

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: **РОЗРАХУНКИ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКУ ВЕСНЯНОГО**  
**ВОДОПІЛЛЯ В БАСЕЙНІ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ**

Виконав магістр 2-го року навчання  
групи МГ-2 спеціальності 103 «Науки  
про Землю»;  
освітньо-наукової програми  
«Гідрологія»  
Мартинюк Максим Олегович

Керівник: канд.геогр.наук, доцент  
Бурлуцька Марія Едуардівна

Консультант: канд.геогр.наук, доцент  
Романчук Марина Євгенівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри гідрології суші

Д-р геогр. наук, проф.

Шакірзанова Ж.Р.

“11” березня 2019 року

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

Мартинюку Максиму Олеговичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розрахунки максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг

керівник Бурлуцька Марія Едуардівна, канд.геогр.наук., доцент  
роботи:

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу ві, 05 жовтня 2018 року №271-С

2. Строк подання студентом роботи 10 травня 2019 р.

3. Вихідні дані до роботи максимальні витрати та шари стоку весняного водопілля, гідрографічні та морфометричні характеристики басейну р. Південний Буг

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Виконати статистичну обробку максимальних витрат води та шарів стоку

2. Визначити можливі зміни максимального стоку за різні часові періоди

3. Виконати узагальнення по території максимальних шарів стоку

4. Виконати розрахунки і узагальнення по території максимальних модулів стоку і коефіцієнтів трансформації стоку

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Карта-схема розташування гідрологічних постів.

2. Графіки змін характеристик максимального стоку за різні часові періоди

3. Графіки залежності максимальних шарів стоку від географічної широти, висоти, заболоченості та залісеності.

4. Карти ізоліній максимальних шарів стоку і коефіцієнтів трансформації стоку

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.	Збір вихідних матеріалів	11.03-20.03.2019	91	відмінно
2.	Коротка фізико-географічна характеристика басейну	21.03-27.03.2019	90	відмінно
3.	Статистична обробка максимальних витрат води та шарів стоку	28.03-07.04.2019	93	відмінно
4.	Визначення впливу кліматичних змін на гідрологічний режим басейну р. Південний Буг	08.04-14.04.2019	90	відмінно
	<b>Рубіжна атестація</b>	15.04-21.04.2019		
5.	Узагальнення по території максимальних шарів стоку	15.04-22.04.2019	94	відмінно
6.	Розрахунки максимальних модулів стоку	23.04-01.05.2019	92	відмінно
7.	Оформлення роботи	02.05-09.05.2019		
	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>			

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

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

## АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи Мартинюка М.О. «Розрахунки максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг»

**Актуальність теми.** Максимальний стік має надзвичайно важливе значення при проектуванні і експлуатації гідротехнічних споруд на річках. Основні характеристики максимального стоку, такі як максимальні шари стоку, максимальні витрати води, максимальні модулі стоку повинні мати достатнє обґрунтування рекомендації з їх розрахунку.

**Мета і задачі дослідження.** Обґрунтування методики розрахунку максимального стоку для р. Південний Буг, узагальнення характеристик максимального стоку.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Об'єкт дослідження – максимальний стік весняного водопілля. Предмет дослідження – максимальні витрати і шари стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг

**Методи дослідження.** Виконана статистична обробка часових рядів даних, визначений вплив кліматичних змін на характеристики максимального стоку, проведені розрахунки і узагальнення характеристик максимального стоку.

**Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення.** Завдяки проведеному дослідженню були отримані карти ізоліній максимальних шарів стоку 1%-ї забезпеченості і коефіцієнтів трансформації стоку. Ці карти можна використовувати для визначення характеристик максимального стоку, таких як максимальні шари стоку 1%-ї забезпеченості і максимальні модулі стоку 1%-ї забезпеченості за відсутності спостережень в басейні р. Південний Буг.

