

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: **Максимальний стік дощових паводків в басейні**  
**Сіверського Дінця в сучасних кліматичних умовах**

Виконав магістр 2-го року навчання  
групи МГ-2  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньо-наукової програми «Гідрологія»  
Риженко Євгеній Олександрович

Керівник доктор геогр. наук, професор  
Гопченко Євген Дмитрович

Консультант \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Рецензент доктор геогр. наук, професор  
Лобода Наталія Степанівна

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

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Риженку Євгенію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Максимальний стік дощових паводків в басейні Сіверського Дінця в сучасних кліматичних умовах  
Керівник роботи Гопченко Євген Дмитрович, д-р геогр. наук, професор  
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 Матеріали спостережень за гідрологічним режимом річок в басейні р. Сіверського Дінця з періодом до 2015 року.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Надати огляд методичної бази; 2. Надати фізико-географічний огляд регіону досліджень; 3. Провести розрахунок характеристик максимального стоку річок басейну р. Сіверський Донець; 4. Обґрунтувати і реалізувати рекомендації щодо визначення розрахункових характеристик паводків в басейні р. Сіверський Донець; 5. Обґрунтувати і реалізувати структуру редуційної формули дощових паводків в басейні р. Сіверський Донець.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Графічний матеріал характеристик тривалості схилового припливу.



## АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота Риженка Євгенія Олександровича на тему «Максимальний стік дощових паводків в басейні Сіверського Дінця в сучасних кліматичних умовах».

**Актуальність теми** обумовлена необхідністю удосконалення розрахункової бази в галузі максимального стоку річок.

**Мета і задачі дослідження** полягають у створенні розрахункової методики для нормування характеристик максимального стоку дощових паводків в басейні р. Сіверський Донець.

**Об'єкт і предмет дослідження** ґрунтується на матеріалах спостережень за режимом максимальних витрат води в басейні річки Сіверський Донець.

**Методи дослідження** відносяться до використання статистичних оцінок наявних матеріалів по максимальному стоку дощових паводків в басейні річки Сіверський Донець.

**Результати, новизна досліджень**, теоретичне та практичне значення у магістерській роботі, перш за все, це удосконалення розрахункової структури формули максимального стоку, на основі якої розроблено нову методичну розрахункову базу.

**Теоретичне та практичне значення.** Науково-методичні обґрунтування сприяють удосконаленню нормативної бази для визначення розрахункових характеристик. Результати досліджень за цією тематикою доцільно опублікувати у фахових виданнях.

*Кількість сторінок – 117.*

*Кількість рисунків – 9.*

*Кількість таблиць – 15.*

*Кількість використаних літературних джерел – 31.*

**Ключові слова:** максимальний стік, дощові паводки, розрахункові характеристики, нормативна база.

## SUMMARY

Master's work by Ryzhenko Yevhenii "Maximum runoff during rain floods in the Donets basin under the current climatic conditions"

**The urgency of the topic** is due to the need to improve the settlement base in the field of maximum river flow.

**The purpose and tasks** of the study consist in the creation of a calculation methodology for the valuation of the characteristics of the maximum runoff of rain floods in the river Donets.

**The object and subject of the study** are based on observations of the regime of maximum water discharge in the Donets River basin.

**The research methods** relate to the use of statistical estimates of available materials for maximum drainage of rain floods in the river Donets.

**Results, novelty of researches**, theoretical and practical significance in the master's work is supposed, first, improvement of the calculation structure of the formula of maximum runoff, based on which will be the implementation of a new methodological basis.

**Theoretical and practical significance.** The scientific and methodological substantiation will contribute to the improvement of the regulatory framework for determining the design characteristics. The results of research on this topic should be published in professional editions.

