

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут

Кафедра гідрології суші

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: «Мінімальний стік річок теплого і холодного періодів в басейні
р. Південний Буг»

Виконав магістр 2-го року навчання
групи МГ- 2
спеціальності 103 «Науки про Землю»
освітньо-наукової програми «Гідрологія»
Хмельницька Дар'я Юріївна

Керівник канд. геогр. наук, ст. викладач
Гопцій Марина Володимирівна

Консультант _____

Рецензент канд. геогр. наук, ст. викладач
Куза Антоніна Миколаївна

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

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Хмельницькій Дар’ї Юріївні

(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема роботи «Мінімальний стік річок теплого і холодного періодів в басейні р. Південний Буг»

керівник роботи канд. геогр. наук ст. викладач Гопцій М.В. _____,
(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: Матеріали спостережень за витратами води, мінімальний стік теплого і холодного періоду для басейну р. Південний Буг

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

1. Фізико-географічна характеристика території басейну р. Південний Буг

2. Статистична обробка часових рядів мінімального стоку

3. Розрахунок мінімального стоку

4. Оцінка норми мінімального стоку за теплий і холодний періоди в басейні р. Південний Буг

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

Картосхеми: географічного положення басейну, геологічної будови, підземних вод, ґрунти, рослинності, карта середньорічних температур повітря, розташування гідрологічних постів. Графік різницевих інтегральних кривих, графік зв’язку модулів стоку 80% від інших забезпеченостей. Залежності приведених модулів мінімального стоку заболоченості та залісеності, картосхеми модулів стоку 80% забезпеченості для теплого і холодного періодів.

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	Опис фізико-географічної характеристики досліджуваної території	11.03-17.03.2019	88	добре
2	Огляд методів розрахунків мінімального стоку річок	18.03-24.03.2019	84	добре
3	Дослідження однорідності часових рядів мінімального стоку річок теплого і холодного періодів в басейні р. Південний Буг	25.03-1.04.2019	88	добре
4	Дослідження циклічності у коливаннях мінімального стоку річок регіону	2.04-10.04.2019	90	відм.
5	Здійснення статистичної обробки часових рядів мінімального стоку для річок басейну Південного Бугу	11.04-14.10.2019	95	відм.
6	Рубіжна атестація	15.04-21.04.2019		
7	Обґрунтування розрахункової методики розрахунку мінімального стоку для теплого та холодного періодів	22.04-28.04.2019	90	відм.
8	Узагальнення розрахункових характеристик мінімального стоку теплого і холодного періодів	29.04-5.05.2019	95	відм.
9	Оформлення роботи, підготовка до захисту	6.05-9.05.2019		
10	Оформлення роботи			
11	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	10.05-13.05.19		
12	Підготовка доповіді, презентації	13.05-24.05.19		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90	відм.

Студент Хмельницька Д.Ю.
(підпис) (прізвище та ініціали)Керівник роботи Гопцій М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Магістерська кваліфікаційна робота студентки гр. МГ-2 Хмельницької Д.Ю. на тему «Мінімальний стік річок теплового і холодного періодів в басейні р. Південний Буг».

Актуальність теми. Дослідження мінімального стоку річок представляє інтерес науковців у зв'язку зі змінами клімату. Меженний стік характеризується малими витратами води. Для запобігання виснаження водних ресурсів регіону необхідно раціонально їх використовувати протягом року. Тому постає питання про визначення величини модулів мінімального стоку та оцінці їх мінливості в межах досліджуваного регіону.

Мета дослідження полягає у розробці методики розрахунку мінімального стоку теплового і холодного періодів в басейні річки Південний Буг.

Основні задачі: проаналізувати умови формування мінімального стоку у теплий і холодний періоди в межах басейну Південний Буг; здійснити статистичний аналіз рядів спостережень; виконати узагальнення модулів мінімального стоку та коефіцієнтів варіації по території.

Об'єкт і предмет дослідження: 30-ти добові мінімальні витрати води за теплий та холодний періоди в басейні р. Південний Буг.

Методи досліджень: статистичний, гідролого-генетичний, картування.

Результати роботи представлені у вигляді карт ізоліній модулів мінімального стоку 80 %-ої забезпеченості для теплового і холодного періодів для річок басейну Південного Бугу. Для визначення коефіцієнтів варіації мінімального стоку теплового і холодного періодів рекомендовані регіональні рівняння.

