	18.03-28.03 2019	80	добре
3	Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води та шарів стоку дощових паводків	29.03-14.04 2019	90	добре
	<b>Рубіжна атестація</b>	<b>15.04-21.04.2019</b>	<b>85</b>	добре
4	Визначення та узагальнення розрахункових параметрів в структурі операторної формули	15.04-21.04 2019	85	добре
5	Перевірні розрахунки характеристик максимального стоку та висновки	22.04-1.05 2019	86	добре
6	Оформлення роботи	1.05-8.05 2019		
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	10.05-13.05.19		
	Підготовка доповіді, презентації	13.05-24.05.19		
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>86</b>	добре

Студент \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи \_\_\_\_\_  
( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## АНОТАЦІЯ

Магістерська робота Гарного Всеволода Володимировича «Максимальний стік весняного водопілля річок в межах степової частини басейну Сіверського Дінця».

**Актуальність.** Степова частина басейну Сіверського Дінця знаходиться в зоні недостатнього зволоження і в останні роки, коли водність річок басейну Сіверського Дінця має тенденцію до суттєвого зниження особливо в нижній його частині, набуває все більшої актуальності оцінка водних ресурсів річок, зокрема в період весняного водопілля. Суттєвого уточнення потребують розрахункові характеристики максимального стоку річок у порівнянні з наведеними у довідково-нормативній літературі 80-х років минулого сторіччя.

**Мета роботи:** обґрунтування параметрів розрахункової методики для визначення максимальних витрат води в період весняного водопілля для річок степової частини басейну Сіверського Дінця.

**Завдання наукової роботи:** провести статистичну обробку початкової інформації, розрахувати основні параметри розрахункової формули і узагальнити їх по території.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єктом дослідження є максимальний стік весняного водопілля в річок межах степової частини басейну Сіверського Дінця. Предметом дослідження є обґрунтування параметрів регіональної методики для визначення максимального стоку невивчених у гідрологічному відношенні річок.

**Методи дослідження:** географічне узагальнення, статистична обробка, математичне моделювання.

**Результати їх новизна, теоретичне та практичне значення.** Результатом роботи є: розрахунок статистичних параметрів розподілу часових рядів максимального стоку; визначення величини максимального стоку різної ймовірності перевищення; визначення розрахункових параметрів в структурі операторної формули; визначення та узагальнення по території характеристик схилового припливу. Результаті досліджень публікувались в наукових статтях, та були використані підчас доповідей на семінарах. **Отримані результати** можуть бути запропоновані для випробувального використання регіональним відділенням Держводагентства України.

**Структура і обсяг роботи:** робота складається з 4 розділів, вступу і висновків. Об'єм – 102 стор. ; Рисунків – 20; Таблиць – 14.

Використаних літературних джерел – 31; Додатків – 2.

**Ключові слова:** *максимальний стік, весняне водопілля, тривалість припливу, теорія руслових ізохрон, операторна модель.*

## SUMMARY

Master's work by Harnyi Vsevolod «Maximum River Runoff during Spring Flood within the Steppe Part of the Siverskyi Donets Basin».

**Topicality.** The steppe part of the Siversky Donets Basin is located in a zone of inadequate moistening and in recent years, when the wateriness of the rivers in the Siversky Donets basin tends to a significant reduces, especially in the lower part of it, the assessment of water resources of rivers, in particular during the spring flood, is becoming increasingly relevant. Essential clarification requires calculation characteristics of the maximum runoff of rivers compared with those given in reference normative literature 80-ies of the last century.

**Objective:** Justification of the parameters of the calculation method for determining the maximum water discharges during the spring flood for the rivers of the steppe part of the Seversky Donets basin.

**Research Objectives:** to carry out a statistical processing of the initial information, to calculate the basic parameters of the calculation formula and to summarize them in the territory.

**The object and subject of study.** The object of the study is the maximum runoff of spring flood within the steppe part of the Siversky Donets basin. The subject of the study is the justification of the parameters of the regional methodology for determining the maximum runoff of ungauged rivers.

**Methods:** geographic generalization, statistical analysis, mathematical modeling.

**The results of their novelty, theoretical and practical.** The work is: the calculation of the statistical distribution parameters of time series maximum flow; the determination of the maximum flow of different probability of exceedance; determine design parameters in the structure of formula operator; identifying and summarizing the territory overland inflow characteristics. **The results obtained** can be recommended for trial use in the regional departments of the State Waters Agency of Ukraine

**The structure and scope of work:**

Structure: work consists of four chapters, introduction and conclusion.

