

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра гідрології суші

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Максимальний стік весняного водопілля в басейні річки  
Сіверський Донець: розрахунки і прогнози

Виконала магістр 2-го року навчання  
групи МГ-61  
спеціальність 103 «Науки про Землю»  
Костенко Олена Ігорівна

Керівник д-р геогр.наук, професор  
Гопченко Євген Дмитрович

Консультант \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

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

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки

Кафедра гідрології суші

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 103 «Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Гідрологія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри гідрології суші

Д-р геогр.наук, проф. Шакірманова Ж.Р. \_\_\_\_\_

“26” березня 2018 року

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

Костенко Олені Ігорівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи      Максимальний стік весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець: розрахунки і прогнози

Керівник роботи    Гопченко Євген Дмитрович, д-р геогр.наук, проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «02.11.2017 року» № 321-С

2. Строк подання студентом роботи    01.06.2018

3. Вихідні дані до роботи: Багаторічні часові ряди спостережень за максимальним стоком та шарами стоку весняного водопілля (з початку спостережень по 2010 рік); дані оперативних гідрометеорологічних спостережень гідрометслужби України; дані Центральної геофізичної обсерваторії та Українського гідрометцентру по запасах води в сніговому покриві, атмосферних опадах, температурі повітря, глибинах промерзання ґрунтів, витратах і рівнях води в басейні р. Сіверський Донець.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Коротка фізико – географічна характеристика Сіверського Дінця; 2. Огляд науково-методичної бази для розрахунку характеристик максимального стоку весняного водопілля; 3. Обґрунтування нормативної бази для визначення розрахункових характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець; 4. Метод територіальних довгострокових прогнозів максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок; 5. Довгострокові прогнози характеристик весняного водопілля річки Сіверський Донець

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

Карто – схеми: географічного положення басейну р. Сіверський Донець, ґрунтового та рослинного покриву, розташування гідрологічних постів спостережень, розрахункових модулів схилового припливу весняного водопілля 1% забезпеченості, розподілу максимальних запасів води в сніговому покриві, розподілу глибин промерзання ґрунтів, розподілу по території очікуваних модульних коефіцієнтів весняного водопілля, розподілу по території очікуваних забезпеченостей у багаторічному розрізі  $P\%$  весняного водопілля.

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада<br>Консультанта | Підпис, дата      |                     |
|--------|----------------------------------------------|-------------------|---------------------|
|        |                                              | завдання<br>видав | завдання<br>прийняв |
|        |                                              |                   |                     |

7. Дата видачі завдання 26 березня 2018 року.

## 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                                                                                                                 | 16.03-01.04. 2018              |                        |                       |
| 2   | Огляд науково-методичної бази для розрахунку характеристик максимального стоку весняного водопілля                                                  | 02.04 - 15. 04.2018            |                        |                       |
| 3   | Обґрунтування нормативної бази для визначення розрахункових характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець | 16.04 – 29. 04. 2018           |                        |                       |
| 4   | <b>Рубіжна атестація</b>                                                                                                                            | 30.04-06.05. 2018              |                        |                       |
| 5   | Метод територіальних довгострокових прогнозів максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок                                               | 07.05 - 13. 05. 2018           |                        |                       |
| 5   | Довгострокові прогнози характеристик весняного водопілля річки Сіверський Донець                                                                    | 14-20. 05. 2018                |                        |                       |
| 6   | Оформлення роботи, підготовка презентації, доповіді                                                                                                 | 21.05-01.06. 2018              |                        |                       |
|     | <b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>                                                                |                                |                        |                       |

Студент \_\_\_\_\_ Костенко О.І.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Гопченко Є.Д.  
( підпис ) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота студентки гр. МГ-61 Костенко О.І. на тему «Максимальний стік весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець: розрахунки і прогнози»

**Актуальність теми.** Необхідність удосконалення науково – методичних підходів, пов'язаних з розрахунками характеристик максимального стоку та довгострокове прогнозування його характеристик є актуальною задачею, особливо для невивчених річок.

**Мета і завдання досліджень** полягають в обґрунтуванні методики для розрахунку характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець та використання методу територіальних довгострокових прогнозів шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля в басейні Сіверського Дінця.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Природні умови формування, розрахунок і прогнозування характеристик стоку в період весняного водопілля на річці Сіверський Донець.

**Методи дослідження.** Використано математичну статистику, географічне узагальнення розрахункових характеристик, які передбачені розрахунковою методикою максимального стоку весняного водопілля; практичне застосування методу територіального довгострокового прогнозування шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля на основі встановлення типу весни, дискримінантний аналіз, просторове узагальнення інформації.