Новизна досліджень. Вперше для дослідженого регіону розроблена методика розрахунку мінімального стоку теплового і холодного періодів на основі сучасних даних (по 2015 рік).

Теоретичне значення. Розроблені науково-методичні рекомендації по визначенню мінімального стоку річок в басейні Південний Буг невивчених у гідрологічному відношенні.

Практичне значення виконаних досліджень складається в надійному обґрунтуванні розмірів гідротехнічних споруд на річках при їх проектуванні, що дозволить раціональніше використовувати водні ресурси регіону та запобігти їх виснаженню.

Результати дослідження рекомендовано використовувати в галузі гідрологічних розрахунків при проектуванні гідротехнічних споруд та при раціональному використанні водних ресурсів регіону.

Кількість сторінок – 87

Кількість рисунків – 25

Кількість таблиць – 9

Кількість використаної літератури – 17

Ключові слова: мінімальний стік річок, теплий і холодний періоди, статистичний аналіз, узагальнення.

SUMMARY

Master's qualification work of student gr. MG-2 Khmelnytska D.Yu. on the theme "Minimum River Runoff during Warm and Cold Periods in the Pivdennyi Bug River Basin".

Actuality of theme. Investigation of the minimum runoff of the rivers represents the interest of scientists in connection with climate change. Methane drainage is characterized by low water consumption. In order to prevent depletion of water resources in the region, it is necessary to use them rationally during the year. Therefore, the question arises about determining the value of the modules of the minimum runoff and assessing their variability within the region under study.

The **purpose** of the study is to develop a methodology for calculating the minimum drainage of warm and cold periods in the basin of the Southern Bug River.

Main tasks: to analyze the conditions for the formation of a minimum runoff in warm and cold periods within the basin of the Southern Bug; carry out statistical analysis of the series of observations; generalize the modules of the minimum runoff and the coefficients of variation across the territory.

Object and subject of research: 30-day minimum water consumption for warm and cold periods in the basin of the Southern Bug River.

Research methods: hydro-genetic, mapping.

The results of the work are presented in the form of isolation maps of modules for the minimum flow of 80% of the supply for warm and cold periods for the rivers of the basin of the Southern Bug. The regional equations are recommended for determining the coefficients of variation of the minimum drain of warm and cold periods.

The novelty of research. For the first time, a method for calculating the minimum drainage of warm and cold periods for the region under study has been developed on the basis of modern data (by 2015).

Theoretical value. Scientific and methodological recommendations for determining the minimum runoff of rivers in the Southern Bug basin have not been studied in hydrological terms.

The **practical significance** of the performed researches is made in a reliable substantiation of the sizes of hydraulic structures at the rivers during their design, which will allow more rational use of water resources of the region and prevent their depletion.

The results of the study are recommended for hydrological calculations in the design of hydraulic structures and the rational use of water resources in the region.

Number of pages is 87

Number of drawings - 25

The number of tables is 9

Number of used literature - 17 Key words: minimum river runoff, warm and cold periods, statistical analysis, generalization.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	7
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ	9
1.1 Географічне положення. Рельєф	9
1.2 Геологічна будова. Карст	10
1.3 Підземні води	11
1.4 Ґрунтово-рослинний покрив	12
1.5 Кліматичні умови території	15
1.6 Гідрологічний режим і господарська діяльність	19
2 СТАТИСТИЧНА ОБРОБКА ЧАСОВИХ РЯДІВ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ	23
2.1 Дослідження однорідності часових рядів спостереження. Циклічність коливань мінімального стоку. Метод різницевих інтегральних кривих	23
2.2 Методи статистичної обробки часових рядів спостереження за стоком	31
2.2.1 Метод найбільшої правдоподібності	31
2.2.2 Метод моментів	33
2.2.3 Оцінка точності статистичних параметрів мінімального стоку ...	37
2.3 Статистичні характеристики даних мінімального стоку в басейні Південного Бугу	38
2.3.1 Теплий період	39
2.3.2 Зимовий період	42
3 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД МЕТОДІВ РОЗРАХУНКУ МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ РІЧОК	45
3.1 Розрахунок мінімального стоку за наявності даних спостережень. Розрахунок мінімальних витрат води заданої забезпеченості.....	45

