

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 Р. ПІВДЕННИЙ БУГ В УМОВАХ НЕСТІЙКОГО КЛІМАТУ**

Виконала студентка 2 курсу групи МГ- 61
спеціальності 8.04010503 Гідрологія,
Пількевич Ірина Миколаївна

Керівник: к.геогр.н., доцент
Овчарук Валерія Анатоліївна

Консультант _____

Рецензент д.геогр.н., професор
Лобода Наталія Степанівна

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра гідрології суші
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 8.04010503 «Гідрологія»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри гідрології суші
д.геогр.н., проф. Гопченко Є.Д.
“ ___ ” _____ 20__ року

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

Пількевич Ірині Миколаївні

1. Тема роботи: Максимальний стік весняного водопілля в басейні р.Південний Буг в умовах нестійкого клімату

керівник роботи: к.геогр.н., доцент Овчарук Валерія Анатоліївна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ___ ” _____ 20__ року №__

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: максимальні витрати та шари стоку весняного водопілля, тривалість водопілля, максимальні снігозапаси, опади, гідрографічні та морфометричні характеристики території.

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

1) вивчення фізико-географічних умов формування стоку в басейні р.Південний Буг;

2) проведення аналізу сучасного стану в області розрахунку максимального стоку весняного водопілля;

3) статистична обробка рядів максимальних витрат води, шарів стоку та максимальних снігозапасів;

4) обґрунтування параметрів розрахункової методики;

5) науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Фізико-географічна карта басейну р. Південний Буг, схема ландшафтно-гідрологічного районування України, ґрунтове районування території, карта рослинності, гідрометеорологічна вивченість території, карто-схеми розподілу шарів стоку весняного водопілля в басейні р.Південний Буг У1%, розподіл середньобогаторічних максимальних запасів води в сніговому покриві, карта-схема тривалості припливу води зі схилів до руслової мережі

р. Південний Буг, залежність коефіцієнту русло-заплавного регулювання та водообміну від площі водозбору, карто-схеми розподілу прогнозних величин коефіцієнтів змін клімату за різними сценаріями.

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Вивчення фізико-географічних умов формування стоку в басейні р.Південний Буг.	31.10.2016-15.11.2016	98	відм
2	Просторове узагальнення характеристик максимального стоку весняного водопілля річок досліджуваної території.	16.11.2016-27.11.2016	97	відм
3	Рубіжна атестація	28.11.2016-04.12.2016	95	відм
4	Визначення розрахункових параметрів в структурі операторної формули.	05.12.2016-15.12.2016	96	відм
5	Перевірні розрахунки характеристик максимального стоку весняного водопілля з урахуванням можливих змін клімату.	16.12.2016-30.12.2016	96	відм
6	Оформлення магістерської роботи.	17.01.2017-26.01.2017	98	відм
7	Підготовка презентації та доповіді.	27.01.2017-05.02.2017	98	відм
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		97	відм

Студент _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

до магістерської роботи І.М.Пількевич

«Максимальний стік весняного водопілля в басейні р.Південний Буг в умовах нестійкого клімату»

Актуальність теми. Сучасні зміни кліматичних характеристик ставлять важливі задачі по визначенню ймовірних змін у водному режимі річок. Актуальність вибраної теми полягає в оцінці сучасного стану та майбутніх змін у водному режимі однієї з найбільших водних артерій нашої країни - річки Південний Буг.

Мета і задачі дослідження. Розробка регіональної формули для розрахунку максимального стоку весняного водопілля для річки Південний Буг та оцінка його можливих змін у майбутньому.

Об'єкт і предмет дослідження. Максимальний стік весняного водопілля річок басейну Південного Бугу з метою отримання можливості розрахунку величин цього стоку виняткової ймовірності перевищення.

Використана методика дослідження. Операторна модель максимального стоку, заснована на теорії руслових ізохрон, науково-методичні підходи до оцінки змін клімату на максимальний стік річок.

Вихідні дані. Використовуються багаторічні матеріали спостережень мережі гідрометслужби України (максимальні витрати води та шари стоку), дані Центральної геофізичної обсерваторії та Українського Гідрометцентру, що отримані при використанні автоматизованої системи АРМгідро (запаси води в сніговому покриві).