*Number of pages – 117.*

*Number of figures – 9.*

*Number of tables – 15.*

*Number of references – 31.*

**Key words:** maximum runoff, rain floods, calculation characteristics, normative base.

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	9
<b>1. Коротка фізико-географічна характеристика басейну річки Сіверський Донець</b> .....	12
1.1. Географічне положення та рельєф.....	12
1.2. Ґрунтовий покрив .....	14
1.3. Рослинний покрив .....	16
1.4. Кліматична характеристика басейну річки Сіверський Донець .....	19
1.5. Водний режим в басейні річки Сіверський Донець.....	26
1.6. Паводковий стік.....	30
1.6.1. Умови формування паводків.....	30
1.6.2. Визначні дощові паводки. ....	33
<b>2. Обґрунтування та застосування статистичних методів в гідрології</b> ... 36	
2.1. Випадкові величини та закони їх розподілу.....	37
2.2. Характеристики положення кривих розподілу.....	37
2.3. Варіація, асиметрія та ексцес випадкових величин.....	40
2.4. Обчислення статистичних параметрів методом найбільшої правдоподібності .....	43
2.5. Точність визначення параметрів статистичного розподілу .....	44
2.6. Біноміальний розподіл Пірсона III типу .....	46
2.7. Трипараметричний розподіл С.М. Крицького та М.Ф. Менкеля.....	48
<b>3. Аналіз науково-методичної бази в галузі визначення характеристик максимального стоку дощових паводків річок басейну Сіверського Дінця</b> .....	51
3.1. Формули, що ґрунтуються на схематизації гідрографів в галузі розрахунку максимального стоку.....	51
3.1.1. Редукційні формули.....	51
3.1.2. Об'ємні формули. ....	55
3.2. Формули, що ґрунтуються на теорії руслових ізохрон .....	60
3.2.1. Генетична формула А.М. Бефані. ....	61

3.2.2. Формули А.В. Огієвського, Й.А. Железняка та В.І. Мокляка.....	65
3.2.3. Формули граничної інтенсивності.....	69
3.2.4. Операторна модель.....	70
3.3. Нормативні документи по розрахунку характеристик максимального стоку дощових паводків річок.....	71
3.4. Регіональна методика П.Ф. Вишневського.....	73
3.4.1. Призначення розрахункової формули.....	73
3.4.2. Структура розрахункової формули та її параметри.....	74
3.4.3. Максимальна водовіддача зливого стоку.....	77
3.4.4. Оцінка повторюваності максимумів.....	78
3.5. Регіональна методика для розрахунку максимального стоку дощових паводків в басейні річки Сіверський Донець.....	79
<b>4. Обґрунтування розрахункової бази для нормування характеристик максимального стоку дощових паводків у басейні річки Сіверський Донець.....</b>	<b>84</b>
4.1. Визначення степеневого показника $n_1$ в структурі формули максимального стоку дощових паводків у басейні річки Сіверський Донець	84
4.2. Індивідуальні модулі схилового припливу максимального стоку дощових паводків в басейні Сіверського Дінця.....	86
4.3. Просторове узагальнення максимальних модулів схилового припливу дощових паводків в басейні річки Сіверський Донець.....	86
4.4. Оцінка точності розрахункової методики максимального стоку в басейні Сіверського Дінця.....	88
<b>4.5. Розрахункова методика для визначення максимальних модулів стоку дощових паводків забезпеченістю <math>p\%</math>.....</b>	<b>89</b>
Вихідна модель для нормування розрахункових характеристик дощових паводків в басейні р. Сіверський Донець ґрунтується на використанні одномодальних гідрографів стоку в редакції (4.2).....	89
$qr\% = q1\%'(F + 1)0,52\lambda p\% \delta,$ (4.6).....	<b>Ошибка!</b>
<b>Закладка не определена.</b>	
<b>Висновки.....</b>	<b>91</b>
<b>Список використаних джерел.....</b>	<b>92</b>

<b>Додаток</b> .....	95
<b>ДОДАТОК А.1</b> .....	96
<b>ДОДАТОК А.2</b> .....	96
<b>ДОДАТОК А.3</b> .....	96
<b>ДОДАТОК А.4</b> .....	97
<b>ДОДАТОК А.5</b> .....	98
<b>ДОДАТОК Б.1</b> .....	99
<b>ДОДАТОК Б.2</b> .....	103
<b>ДОДАТОК Б.3</b> .....	107
<b>ДОДАТОК В.1</b> .....	109
<b>ДОДАТОК В.2</b> .....	111
<b>ДОДАТОК В.3</b> .....	113
<b>ДОДАТОК В.4</b> .....	115



## ВСТУП

Максимальний стік річок, як одна з фаз гідрологічного режиму, займає особливе місце у практичному використанні його розрахункових характеристик при проектуванні та експлуатації гідротехнічних споруд за умов регулювання стоку, здійснення заходів по захисту від водної стихії населених пунктів, промислових та сільськогосподарських об'єктів.

За даними Центру досліджень епідеміології катастроф (CRED), протягом останніх десятирічч на більшій частині нашої планети спостерігалася рекордно велика кількість стихійних лих природного характеру, від яких постраждало біля 2,7 млрд. чоловік, тобто більше третини населення планети. Згідно з рейтингом CRED, у 2006 році Україна опинилася на восьмому місці внаслідок лютих морозів, від яких загинула 801 людина і постраждало близько 60000 та на дев'ятому в 2008 р. за наслідками паводків, коли постраждало близько 225 000 і загинуло 38 чоловік [1].