3.2	Розрахунок мінімального стоку при коротких рядах спостережень .	
3.3	Розрахунок мінімального стоку за відсутності даних спостережень	53
4	РОЗРОБКА МЕТОДІВ НОРМУВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК МІНІМАЛЬНОГО СТОКУ ЗА ТЕПЛІЙ І ХОЛОДНИЙ ПЕРІОДИ В БАСЕЙНІ Р. ПІВДЕННИЙ БУГ	55
4.1	При тривалих рядах спостережень	55
4.2	При коротких рядах спостережень	56
4.3	За відсутності даних спостережень	57
4.3.1	Узагальнення модулів мінімального стоку в басейні р. Південний Буг за теплий період	60
4.3.2	Узагальнення модулів мінімального стоку в басейні р. Південний Буг за холодний період	64
4.4	Перевірка точності розрахунку мінімального стоку	70
4.5	Розрахунок коефіцієнтів варіації і асиметрії мінімального стоку	70
	ВИСНОВКИ	73
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75
	ДОДАТКИ	78

ВСТУП

Дані про мінімальний стік мають важливе значення при вирішенні різних завдань будівельного проектування, водопостачання міст і населених пунктів, обводнення пасовищ, при вирішенні проблем раціонального використання водних ресурсів, а також питань охорони вод від виснаження.

Основною *метою* цієї роботи є розробка рекомендацій щодо розрахунку мінімального стоку, у тому числі невивчених у гідрологічному відношенні річок в басейні р. Південний Буг, що ґрунтуються на аналізі умов його формування, враховують вплив господарської діяльності досліджуваного регіону.

Практичне значення виконаних досліджень складається в надійному обґрунтуванні розмірів гідротехнічних споруд на річках при їх проектуванні, що дозволить раціональніше використовувати водні ресурси регіону та запобігти їх виснаженню.

Виходячи з цього, стає зрозумілим й *наукова* важливість проблеми формування мінімального стоку на річках. Якщо прийняти до уваги, що систематичне вимірювання стоку відбувається далеко не на всіх водотоках, то перед теорією постає задача не тільки вивчення загальних закономірностей формування мінімального стоку, але й розробка розрахункових схем і методів в області визначення мінімального стоку, у тому числі невивчених річок досліджуваного регіону.

Об'єктом дослідження є мінімальні 30-ти добові витрати води теплого і холодного періоду в басейні р. Південний Буг.

Завдання, поставлені в роботі:

- створення бази даних мінімального стоку за теплий і холодний періоди;
- статистичний аналіз часових рядів мінімального стоку;
- визначення циклічності в рядах мінімального стоку;

- розрахунок мінімального стоку за наявності даних спостережень;
- розрахунок мінімального стоку при недостатніх даних спостережень;
- науково-методичні рекомендації щодо визначення мінімального стоку за відсутності даних спостережень (побудова карти модулів стоку 80 %-ої забезпеченості теплого і холодного періодів для річок басейну Південний Буг.

У *першому* розділі проаналізовано умови формування стоку в басейні р. Південний Буг. Описані кліматичні фактори та фактори підстилаючої поверхні, які визначають режим меженного стоку на річках.

У *другому* розділі виконаний статистичний аналіз часових рядів мінімального стоку за теплий і холодний період, перевірено однорідність стокових рядів та проаналізовано циклічність у коливаннях мінімального стоку досліджуваного регіону. Визначені статистичні оцінки рядів: середнє значення, коефіцієнт варіації і асиметрії та співвідношення C_s / C_v .

У *третьому* розділі виконаний аналітичний огляд методів розрахунку мінімального стоку на річках.

У *четвертому* розділі виконана оцінка мінімального стоку досліджуваного регіону та надані рекомендації щодо визначення мінімального стоку 80 %-ої забезпеченості за теплий і холодний період для невивчених у гідрологічному відношенні річок в басейні р. Південний Буг.

Результати магістерської роботи представлялися у вигляді доповідей на міжнародних і університетських конференціях з публікаціями тез-доповідей та семінарах кафедри гідрології суші.

Робота виконувалася на замовлення Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського (лист №17-14-1/1110-06-242 від 25.05.2018 р.).