Структура і обсяг роботи:

Структура: робота складається з 5 розділів, вступу і висновків.

Об'єм – 116 стор.

Рисунків – 30

Таблиць – 14

Кількість використаної літератури – 31

Ключові слова: *максимальний стік, весняне водопілля, снігозапаси, операторна модель, зміни клімату, репрезентативні траєкторії концентрації.*

SUMMARY

To masters work I.M.Pilkevych

« The maximal runoff of spring flood in the basin of the Southern Bug in unstable climate conditions»

Actuality of theme. The modern changes of climatic conditions put important tasks by estimation of possible changes in the water mode of the rivers. Actuality of the chosen theme consists in the estimation of the modern state and future changes in the water mode of one of largest water artery of our country - river South Bug.

The purpose and objectives of the study. An aim of work is development of regional formula for the calculation of maximal runoff of spring flood for the river South Bug and estimation of possible it changes in the future.

The object and subject of research. The object of study is a maximal runoff of spring flood of the rivers of basin South Bug with the aim of receipt of possibility of calculation of it values of exceptional probability of exceeding.

Used methodology of research : the operator model of maximal flow, based on the theory of river-bed isochrones, scientifically-methodical approaches to the estimation of changes of climate on the maximal runoff of the rivers.

The initial data. Long-term materials of observations of network of hydrometeorological service of Ukraine (maximal discharges of water and layers of flow), data of the Central geophysical observatory and Ukrainian hydrometeorological center, are used, using workstation of hydrologist ARM-hydro (supplies of water in the snow-cover).

The structure and scope of work:

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

Volume – 116 pages.

Figures – 30

Tables – 14

Amount of the used references – 31

Keywords: maximal runoff, spring flood, snow supplies, statement model, changes of climate, representative trajectories of concentration.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Коротка фізико-географічна характеристика басейну р. Південний Буг.....	10
1.1 Географічне положення і рельєф.....	11
1.2 Ґрунти і рослинність.....	15
1.3 Клімат.....	18
1.4 Особливості водного режиму річок досліджуваної території....	31
1.5 Гідрометеорологічна вивченість басейну р. Південний Буг.....	35
2 Аналіз сучасного стану в області розрахунку максимального стоку весняного водопілля.....	39
2.1 Формули, які опираються на геометричну схематизацію схилового і руслового гідрографа.....	40
2.1.1 Редукційні формули.....	40
2.1.2 Об'ємні формули.....	44
2.2 Методи, засновані на гідромеханічних теоріях стоку.....	49
2.2.1 Генетичні моделі.....	49
2.3 Формули СНіП 2.01.14.83, СП 33-101-2003.....	54
2.4 Регіональна методика.....	56
2.5 Методика, яка пропонується для нормування характеристик максимального стоку весняного водопілля для річок басейну Південного Бугу.....	57
3 Статистична обробка рядів максимальних витрат води, шарів стоку та максимальних снігозапасів.....	60
3.1 Найбільш поширені криві розподілу, які застосовуються в гідрології.....	60
3.2 Методи визначення статистичних параметрів.....	63
3.2.1 Метод моментів.....	63
3.2.2 Метод найбільшої правдоподібності.....	69

3.3	Статистична обробка часових рядів максимальних витрат води.	70
3.4	Статистична обробка рядів максимальних шарів стоку та максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля.....	73
3.5	Розрахунок максимальних витрат води і шарів стоку весняного водопілля заданої вірогідності перевищення.....	76
3.6	Оцінка точності початкової інформації по максимальному стоку весняного водопілля.....	77
3.7	Узагальнення максимальних шарів стоку весняного водопілля та максимальних снігозапасів в межах досліджуваної території..	79
3.8	Сумарне надходження води у басейн р. Південний Буг в період весняного водопілля.....	82
4	Обґрунтування параметрів розрахункової методики.....	87
4.1	Визначення характеристик схилового припливу в басейні р.Південний Буг.....	87
4.1.1	Обґрунтування коефіцієнтів нерівномірності схилового припливу.....	87
4.1.2	Розрахунок та узагальнення за територією тривалості схилового припливу.....	89
4.2	Коефіцієнти стоку весняного водопілля.....	91
4.3	Трансформаційні функції максимального стоку.....	94
4.4	Коефіцієнт русло-заплавного регулювання і водообміну.....	97
4.5	Перевірочні розрахунки.....	99
5	Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок.....	102
	Висновки.....	112
	Література.....	114
	Додатки	

ВСТУП

Серед характеристик гідрологічного режиму річок максимальному стоку відведено особливе місце, внаслідок того виключного значення, яке він має при проектуванні та експлуатації гідротехнічних споруджень на річках.