Volume – 102 pages.; Figures – 20; Tables - 14

References - 31

Appendices – 2

**Keywords:** *maximum runoff, spring floods, duration of slope influx, theory isochronous channel, operator model.*

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. Коротка фізико-географічна характеристика степової частини басейну р. Сіверський Донець.....	9
1.1 Геологічна будова і рельєф.....	10
1.2 Карст.....	12
1.3. Ґрунти і рослинність.....	12
1.4 Коротка кліматична характеристика .....	21
1.5 Водний режим і гідрологічна вивченість.....	24
2. Аналітичний огляд методів розрахунку максимального стоку весняного водопілля.....	30
2.1 Класифікація розрахункових формул максимального стоку...	30
2.2 Редукційні формули .....	31
2.3 Об'ємні формули.....	37
2.4. Генетична формула А.М.Бефані.....	41
2.5 Формули Й.А.Железняка, В.І.Мокляка .....	45
2.6 Обґрунтування розрахункової методики для нормування характеристик максимального стоку з річкових водозборів в басейні Сіверського Дінця.....	50
3. Статистичний аналіз часових рядів максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля та їх узагальнення у межах території степової частини басейну Сіверського Дінця.....	55
3.1 Загальні положення.....	55
3.2 Дослідження циклічності максимального стоку весняного водопілля річок степової частини Сіверського Дінця.....	61
3.3 Визначення статистичних характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні степової частини Сіверського Дінця.....	64

3.4	Узагальнення шарів стоку весняного водопілля в басейні степової частини Сіверського Дінця.....	70
4.	Обґрунтування основних параметрів регіональної методики для визначення максимального стоку невивчених річок в межах степової частини басейну Сіверського Дінця.....	73
4.1	Визначення складових максимального модуля схилового припливу.....	73
4.2	Обґрунтування редуційних функцій, які враховують форму водозборів, динаміки припливу води зі схилів до руслової мережі та русло-заплавне регулювання.....	83
4.3	Перевірка адекватності запропонованої регіональної методики матеріалам спостережень.....	88
	ВИСНОВКИ.....	91
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	93
	ДОДАТКИ.....	97
	Додаток А.....	98
	Додаток Б.....	99

## ВСТУП

Водні ресурси р. Сіверський Донець задовольняють потреби у воді великих промислового та сільськогосподарського комплексу, що розвинувся у східних областях України. Визначення максимального стоку в досліджуваному басейні дозволяє провести оцінку розподілу водних ресурсів упродовж лімітуючого періоду на потреби існуючих водогосподарських комплексів цієї частини басейну. Зокрема, оцінка граничних значень максимальних модулів стоку під час проходження весняного водопілля є досить актуальним завданням, оскільки в окремі роки тут можуть спостерігатися високі водопілля з підйомом рівня до 1,5 м/добу, які можуть призвести до підтоплення сільськогосподарських угідь, населених пунктів та ін.

В першій частині магістерської роботи наведена коротка фізико-географічна характеристика степової зони басейну річки Сіверського Дінця.

Друга частина присвячена аналітичному огляду існуючих методів розрахунку характеристик максимального стоку при відсутності гідрометеорологічних спостережень.

У третій частині представлені результати статистичної обробки та узагальнення інформації по максимальному стоку весняного водопілля.

Заключна четверта частина присвячена визначенню граничних максимумів схилового припливу під час весняного водопілля в степовій частині Сіверського Дінця на базі операторної моделі Є.Д.Гопченко, а також трансформаційних функцій.

Результати магістерської роботи представлялись на конференції молодих вчених ОДЕКУ у 2018 році, а також на міжнародній конференції «Высокие научные цели 2018» 11-12 грудня 2018р., Білорусь, за результатами конференції опублікована наукова стаття в журналі *Modern scientific researches*. Vol. 6, який входить до наукометричної бази Copernicus.



## ВИСНОВКИ

- Аналіз літературних джерел показав, що степова зона басейну Сіверського Дінця відноситься до найвірогіднішої зони можливих повеней на території України у східному регіоні.
- В останні роки провідними вченими-гідрологами проведено низки досліджень щодо впливу змін клімату на водний режим річок. Зокрема для басейну Сіверського Дінця, за результатами дослідження характерна тенденція до більш ранніх дат сніготанення та проходження водопілля.
- Для розрахунку використані сучасні вихідні дані с періодом спостережень від їх початку до 2015р. включно.
- Проведений аналіз існуючих методик для визначення максимального стоку весняного водопілля, дозволив обрати в якості розрахункової операторну модель Є.Д.Гопченка для обґрунтування регіональних параметрів в досліджуваному басейні Сіверського Дінця.
- Аналіз циклічності коливань максимального стоку весняного водопілля показав, що всі річки, за виключенням ряду витрат води на р.Жеребець-с.Торське, мають синхронні коливання водності та можуть бути віднесені до одного гідрологічного району.
- Характерною рисою для всіх досліджуваних річок є тривала маловодна фаза, яка почалась з 1970-1975 років й триває дотепер. Також слід відмітити, що границі фаз відрізняються в залежності від періоду спостережень, зокрема від його початку.
- Результати статистичної обробки показали, що розрахунок за методом моментів та найбільшої правдоподібності дає практично однакові результати. Мінімальне значення коефіцієнту варіації максимальних витрат води  $C_v$  становить 0,59 (р.Деркул-х.Юганів), максимальне – 1,58 (р.Казенний Торець - смт Райське); середнє значення відношення  $C_s/C_v$  приймається рівним 2.5.