**Теоретичне та практичне значення.** За схемою, викладеною в роботі, можливо розрахувати максимальний стік весняного водопілля; картографічна форма представлення розрахункових характеристик (максимальних шарів стоку весняного водопілля, коефіцієнту схилової трансформації); прогнозування весняних водопіль при недостатній кількості або відсутності гідрологічних спостережень; картографічна форма представлення прогностичних величин шарів стоку і максимальних витрат води весняного водопілля (у вигляді модульних коефіцієнтів) та їх забезпеченості (%); використовувалися науково-методичні засади та практичне застосування методу територіального довгострокового прогнозування шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля на основі встановлення типу весни для весняного водопілля 2017-2018 р.

**Наукова новизна.** Вперше на єдиній науково-методичній базі обґрунтовано комплексну тему в області розрахунку і довгострокового прогнозування характеристик весняного водопілля річок.

Кількість сторінок – 150

Кількість рисунків – 18

Кількість таблиць – 21

Кількість використаної літератури – 21

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ВЕСНЯНЕ ВОДОПІЛЛЯ, ВИТРАТА ВОДИ, ШАРИ СТОКУ

## SUMMARY

Master's Qualification Thesis of the student of Group МГ-61 Kostenko O.I. entitled «Maximum Runoff during Spring Floods in the Siverskyi Donets River Basin: Calculations and Forecasts»

**Relevance of the Topic.** The necessity of improvement of scientific and methodical approaches, connected with calculations of characteristics of maximum runoff as well as long-term forecasting of its characteristics are the important tasks, especially for unexplored rivers.

**The aim of the Study** is defining the calculation method for calculation of maximum runoff of spring floods into the basin of the River of Siverskyi Donets and the usage of the method of the area-based long-term forecasts of flow layers and maximum discharge of spring floods in the basin of the River of Siverskyi Donets.

**The Object of the Study.** Natural conditions of formation, calculation and forecasting of the characteristics of the run-off in the period of spring floods on the River of Siverskyi Donets.

**Methods of Investigation.** The following methods were used in the study: mathematical statistics, geographical synthesis of calculation characteristics provided or by calculation methodology of the maximum runoff of spring floods, practical use of the method of area-based long-term forecasting of flow layers and of maximum discharge of spring floods water based on spring type, discriminant analysis, spatial synthesis of information.

**Theoretical and Practical Meaning.** According to the scheme, set out in the study, it is possible to calculate maximum runoff of spring floods; cartographic form of presentation of calculation characteristics (maximum layers of spring floods flow, steep transformation ratio); forecasting of spring floods within sufficient numbers or absence of hydrological observations; cartographic form of presentation of forecasting values of flow layers and maximum discharge of water of spring floods (in form of module ratios) and of their availability (%); scientific and methodical principles were used as well as the practical use of the method of area-based long-term forecasting of runoff layers and maximum discharge of spring floods water based on spring type determination for spring floods of the years of 2017 and 2018.

**Output Data.** Multi-year and operational materials of observations of Hydrometeorological Service of Ukraine, data received by Central Geophysical Observatory and Ukrainian Hydrometeorological Centre by using Automated System ARMgidro (waterst or age in snow cover, rainfall, air temperature, depth of ground freezing, discharge and water levels in rivers).

*Number of pages – 150*

*Number of drawings – 18*

*Number of tables – 21*

*Number of used literature – 21*

**KEYWORDS:** SPRING FLOODS, WATER DISCHARGE, RUNOFF LAYERS

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ.....                                                                                                                                                       | 7  |
| 1 Коротка фізико – географічна характеристика Сіверського Дінця.....                                                                                             | 8  |
| 1.1 Географічне положення та рельєф.....                                                                                                                         | 8  |
| 1.2 Ґрунти та рослинність.....                                                                                                                                   | 11 |
| 1.3 Коротка кліматична характеристика.....                                                                                                                       | 17 |
| 1.4 Гідрологічна вивченість та особливості режиму стоку річок.....                                                                                               | 21 |
| 2 Огляд науково-методичної бази для розрахунку характеристик<br>максимального стоку весняного водопілля.....                                                     | 28 |
| 2.1 Методи, засновані на геометричних моделях гідрографів<br>водопілля.....                                                                                      | 28 |
| 2.2 Редукційні і об’ємні формули.....                                                                                                                            | 39 |
| 2.3 Методи, засновані на теорії руслових ізохрон.....                                                                                                            | 47 |
| 2.4 Нормативні документи.....                                                                                                                                    | 54 |
| 2.5 Методика, що пропонується для нормування характеристик<br>максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Сіверський<br>донець.....                     | 56 |
| 3 Обґрунтування нормативної бази для визначення розрахункових<br>характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні<br>річки Сіверський Донець..... | 58 |
| 3.1 Статистичний аналіз часових рядів максимального стоку<br>весняного водопілля в басейні річки Сіверський<br>Донець.....                                       | 58 |
| 3.2 Визначення параметрів розрахункової методики максимальних<br>витрат в басейні р. Сіверський Донець.....                                                      | 60 |
| 3.3 Перевірочні розрахунки за методикою, що пропонується для<br>визначення максимальних модулів стоку весняного водопілля.....                                   | 63 |
| 4 Метод територіальних довгострокових прогнозів максимального<br>стоку весняного водопілля рівнинних річок.....                                                  | 65 |