Сучасні зміни кліматичних характеристик ставлять важливі задачі по оцінці ймовірних змін у водному режимі річок. Актуальність вибраної теми полягає в оцінці сучасного стану та майбутніх змін у водному режимі однієї з найбільших водних артерій нашої країни - річки Південний Буг.

Метою роботи є розробка регіональної формули для розрахунку максимального стоку весняного водопілля для річки Південний Буг та оцінка його можливих змін у майбутньому.

На території басейну Південного Бугу основну частку річного стоку річок складають талі води, що визначають значну роль весняного водопілля в дослідженнях загального режиму річок. Особливо велика увага приділяється дослідженням формування та розрахунку максимальних витрат, шарів та тривалості стоку. Всі ці характеристики порівняно легко визначити по матеріалам безпосередніх спостережень. При відсутності спостережень розрахунки їх базуються на вивчені загальних процесів формування весняного водопілля та факторів, що визначають його характеристики, які враховуються відповідними параметрами розрахункових формул.

У даній магістерській роботі досліджуються процеси формування максимального стоку річок басейну р.Південний Буг з метою отримання можливості розрахунку величин цього стоку виняткової ймовірності перевищення.

Перший розділ присвячений короткому фізико-географічному опису досліджуваної території.

У другому приводиться огляд сучасних методів розрахунку максимального стоку весняного водопілля.

У третьому розділі наводяться результати статистичної обробки вихідної інформації по максимальному стоку весняного водопілля і результати узагальнення її в межах басейну р.Південний Буг.

У четвертому розділі обґрунтовуються та узагальнюються параметри розрахункової методики.

У п'ятому розділі приводяться науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку.

Тема магістерської роботи є складовою частиною науково-дослідної тематики кафедри гідрології суші ОДЕКУ «Розрахункові характеристики гідрологічного режиму річок України» (№ДР 0113U005797, 2013-2017 рр.).

Результати дослідження доповідались на науковій конференції молодих вчених ОДЕКУ 12 травня 2016 р., тези доповіді надруковані в матеріалах XIV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. Автор роботи стала переможцем у першому турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за напрямом «Гідрометеорологія» (посіла III місце) у 2015 році, була учасником 2-го туру, за результатами якого зайняла IV місце та отримала диплом «За високий науковий рівень», тези доповіді надруковані в матеріалах науково-практичної конференції з підведення підсумків II туру всеукраїнського конкурсу наукових робіт з напрямку «Гідрометеорологія».

В 2016 році наукова робота за результатами магістерського дослідження стала переможцем у першому турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за напрямом «Гідрометеорологія», рекомендована до участі у фіналі, який відбудеться у березні 2017р.

Магістерська робота була виконана на замовлення ГМЦ Чорного та Азовського морів (лист 18-05/93).

ВИСНОВКИ

В даній магістерській роботі розроблена регіональна формула для розрахунку максимального стоку весняного водопілля для басейну річки Південний Буг та оцінена його можлива зміна у майбутньому.

Досліджувався водозбір річки Південний Буг. Для визначення характеристик максимального стоку весняного водопілля використані дані по 30 гідрологічних постах з періодом спостережень від їх початку по 2010 рік включно, та з діапазоном площ водозборів від 92,5 км² (р.Соб - с. Зозов) до 46200 км² (р. Південний Буг – смт Олександрівка).

Статистична обробка рядів максимальних витрат, шарів стоку та максимальних снігозапасів виконана по методах моментів та найбільшої правдоподібності.

В результаті статистичної обробки отримані основні характеристики стокових рядів, а також розраховані витрати води та шари стоку весняного водопілля різної забезпеченості (1, 3, 5, 10%).