**Рекомендації щодо використання результатів роботи з зазначенням галузі застосування.** Отриману карту ізоліній максимальних шарів стоку 1%-ї забезпеченості можна використовувати для визначення цих характеристик максимального стоку для недосліджених річок басейну р. Південний Буг. Карта коефіцієнтів трансформації стоку використовується для визначення максимальних модулів стоку 1%-ї забезпеченості для невивчених річок басейну р. Південний Буг. Виконане дослідження можна використовувати для побудови гідротехнічних споруд та водогосподарського проектування.

**Структура і обсяг роботи:**

*Кількість сторінок – 50*

*Кількість рисунків – 4*

*Кількість таблиць – 3*

*Кількість використаної літератури – 19*

**Ключові слова:** характеристики максимального стоку, витрати води, шари стоку, модулі стоку, просторове узагальнення, Південний Буг.

## SUMMARY

to master's work M.O. Martyniuk "Calculations of Maximum Runoff during Spring Flood in the Basin of the Pivdennyi Buh River"

**Actuality of theme.** The maximum runoff is extremely important when designing and operating hydraulic structures on the rivers. The main characteristics of the maximum runoff, such as maximum runoff layers, maximum water consumption, maximum drainage modules, should have sufficient justification for the recommendations for their calculation.

**Purpose and objectives of the research.** The substantiation of the method for calculating the maximum runoff for the Pivdennyi Buh River.

**Object and subject of research.** The object of the study is the maximum flow of spring water. Subject of research is the maximum costs and layers of runoff of spring water in the basin of the Pivdennyi Buh River.

**Research methods.** The statistical processing of time series of data, the influence of climate changes on the characteristics of maximum runoff is made, calculations and generalization of the characteristics of maximum runoff are carried out.

**Results, their novelty, theoretical and practical significance.** Due to the conducted research, maps of insulators of maximum layers of drainage of 1% were provided and the drain flow ratios were obtained. These maps can be used to determine the characteristics of maximum runoff, such as maximum runoff layers of 1% supply and maximal flow modules of 1% coverage in the absence of observations in the basin of the Pivdennyi Buh River.

**Recommendations for using the results of work with the indication of the scope of application.** Received card of insulins of maximum layers of drainage of 1% -security should be used to determine these characteristics of maximum runoff for unexplored rivers in the basin of the Pivdennyi Buh River. The flow transformation coefficient map is used to determine the maximum supply modules of 1% supply. The study can be used for the construction of hydrotechnical structures and water management projects.

**Structure and scope of work:**

*Number of Pages - 50*

*Number of figures - 4*

*Number of tables - 3*

*Number of references - 19*

**Keywords:** characteristics of maximum runoff, water flow, runoff layers, runoff modules, spatial generalization, Pivdennyi Buh River.

## ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Коротка фізико-географічна характеристика басейну р. Південний Буг.....	9
1.1 Геологічна будова і рельєф.....	10
1.2 Ґрунти і рослинність.....	10
1.3 Кліматична характеристика річкового басейну.....	12
1.4 Гідрологічна вивченість.....	15
1.5 Водний режим річки Південний Буг.....	19
2 Статистичні методи дослідження стоку в басейні р. Південний Буг.....	21
2.1 Метод моментів.....	21
2.2 Метод найбільшої правдоподібності.....	24
2.3 Оцінка точності вихідних даних по максимальному стоку.....	25
3 Статистична обробка часових рядів даних максимального стоку весняного водопілля.....	27
3.1 Визначення статистичних характеристик стоку в басейні р. Південний Буг від початку спостережень до 2015 р.....	27
3.2 Визначення можливих змін характеристик максимального стоку весняного водопілля за різні часові періоди р. Південний Буг. Порівняння статистичних характеристик стоку в басейні р. Південний Буг розрахованих для періодів від початку спостережень до 1989р. та від початку спостережень до 2015 р.....	28
3.3. Розрахунок максимальних шарів стоку весняного водопілля басейна р. Південний Буг різної забезпеченості ( $P=1,3,5,10\%$ ).....	30
3.4 Порівняння максимальних шарів стоку весняного водопілля 1%-ї забезпеченості в басейні річки Південний Буг, розрахованих для періодів від початку спостережень до 1989р. та від початку	32