|     |                                                                                               |     |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1 | Методи прогнозів шарів стоку та максимальних витрат води<br>весняного водопілля.....          | 65  |
| 4.2 | Методика визначення забезпеченості прогнозних величин шарів<br>стоку весняного водопілля..... | 69  |
| 4.3 | Картографічна форма представлення прогнозів.....                                              | 70  |
| 4.4 | Визначення чинників весняного<br>водопілля.....                                               | 71  |
| 5   | Довгострокові прогнози характеристик весняного водопілля річки<br>Сіверський Донець.....      | 80  |
| 5.1 | Схема довгострокового прогнозування шарів стоку весняного<br>водопілля.....                   | 80  |
| 5.2 | Схема довгострокового прогнозування максимальних витрат води<br>весняного водопілля.....      | 104 |
|     | Висновки.....                                                                                 | 127 |
|     | Список використаної літератури.....                                                           | 129 |
|     | Додатки.....                                                                                  | 131 |

## ВСТУП

**Актуальність теми** пов'язана з необхідністю удосконалення науково – методичних підходів, пов'язаних з розрахунками та прогнозуванням характеристик максимального стоку в басейні річки Сіверський Донець у період весняного водопілля, насамперед для річок недостатньо вивчених в гідрологічному розумінні.

**Мета і завдання досліджень** полягають в реалізації методик для розрахунку та прогнозу характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець.

**Об'єкт і предмет дослідження.** Природні умови формування, розрахунок і прогнозування характеристик стоку в період весняного водопілля на річці Сіверський Донець.

**Методи дослідження.** Використано математичну статистику, дискримінантний аналіз, просторове узагальнення інформації.

**Теоретичне та практичне значення.** За схемою, представленою в роботі, можливо розрахунок та прогнозування характеристик весняних водопіль при недостатній кількості або відсутності гідрологічних спостережень.

**Наукова новизна.** Вперше на єдиній науково-методичній базі обґрунтовано комплексну тему в області розрахунку і довгострокового прогнозування характеристик весняного водопілля річок.

**Апробація результатів роботи.** Основні результати досліджень, які є складовою магістерської роботи, представлялись на наукових конференціях молодих вчених ОДЕКУ (м. Одеса, 2014-2018 рр.), V Міжнародній конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» (м. Харків 29-30 листопада 2017 р.), III Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» (ОДЕКУ, 21-23 березня 2018р.).

Результати кваліфікаційної роботи входять до розділів кафедральної наукової тематики кафедри гідрології суші ОДЕКУ «Розрахункові характеристики гідрологічного режиму річок України» (2016-2017рр. №ДР 0113U005797).

## ВИСНОВКИ

У магістерській роботі представлені результати дослідження максимального стоку весняного водопілля в басейні р. Сіверський Донець – методика для розрахунку максимальних витрат води весняного водопілля 1% перевищення та довгострокові прогнози характеристик весняного водопілля та встановлення їх забезпеченностей у багаторічному розрізі.

За окремими розділами роботи можна зробити такі висновки:

1. Використані матеріали за період до 2010 року, включно. Вони охоплюють 52 водозбори з тривалостями спостережень від 15 до 102 років і розмірами водозборів від 31 км<sup>2</sup> (р. Ломоватка – ст. Алмазна) до 73200 км<sup>2</sup> (р. Сіверський Донець - с.Кружилівка), оперативні дані УкрГМЦ (снігозапасах, опадах, температури повітря, витрати, рівні).

2. Виконана статистична обробка часових рядів максимальних витрат води весняного водопілля здійснена з використанням методів моментів і найбільшої правдоподібності. Відношення  $C_s/C_v=2,5$ , тому для подальших розрахунків обраний метод найбільшої правдоподібності. В результаті статистичної обробки часових рядів встановлені витрати води різної ймовірності перевищення 1,3,5,10 % на основі трипараметричного гама – розподілу С.Н. Крицького і М.Ф. Менкеля.

3. Точність вихідної інформації по максимальному стоку річок в басейні р. Сіверський Донець становить 20,4%, тобто знаходиться на рівні вимог діючого нормативного документу СНіП 2.01.14-83.