За даними CRED, для території України найбільша повторюваність небезпечних природних явищ (51,9%) відповідає паводкам, найменша характерна для посух. За показником ймовірного розподілу економічних втрат найбільші збитки очікуються внаслідок посух, але на другому місці з доволі великим відсотком (39,4%) все ж таки залишаються паводки [1].

Відповідно до Глобальної доповіді про оцінку небезпеки стихійних лих 2015 року (GAR-2015), в якості розрахункової величини втрат використовується поняття середній річний збиток (AAL), який представляє очікувані збитки на рік, пов'язані з виникненням майбутніх небезпек, використовуючи тривалий період спостережень. В якості основних небезпек виділено землетруси та паводки, причому величина збитків від паводків

становить 99,3% від загальної величини й становить більше, ніж 1 млн. доларів США. Саме з вищесказаного можна виділити актуальність теми [1].

**Актуальність теми** обумовлена необхідністю удосконалення розрахункової бази в галузі максимального стоку річок.

Не зважаючи на прогресивний розвиток людства, проблема мінімізації негативних наслідків від повеней різного походження залишається актуальною. Саме тому проблемі вивчення максимального стоку присвячена велика кількість досліджень як у нашій країні, так і за її межами.

Фундаментальні наукові праці в галузі розрахунку і прогнозування характеристик максимального стоку в Україні належать А.В. Огієвському, В.І. Мокляку, І.А. Железняку, А.М. Бефані, Є.Д. Гопченку та ін. Окремі результати цих досліджень увійшли у вигляді складових до нормативних документів, які розроблялись в СРСР (СН 435-72 та СНіП 2.01.14-83). Але згодом з'ясувалося, що теоретична база, на основі якої здійснювались нормування розрахунків характеристик гідрологічного режиму річок, виявилася недосконалою.

Більш того, починаючи з 2003 року, засновники згаданих вище нормативів (Держбуд і Державний гідрологічний інститут, Російська Федерація) змінили їх новим СП 33.101-2003. На жаль, слід зауважити, що суттєві недоліки наукової складової у запропонованому СП залишилися. Оскільки юридично СНіП 2.01.14-83 свою дію припинив, то при підготовці в Україні нового нормативного документу в галузі розрахунку максимального стоку дощових паводків і весняних водопіль, перш за все необхідно створити більш обґрунтовану науково-методичну базу.

**Мета і задачі дослідження** полягають у створенні розрахункової методики для нормування характеристик максимального стоку дощових паводків в басейні р. Сіверський Донець.

**Об'єктом і предметом дослідження** є максимальні витрати води дощових паводків в басейні Сіверського Дінця.

**Методи дослідження** можна віднести до використання статистичних оцінок наявних матеріалів по максимальному стоку дощових паводків в басейні річки Сіверський Донець.

**Результати та новизна досліджень**, а також теоретичне та практичне значення у магістерській роботі, перш за все, це нормування розрахункових характеристик дощових паводків з урахуванням процесів стокоформування, як на схилах, так і у русловій мережі та удосконалення розрахункової структури формули максимального стоку.

**Теоретичне та практичне значення** кваліфікаційної магістерської роботи полягає у науково-методичному обґрунтуванні, що буде сприяти удосконаленню нормативної бази для визначення розрахункових характеристик. Результати досліджень за цією тематикою доцільно опублікувати у фахових виданнях.

**Апробація роботи.** Наукові публікації у збірниках міжнародних науково-практичних конференцій – 3, Всеукраїнських наукових студентських конференцій – 2. Участь у міжнародних науково-практичних конференціях – 5, Всеукраїнських наукових конференціях – 3.

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі доведено, що діючі в Україні нормативні документи і регіональні розрахункові методики у галузі визначення максимального стоку дощових паводків виявилися недосконалими, перш за все, з точки зору їх не досить надійної теоретичної бази. Також, після запровадження існуючого нормативного документу СНіП 2.01.14-83 пройшло більше 40 років і вже застарілими слід вважати самі й параметри гідрологічного режиму річок.

Результати магістерського дослідження є наступними:

1. Дослідження умов формування паводків теплового періоду в басейні Сіверського Дінця показало, що фізико-географічні умови є найбільшим фактором впливу на формування паводків в досліджуваному районі. Формування паводків пов'язане з опадами зливого характеру, які охоплюють порівняно невеликі за площею території, але можуть приводити до катастрофічних наслідків.

2. Вперше для досліджуваної території при нормуванні розрахункових характеристик дощових паводків урахуваними є процеси стокоформування як на схилах, так і в русловій мережі.

3. Статистичний аналіз часових рядів максимальних витрат води і шарів стоку сприяв уточненню розрахункових характеристик відповідних масивів даних спостережень.