спостережень до 2015 р.....	
4 Обґрунтування методики розрахунку максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг.....	34
4.1 Узагальнення максимальних шарів стоку весняного водопілля 1%-ї забезпеченості у просторі.....	36
4.1.1 Вплив місцевих факторів і географічної широти центрів тяжіння водозборів на 1%-і шари стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг.....	38
4.1.2 Узагальнення максимальних шарів стоку весняного водопілля 1%-ї забезпеченості в басейні річки Південний Буг.....	39
4.2 Розрахунок максимальних модулів стоку весняного водопілля	40
4.3 Просторове узагальнення модулів схилового припливу весняного водопілля річок басейну р. Південний Буг 1%-ї забезпеченості.....	42
4.4. Оцінка методики розрахунків максимальних модулів стоку весняного водопілля 1%-імовірності перевищення.....	44
Висновки.....	46
Список використаної літератури.....	48
Додатки.....	50

## ВСТУП

Максимальний стік має надзвичайно важливе значення при проектуванні і експлуатації гідротехнічних споруд на річках. Основні характеристики максимального стоку, такі як максимальні шари стоку, максимальні витрати води, максимальні модулі стоку повинні мати достатнє обґрунтування рекомендації з їх розрахунку.

Мета магістерської роботи – обґрунтування методики розрахунку максимального стоку весняного водопілля для р. Південний Буг.

Робота складається з 4 розділів.

В першому розділі надається фізико-географічна характеристика досліджуваного басейну, описується геологічна будова, клімат, гідрологічна вивченість та водний режим.

В другому розділі описані існуючі методи розрахунків максимального стоку.

У третьому розділі виконана статистична обробка часових рядів максимальних характеристик стоку весняного водопілля, а також визначені зміни характеристик максимального стоку весняного водопілля за різні часові періоди.

У четвертому розділі виконане просторове узагальнення характеристик максимального стоку весняного водопілля, а також розрахунок максимальних модулів стоку весняного водопілля.

Дослідження, виконане в магістерській кваліфікаційній роботі, пройшло апробацію на міжнародній дисциплінарній конференції молодих вчених «Шевченківська весна» з друкуванням збірника наукових праць, та на конференції молодих вчених секції «Гідрологія суші». По результатам конференції подані тези до друку.



## ВИСНОВКИ

При виконанні магістерської кваліфікаційної роботи було виконане узагальнення максимальних шарів стоку весняного водопілля 1%-ї забезпеченості і розроблена методика розрахунку максимальних модулів стоку весняного водопілля 1%-ї забезпеченості.

Були обрані дані максимальних шарів стоку і витрат води весняного водопілля по 21 гідрологічному посту, розташованому у басейні р. Південний Буг.

Були визначені статистичні характеристики максимальних шарів стоку і витрат води весняного водопілля від початку спостережень до 2015р.

Було проведено визначення змін характеристик максимального стоку за різні часові періоди. Виконане порівняння статистичних характеристик, розрахованих від початку спостережень до 1989 р., та від початку спостережень до 2015 р. Різниця складає 15-20%. Також було виконане порівняння 1%-х витрат води та шарів стоку до 1989 р. та до 2015 р. Різниця також не перевищила 20%, тому було прийняте рішення про використання цілого ряду спостережень за витратами води та шарами стоку.

Визначені шари стоку забезпеченістю 1%, 3%, 5%, 10%.

Проведене узагальнення шарів стоку у просторі, для чого спочатку був виключений вплив широтного положення водозборів і приведення 1%-х шарів стоку до однієї широти (49° пн.ш.).

Наступним етапом було виконане визначення впливу висоти водозборів, залісеності і заболоченості на 1%-і шари стоку, приведені до однієї широти. Через значну залежність 1%-х шарів стоку ( $Y_{1\%}$ , мм) від географічної широти, була побудована карта ізоліній 1%-х шарів стоку. Ізолінії проведені через 20 мм. Середня похибка карти 1%-х шарів стоку весняного водопілля склала 6%, завдяки чому можна зробити висновок, що

побудована карта може бути використана для визначення 1%-х шарів стоку за відсутності спостережень.