- Для шарів стоку весняного водопілля розрахований за методом моментів параметр  $C_v$  змінюється від 0,53 (р. Уди - м. Безлюдівка) до 1,22 (р. Мокра Плотва-м. Карло-Лібкнехтівськ);  $C_s$  – від 0,45 (р. Сіверський Донець-с. Протопопівка) до 2,69 (р. Мокра Плотва-м. Карло-Лібкнехтівськ). За методом найбільшої правдоподібності мінімальне значення коефіцієнту варіації  $C_v$  складає 0,53 (р. Уди - м. Безлюдівка), максимальне – 1,33 (р. Мокра Плотва-м. Карло-Лібкнехтівськ); середнє значення відношень  $C_s/C_v$  приймається рівним 2.

- Проведений аналіз впливу стокоформуєчих факторів показав доцільність узагальнення шарів стоку весняного водопілля у вигляді карти ізолій, в межах басейну 1%-ві шари стоку змінюються в діапазоні від 160 до 60 мм в напрямку за північного сходу на південний захід.

- Тривалість схилового припливу узагальнена за територією у вигляді карти районів з середнім значенням у районі 1 - 285 годин, а у карстовому районі 2 – 527 год.

- Максимальні модулі схилового припливу для річок досліджуваної території змінюються в широких межах – від  $0,39 \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{км}^2$  (р. Бахмут-м. Артемівськ) до  $1,91 \text{ м}^3 / \text{с} \cdot \text{км}^2$  (р. Айдар-смт Білолуцьк).

- Для визначення трансформаційної функції обґрунтована регіональна формула, за якою для всіх розглядуваних водозборів визначені її значення.

- Коефіцієнт русло-заплавного водообміну та регулювання узагальнений у вигляді залежності від площі водозбору. Для практичного використання рекомендується формула експоненційного вигляду.

- Результати перевірочних розрахунків показали, що середнє відхилення розрахункових даних від фактичних в межах розглядуваної території, складає  $\pm 14,1\%$ , що знаходиться на рівні точності визначення максимальних витрат води 1%-ої забезпеченості ( $\pm 16,7\%$ ) та є задовільним результатом.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Атлас України / кер. проекту Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк, А.І. Бочковська / Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», Інтелектуальні Системи ГЕО, 1999–2000. URL: <http://www.isgeo.kiev.ua> (дата звернення: 15.03.2015).
2. Гребінь В.В, Мокін В.Б., Стащук В.А., Хільчевський В.К., Яцюк М.В., Чунарьов О.В., Крижановський Є.М., Бабчук В.С., Ярошевич О.Є. Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної рамкової директиви Європейського Союзу. Київ: Інтерпрес ЛТД, 2013, 55 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.3. Бассейн Северского Донца и реки Приазовья / Под ред. М.С.Каганера. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. 492 с.
4. *Ford, D. C. Karst Hydrogeology and Geomorphology. [Text] / D. C. Ford, P. W. Williams. – Wiley, Chichester, 2007. – 562 p.*
5. Экологическая геология Украины: Справочное пособие / [Е.Ф. Шнюков, М.Г. Демчишин, В.М. Шестопалов, Е.А.Яковлев, Г.Г.Стрижельчик и др.]. – К. : «Наукова думка», 1993. – 407 с. – (Ин-т геологических наук, НАН Украины).
6. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко. – Київ:Вид-во Раєвського, 2003. - 343 с.
7. Кліматичний кадастр України: стандартні кліматичні норми за період 1961-1990 рр. Київ: ЦГО, 2006. 446 с.
8. А.А. Соколов "Гидрография СССР". Л.:Гидрометеиздат, 1964, 355с.
9. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
10. Blöschl, G. et al. (2017) Changing climate shifts timing of European floods. *Science*. Vol. 357, Issue 6351, pp. 588-590, doi: 10.1126/science.aan2506

11. Звіт про науково-дослідну роботу «Моделювання екстремальних гідрологічних явищ(паводків і посух) на території гірських регіонів України в умовах сучасних змін клімату (заключний). Електронний ресурс: [eprints.library.odeku.edu.ua/1826/1/Zvit\\_MON\\_Gopch..0115U000630\\_2016.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/1826/1/Zvit_MON_Gopch..0115U000630_2016.pdf)

12. Екстремальні гідрологічні явища: паводки і посухи на території гірських регіонів України (за ред. Гопченка Є.Д.): Монографія. Одеса: ТЕС, 2018. – 324 с. [eprints.library.odeku.edu.ua/1047/1/pavodky\\_i\\_posuhy\\_monogr\\_2018.pdf](http://eprints.library.odeku.edu.ua/1047/1/pavodky_i_posuhy_monogr_2018.pdf)

13. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины / Е. Д. Гопченко, В. А. Овчарук; Одес. держ. екол. ун-т. - О. : ТЭС, 2002. - 112 с.

14. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки: підручник. Одеса: ТЕС, 2014. 484 с.

15. Руководство по определению расчетных гидрологических характеристик. Л., Гидрометеиздат, 1973, 111с.

16. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л., Гидрометеиздат, 1984, 447с.

17. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Прип'ять: монографія / Є. Д. Гопченко, В. А. Овчарук, Ж. Р. Шакірзанова; МОНМС України, Одес. держ. екол. ун-т. - О. : Екологія, 2011. - 336 с.

18. Нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Дністер: Монографія / В.А. Овчарук, Є.Д. Гопченко, А.В. Траскова; Одеськ. держ-ний екол-ний ун-т. – Одеса, 2017. – 252 с.

19. Удосконалення нормативної бази для визначення розрахункових характеристик максимального стоку річок у межах Причорноморської низовини / Є. Д. Гопченко, В. А. Овчарук, Н. С. Кічук, М. Є. Романчук // [Український гідрометеорологічний журнал](#). - 2014. - № 15. - С. 193-203.

20. Мокляк В.І. Максимальні витрати від талих вод на річках УРСР. – Київ; Видав. АН УРСР, 1957.- 163 с.

21. Бефани А.Н. Основы теории ливневого стока. – Тр. ОГМИ. - 1958. - Ч.II. - Вып. XIV. - 305 с.
22. Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A. Theoretical ground of normative base for calculation of the characteristics of the maximal runoff and its practical realization. *Transboundary Floods: Reducing Risks through Flood Management*. Springer, 2006. - p.91-99
23. Gopchenko E.D., Ovcharuk V.A., Romanchuk M.E. A method for calculating characteristics of maximal river runoff in the absence of observational data: Case study of Ukrainian rivers // *Water Resources. Pleiades*. 2015. Vol. 42. Issue 3. P. 285-291. DOI: [10.1134/S0097807815030057](https://doi.org/10.1134/S0097807815030057)
24. Железняк И.А. Определение максимального расхода половодья по типовым характеристикам гидрометеорологических условий водосбора // *Тр.УкрНИГМИ*. 1985. Вып.201. С.15-27.
25. Овчарук В.А. Исследование структуры формулы максимального стока весеннего половодья И.А.Железняка // *Метеорологія, кліматологія та гідрологія*. Одесса, 2000. – вип.40 - С.137-142.
26. Овчарук В.А. Траскова А.В. Обґрунтування характеристик схилового припливу в період весняного водопілля на річках правобережжя Дністра. // *«Геополітика і екогеодинаміка регіонів» Науковий журнал*. 2014. Том 10. Вип.1. – С. 771-776
27. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – Санкт – Петербург, 2007.278с
28. Гопченко Є.Д., Овчарук В.А., Шакірманова Ж.Р. Зміни гідрометеорологічних характеристик весняного водопілля на рівнинних річках України // *Український гідрометеорологічний журнал*. – Одеса: Екологія, 2012. - №10. – С. 133-142.
29. V.Ovcharuk, N.Shvets. Study cyclical characteristics maximum runoff plains of Ukraine in modern climatic conditions. // *The Climate Symposium 2014 Darmstadt, Germany 13 - 17 October* Режим доступу: [http://www.theclimatesymposium2014.com/S.2.27\\_Ovcharuk\\_Water\\_Cycle.pdf](http://www.theclimatesymposium2014.com/S.2.27_Ovcharuk_Water_Cycle.pdf)

30. Гарний В.В, Овчарук В.А. Статистичні характеристики рядів максимального стоку весняного водопілля в межах степової частини басейну Сіверського Донця// Конференція молодих вчених Одеського державного екологічного університету 02-08 травня 2018р., ОДЕКУ, Одеса. 2018. С.118-119.

31. Овчарук В.А., Гарний В.В. Граничні модулі силового припливу в період весняного водопілля на річках степової частини басейну р. Сіверський Донець.// Modern scientific researches. 2018, Vol. 6 pp.116-120

32. Овчарук В.А. К вопросу о влиянии карста на продолжительность притока воды со склонов в русловую сеть. Деп. ГНТБ Украины 05.03.2001, №42 –Ук2001.