Середньоквадратична похибка 1%-го квантиля вихідних рядів максимальних витрат, розрахована за методикою Г.А.Алексєєва, склала 19%. Величини шарів стоку Y_m , середньобагаторічних максимальних запасів води в сніговому покриві S_m , тривалість схилового припливу T_0 , коефіцієнт стоку η , та прогнозні величини коефіцієнтів змін клімату за різними сценаріями узагальнені для всієї території басейну у вигляді карт.

Коефіцієнти варіації максимальних снігозапасів та відношення C_s/C_v осереднені, і дорівнюють $C_v=0,66$, а $C_s/C_v=2,0$. Далі використовуючи таблицю трьохпараметричного розподілу, розраховані значення $(Sm + X)_{1\%}$.

Знайдений коефіцієнт нерівномірності припливу води з схилів до руслової мережі, який для досліджуваної території дорівнює $(n+1)/n= 9,8$, звідки $n=0,10$.

Визначена тривалість припливу води зі схилів за допомогою програми "Cagua T₀". Проведено картування T_0 по території - значення змінюються від

150 до 400 годин.

Отримані значення трансформаційної функції, які змінюються межах від 0,14 до 0,49, та коефіцієнта русло-заплавного регулювання, які коливаються від 0,17 до 0,63.

Обмежені значення коефіцієнта русло-заплавного регулювання і водообміну змінюються у межах від 0,17 до 0,63. Узагальнення параметра ε_F по території виконане залежно від площі водозбору.

Результати перевірочних розрахунків по двох варіантах розрахунку (з використанням даних по шарам стоку і максимальних снігозапасах) свідчать про те, що середнє відхилення розрахункових величин від вихідних значень при розрахунках по першому варіанту склало $\pm 12,8\%$, по другому - $\pm 13,6\%$ що при точності вихідної інформації $\pm 19\%$ можна вважати хорошим результатом. Таким чином, сама методика може бути рекомендована до практичного застосування. Використання в якості розрахункового параметру снігозапасів та опадів під час водопілля відкриває можливість моделювання максимального стоку водопілля під впливом змін клімату що відбуваються.

З метою отримання прогностичних значень температури на території басейну Південного Бугу використано модель RASMO2. Розрахунок коефіцієнтів кліматичних змін для річок басейну проводився за сценаріями RCP 4.5 (для періодів: 2011-2016pp., 2017-2020pp., 2021-2035pp., 2036-2039pp. та 2040-2059pp.) та RCP 8.5 (для періодів: 2011-2014pp., 2015-2020pp., 2021-2036pp., та 2037-2050pp.).

Аналізуючи отримані результати, можна дійти висновку, що в басейні р.Південний Буг величини стоку під час весняного водопілля в майбутньому можуть суттєво змінитись. Також слід відзначити, що результати розрахунків для двох різних сценаріїв дещо розрізняються, на нашу думку для розглядуваної території більш прийнятною є сценарій RCP4.5.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т.6. Украина и Молдавия. Вып.1. Западная Украина и Молдавия / [под ред. М.С.Каганера]. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 884 с.
2. Швевс Г.І. Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник / Г.І. Швевс, М.І. Ігошин. – Одеса: Астропринт, 2003. – 392 с.
3. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз) / В.В.Гребінь. – К. : Ніка-Центр, 2010. – 316 с.
4. Фізична географія Української СРС / [за ред. О.М.Маринича]. – Київ: Вища школа, 1982. – 207 с.
5. Атлас. Фізична географія України / О.Я. Скуратович. - К.: Картографія, 2014.
6. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: Вид-но Раєвського, 2003. – 343 с.
7. Кліматичний кадастр України. Державна гідрометеорологічна служба. – К: 2006, електронний ресурс.
8. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату: підручник для студентів вищих навчальних закладів. – Одеса: Екологія, 2013. – 204 с.
9. Клімат України: у минулому...і мабутньому: Монографія / [Кульбіда М.І., Барабаш М.Б., Єлістратова Л.О. та ін.]: за ред. М.І. Кульбіди, М.Б. Барабаш. – К.: Сталь, 2009. – 234 с.
10. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – 324 с.
11. «Основные гидрологические характеристики» Т.6, вып.1, Украина и Молдавия. Л-2010г.
12. Соколовский Д.Л. Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат.- 1968.- 303с.