Наступним етапом був проведений розрахунок максимальних модулів стоку з метою їх подальшого узагальнення. Спочатку були розраховані перехідні коефіцієнти і витрати води одновідсоткової забезпеченості, максимальні модулі стоку та інші параметри. За цими даними була визначена ступінь редукції  $n_1 = 0,29$ , після чого, за редукційною формулою були розраховані максимальні модулі схилового припливу. Через те, що при розрахунку визначені надзвичайно високі похибки і максимальні модулі схилового припливу не мали чіткої залежності від географічної широти водозборів, була прийнята методика узагальнення модулів максимального стоку за двома параметрами: коефіцієнту трансформації стоку і максимальних шарів стоку весняного водопілля 1%-ї забезпеченості.

Так були розраховані коефіцієнти трансформації стоку і побудована карта ізоліній коефіцієнтів трансформації стоку.

Ізолінії проведені через 0,005 і зростають з заходу на схід від 0,005 до 0,030.

Виконана оцінки методики, середня похибка розрахунку склала 12,9 %, що дозволяє користуватися запропонованою методикою.

Отже, результатом дослідження стала побудова двох карт ізоліній - максимальних шарів стоку 1%-ї забезпеченості і коефіцієнтів трансформації стоку, якими можна користуватися для визначення максимальних модулів стоку весняного водопілля 1%-ї забезпеченості для недосліджених ділянок басейну р. Південний Буг.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные гидрологические характеристики, Т.6, выпуск 1, Украина и Молдавия, Ленинград 1975 г. 384 с.
2. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. Москва: Издательство МГУ, Наука, 2006. 582 с.
3. Гребінь В.В., Хільчевський В.К. Ретроспективний аналіз досліджень річкової мережі України та застосування типології річок Водної рамкової директиви ЄС на сучасному етапі // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т. 2. 32-47 с.
4. Родевич В.М. К вопросу классификации рек. Изв. ГГИ, №35, 1931, 22-35 с.
5. Гребінь В.В., Мокін В.Б., Сташук 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.
6. Hall J. A European Flood Database: facilitating comprehensive flood research beyond administrative boundaries / J. Hall, B. Arheimer, G. T Aronica, L. Gorbachova et al. // Proc. IAHS. Vol. 370. 2015. 8995 p.
7. Вишневський В.І., Косо́вець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. Київ: Ніка-Центр. 2003. 324 с.
8. Yanko-Hombach V., Gilbert As., Panin N, Dolukhanov P. The Black Sea Flood Question Changes in Coastline, Climate and Human Settlement. Springer, 1st ed. 2007. 971 p.
9. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации Ленинград: Гидрометеиздат, 1989 г. 295 с.

10. Рождественський А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. Ленинград: Гидрометеиздат, 1974 г. 424 с.
11. Helsel D.R. Statistical Methods in Water Resources / D.R. Helsel and R.M. Hirsch. New-York: Elsevier, 1992. 522 p.
12. Соколовский Д.Л. Речной сток, Ленинград: Гидрометеиздат, 1968. 320 с.
13. Бурлуцька М.Е., Мартинюк М.О. Розрахункові характеристики максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Південний Буг // Таврійський науковий вісник (прийнято до друку), 2019.
14. Giorgi F. Introduction to special issue: Regional climate modeling revisited / F. Giorgi, L.O Mearns. // Journal of Geophysical Research. 1999. Vol. 104. 6335-6352 p.
15. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). Київ: Нікацентр, 2010. 316 с.
16. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 448 с.
17. Гопченко Е.Д., Романчук М.Е. Нормирование характеристик максимального стока весеннего половодья на реках Причерноморской низменности. Київ: КНТ, 2005, 148 с.
18. Гопченко Є.Д., Романчук М.Є. Нові підходи до нормування розрахункових характеристик максимального стоку // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Київ, 2000. Т.3. 144-149 с.
19. Огиевський А.В. Гидрология суши (общая и инженерная): учебник для гидромелиоративных институтов и факультетов. Москва: Гос. изд-во с.-х. литературы, 1952. 515 с.