4. Запропонована розрахункова схема максимального стоку весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець на основі базової моделі, заснованої на схематизації одноmodalних гідрографів стоку рекомендується для практичного використання при точності розрахунків 19,1%.

5. Складений прогноз шарів стоку та максимальних витрат води весняного водопілля 2017 – 2018 р. в басейні р.Сіверський Донець. При цьому побудовані карти розподілу модульних коефіцієнтів шарів стоку та максимальних модульних коефіцієнтів весняного водопілля в басейні річки Сіверський Донець.Розподіл очікуваних модульних коефіцієнтів шарів стоку водопілля показує, що їх значення змінюються по території від 0,3 в південній

частині басейну, до 0,6 – в центральній. Забезпеченість шарів стоку  $P_Y\%$  змінюється в межах – від 70-75% до 90-95%. Для максимальних витрат води водопілля їх значення змінюється по території від 1,0 в південній частині басейну, до 1,8 – в центрі розглядуваної території, а забезпеченість  $P_Q$  змінюється в межах 5-10% до 25-30%.

6. Здійснена оцінка прогнозу характеристик весняного водопілля в басейні р. Сіверський Донець – м. Ізюм, для шарів стоку вона склала  $\delta/\delta_{\text{доп}} = 0,4$ , а для максимальних витрат  $\delta/\delta_{\text{доп}} = 1,0$ , що вказує на те, що прогноз для шарів стоку має оцінку «добре», а для витрат води прогноз є «задовільний».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Л., Гидрометеиздат, т. 6, вып.3, 1967, 491 с.
2. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України.-К.: Ніка-Центр 2003, 324 с. 2
3. Гребінь В.В Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В.Гребінь.-К.:Ніка-Центр, 2010. 316с.
4. Швебс Г.І., Ігошин М.І -Каталог річок і водойм України-Навчально-довідковий посібник .Одеса:Астропринт, 13 арк.іл. За редакцією професора Є.Д.Гопченко.2003. 392с.;
5. Степаненко С.М., Польовий А.М., Школьний Є.П. та ін. Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України: [монографія] /колектив авт.: С.М. Степаненко, А.М. Польвий, Є.П. Школьний [та ін.]; за ред.С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : Екологія, 2011. 696 с.
6. Гопченко.Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки - Одеса, ТЕС, 2014, 483с.
7. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации. – Л.:Гидрометеиздат, 1989. 302 с.
8. Костенко О.І. *Редуційна формула максимального стоку весняного водопілля і її реалізація в басейні р. Сіверський Донець*// Шевченківська весна – 2017. Географія: Збірник наукових праць XV міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – К.: Прінт Сервіс, 2017. Випуск XV. с. 40.
9. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологический основы управления речным стоком. М., Наука, 1981, 235 с.
10. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов. Л.: Гидрометеиздат , 1974. 419 с.
11. World Meteorological Organization, 1985: *Use of Radar in Meteorology*(G. A. Clift). Technical Note No. 181, WMO-No. 625, Geneva, pp. 80-86.

11. Burakov, D. A., 1967: Flood hydrograph calculation with runoff transformation in basins and channels taken into account. *Proceedings of the WMO/UNESCO Symposium on Hydrological Forecasting*. 29 November—5 December 1967, Surfers' Paradise, Queensland, Australia, pp. 139-146. In: World Meteorological Organization, 1969: *Hydrological Forecasting*. Technical Note No. 92, WMO-No. 228, Geneva.

12. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. 390 с.

13. Руководство по гидрологическим прогнозам. Вып. 1. Долгосрочные прогнозы элементов водного режима рек и водохранилищ. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 358 с.

14. Розрахунки та довгострокові прогнози характеристик максимального стоку весняного водопілля в басейні р.Прийп'ять: монографія. Одеса: Екологія, 2011. 336 с.

15. Гопченко Е.Д., Шакирзанова Ж.Р. Территориальное долгосрочное прогнозирование максимальных расходов воды весеннего половодья: Учебное пособие. К.: КНТ, 2005. 240 с.

16. Шакирзанова Ж.Р. Довгострокове прогнозування характеристик максимального стоку весняного водопілля рівнинних річок та естуаріїв території України: монографія.- Одеса: ФОП Бондаренко М.О., 2015. 252 с.

17. Шакирзанова Ж.Р. Довгострокові прогнози: Конспект лекцій. – Одеса: Вид-во ТЕС, 2010. 154 с.

19. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. 448 с.

20. Наставление по службе прогнозов. – Вып.3, ч.1, Л.: Гидрометеиздат. 1962. 194 с.

21. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування / Керівний документ. Київ.: Український гідрометеорологічний центр, 2012. 120 с.