13. Гопченко Е.Д. О редуционных формулах максимального стока // Тр.УкрНИГМИ. 1980. - вып.175. - С.55-57.
14. Гопченко Е. Д., Овчарук В. А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. – Одесса; «ТЭС», 2002.- 46с.
15. Железняк И.А. Определение максимального расхода половодья по типовым характеристикам гидрометеорологических условий водосбора//Тр. УкрНИГМИ, 1985. - вып.201 - М. Гидрометеиздат, С.15-27
16. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 448 с.
17. Владимиров А.М. Гидрологические расчеты. Л., Гидрометеиздат. 1990 – 291с.
18. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С., Овчарук В.А. Гідрологічні розрахунки // Підручник для студентів вищих навчальних закладів.– Одеса: ТЕС – 2014. – с.8 - 413.
19. Бефани А.Н., Бефани Н.Ф., Гопченко Е.Д. Региональные модели формирования паводочного стока на территории СССР. – Обнинск, 1981. – 60с.
20. Крицкий С.Н., Менкель М.Ф. Гидрологические основы управления речным стоком. -М.: «Наука», 1981.- 254 с.
21. Рождественский А.В., Чеботарев А.И. Статистические методы в гидрологии. -Л.:Гидрометеиздат, 1974.- 423 с.
22. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – Санкт – Петербург, 2007 - 278с.
23. Пількевич І.М.Статистичні параметри характеристик максимального стоку весняного водопілля р. Південний Буг/І.М.Пількевич //Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції ОДЕКУ 6-10 квітня 2015 р. – 2015. – С. 109 - 111.
24. Гопченко Е.Д. О редукиции максимальных модулей дождевого стока по площади // Метеорология и гидрология, 1975. - №2. – С.66-71.

25. Гопченко Е.Д., Гушля А.В. Гидрология с основами мелиорации – Л.:Гидрометеиздат, 1989. – с. 306.
26. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. Методика расчета скорости руслового добега на реках Украины// Причорноморський екологічний бюлетень, №2(24) - Одеса: Інноваційно-інформаційний центр "ІНВАЦ". – 2007р. – С.53-55.
27. Гопченко Е.Д, Гнездилов Ю.А. Графоаналитический метод определения параметров гидрографов склонового стока (по материалам полевого обследования ГВВ) // Тр. УкрНИГМИ.- 1974.-Вып.127.- С.54-61.
28. Овчарук В.А., Гопченко Є.Д, Семенова І.Г. Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок// Вісник Одеського державного екологічного університету. – Вип.14 – Одеса: ТЕС – 2012. – С.141-150.
29. МГЭИК, 2007. Изменение климата, 2007 г.: Физическая научная основа. Вклад Рабочей группы I в Четвертый доклад об оценке Межправительственной группы экспертов по изменению климата / Под ред. С. Соломон, Д. Квин, М. Маннинг, З. Чен [и др.]. – Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 996 с.
30. Гопченко Є.Д. Науково-методичні підходи до врахування глобальних змін клімату при розрахунках максимального стоку річок / Є.Д.Гопченко, В.А.Овчарук, І.Г.Семенова // Вісник державного екологічного університету. – Одеса: Екологія, 2012. – Вип.14. – С. 141-150.
31. Gopchenko E. Scientifically methodical approaches for taking into account of global changes of climate at the calculations of maximal runoff of the rivers / E. Gopchenko, V. Ovcharuk, I. Semenova, J. Shakirzanova // 7th International Scientific Conference on the Global Water and Energy Cycle. The Hague, The Netherlands, 14-17 July 2014. – Режим доступу: http://gewex.org/2014conf/pdfs/Ovcharuk_9_20.pdf.
32. Пількевич І.М. Територіальний розподіл максимальних снігозапасів на початок весняного водопілля в басейні річки Південний Буг/І.М.Пількевич //Збірник статей за матеріалами студентської наукової конференції ОДЕКУ 4-13 травня 2016 р. – 2016. – С. 75 - 76.