4. Трансформація схилового припливу у гідрографічній мережі визначається, головним чином, розміром водозборів.

5. Структура рівняння максимального модуля стоку обґрунтована за допомогою двох рівнянь (схилового (3.93) і руслового стоку (3.94)).

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Овчарук В.А. Максимальний стік весняного водопілля річок України: розрахункові моделі та їх реалізація. Одеса : ОДЕКУ, 2017. 569 с.
2. [https://uk.wikipedia.org/wiki/Сіверський\\_Донець](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сіверський_Донець).
3. Ресурсы поверхностных вод СССР : Ленинград : Гидрометеиздат, 1967. Т.3 В.5. 497 с.
4. Сіверський Донець: Водний та екологічний атлас / О. Г. Васенко та ін. ; за ред. А. В. Гриценко, О. Г. Васенко. Харків, 2006. 188 с.
5. Кліматичний Кадастр України : Державна гідрометеорологічна служба УкрНДГМІ. Центральна Геофізична Обсерваторія. Київ. 2006. 342 с.
6. Ліпінський В. М., Дячук В. А., Бабіченко В. М. Клімат України : Київ, 2003. 343 с.
7. Marianne Fay, Rachel I. Block Adapting to climate change in Eastern Europe and Central Asia. Library of Congress Catalog-in-Publication Data, 2010, 180 p.
8. Laurenz, L., H.-J. Lüdecke, S. Lüning (2019): Influence of solar activity on European rainfall. J. Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. 29-42 p.
9. Риженко Є.О. Максимальний стік дощових паводків в басейні Сіверського Дінця. ЛОГОΣ. Мистецтво наукової думки : зб. матеріалів доп. учасн. II Міжнародної науково-практичної конференції. Вінниця : ГО «Європейська наукова платформа», 2018, с. 162.
10. Гопченко Є. Д., Гушля О.В. Гідрологія суші з основами водних меліорацій. Київ, 1994. 296 с.
11. Charles Thomas Haan Statistical methods in hydrology, Copyright Libri GmbH. 1977. 378 p.

12. Rajib Maity Statistical methods in hydrology and hydroclimatology. Singapore. 2008. 443 p.
13. Arthur G. Cudworth, Jr. Flood Hydrology Manual. Denver : United States Department of the Interior. 1989. 243 p.
14. Соколовский Д. Л. Речной сток. Ленинград : Гидрометеиздат, 1959. 527 с.
15. Кочерин Д. И. Вопросы инженерной гидрологии. Москва : Энергоиздат, 1932. 208 с.
16. Огиевский А. В. Основные закономерности в процессах стока на речных бассейнах. Ленинград : Гидрометеиздат, 1945. 187 с.
17. Соколовский Д. Л. Водные ресурсы рек промышленного Урала и методика их расчета. Свердловск-Москва : Гидрометеиздат, 1943. 247 с.
18. Костяков А. Н. Основы мелиорации. Москва : Сельхозиздат, 1951. 715 с.
19. Мокляк В. И. Формирование максимальных расходов от талых вод и их расчеты. Киев, 1965. 188 с.
20. Гопченко Є. Д., Романчук М. Є. До побудовання нової нормативної бази в галузі максимального стоку на річках України. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ, 2001. 210-226 с.
21. Гопченко Е. Д., Казанкова Т.А., Романчук М.Е. О русло-пойменном регулировании максимального стока. Метеорология, климатология и гидрология. Киев. 1997. 231 с.
22. Протодьяконов М. М. Теория стока поверхностных вод. Москва : Госттрансиздат. 1932. 168 с.
23. Великанов В. А. Водный баланс суши. Москва : Гидрометеиздат. 1940. 180 с.
24. Бефани А. Н. Основы теории ливневого стока. Одесса : Труды ОГМИ. 1958. 305 с

25. Гопченко Е. Д. Некоторые проблемы вопроса расчета максимального поверхностного стока. Москва : Доклады АН СССР. 1988. 957 с.
26. Гопченко Е. Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности. Киев : КНТ. 2005. 148 с.
27. Мокляк В. И. О природе редукции максимальных модулей стока. Метеорология и гидрология. Киев. 1956. 52 с.
28. Бефани А. Н., Бефани Н.Ф. Региональные модели формирования стока на территории СССР. Обнинск. 1981. 60 с.
29. Руководство по определению расчётных гидрологических характеристик. Ленинград : Гидрометеиздат. 1973. 111 с.
30. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик Ленинград : Гидрометеиздат. 1984. 447 с.
31. Вишневський П. Ф. Зливи та злизовий стік. Київ : Наукова думка. 1964. 291 с.