ВИСНОВОК

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи була розроблена науково-методичні рекомендації щодо визначення модулів мінімального стоку 80 % забезпеченості та коефіцієнтів варіації для теплого і холодного періодів для річок басейну Південний Буг.

В роботі досліджено 17 водозборів з діапазоном площ водозборів від 145 км² (р. Кодима - с. Обжила) до 46200 км² (р. Південний Буг-сmt Олександрівка), і періодом спостережень від 35 до 101 років.

Згідно рекомендацій нормативного документу СНиП 2.01.14-83, було виконано статистична аналіз часових рядів 30-ти добових мінімальних витрат води за теплий і холодний періоди методом моментів та найбільшої правдоподібності, за якими були отримані майже однакові значення.

Крім того було виконана оцінка однорідності часових рядів та перевірено наявність повних циклів водності у досліджуваних рядах. Як у теплий, так і у холодний періоди ряди мають тривалі, майже по 50 років, маловодну і багатоводну фази. Починаючи з 2004 року для теплого періоду і 2010 року для холодного періоду на річках регіону настала маловодна фаза.

В результаті статистичного аналізу були визначені такі параметри часових рядів мінімального стоку:

- *для теплого періоду*: середній модуль стоку змінюється від 0,13 л/(с·км²) р. Кодима – с. Катеринка до 2,10 л/(с·км²) р. Іква - с. Стара Синява. Коефіцієнт варіації C_v змінюється в діапазоні від 0,43 (р. Іква – с. Стара Синява) до 1,45 (р. Кодима - с. Катеринка). Середнє значення співвідношення C_s/C_v для 17 розглянутих водозборів прийнято на рівні 2,5.

- *для холодного періоду*: середній модуль стоку змінюється від 0,38 л/(с·км²) (р. Кодима – с. Катеринка) до 2,85 л/(с·км²) (р. Іква - с. Стара Синява), тобто трохи більші ніж за теплий період. Коефіцієнт варіації C_v

змінюється в діапазоні від 0,34 (р. Ятрань – с. Покотилово) до 1,04 (р. Згар – с. Літин). Середнє значення співвідношення C_s/C_v прийнято на рівні 2,5.

Співвідношення C_s / C_v для теплого і холодного періодів усереднено по території і прийнято на рівні 2,5.

Розраховані модулі мінімального стоку різної забезпеченості, в якості опорної обрана забезпеченість - 80 %. Для переходу до інших забезпеченостей визначені перехідні коефіцієнти.

Результати узагальнення представлені у вигляді карт ізолій модулів мінімального стоку 80 % забезпеченості окремо для теплого і холодного періодів, а також у вигляді регіональних залежностей, вигляду (1) і (2) для визначення коефіцієнтів варіації мінімального стоку в басейні р. Південний Буг.

Точність визначення модулів $q_{80\%}$ складає за теплий період $\pm 6,8$ %, а за холодний період - $\pm 6,2$ %, що відповідає точності вихідної інформації в басейні р. Південний Буг, для коефіцієнтів варіації відповідно – 18 % (теплий період) та 17 % (холодний період), що відповідають точності вихідної інформації по мінімальному стоку в басейні р. Південний Буг.

Результати роботи можуть бути рекомендовані до практичного використання при визначенні мінімального стоку річок 80% забезпеченості для басейну р. Південний Буг, у тому числі й для невивчених у гідрологічному відношенні річок регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ

1. Розробка екологічного атласу басейну річки Південний Буг . Комп'ютерні регіональні системи державного моніторингу поверхневих вод: моделі, алгоритми, програми. Монографія – Під ред. В.Б.Мокіна. – Вінниця: вид-во ВНТУ «УНІВЕРСУМ-Вінниця» , 2005. – 315 с. [Електроний ресурс] <http://eco.com.ua/content/rozrobka-ekologichnogo-atlasu-baseinu-richki-pivdennii-bug>
2. Ресурси поверхневих вод СРСР. Україна и Молдавия. Вып.1. т.6, Ленинград: Гидрометеиздат, 1966. 884 с.
3. Портал «Природа України» географічні карти України. Районування України, фізико-географічне районування: Маринич О.М., Пархоменко Г.О., Петренко О.М., Шищенко П.Г. // Укр. Географ. Журн. 2003. №1.- С.16-21. Геологічна карта України (до четвертинний зріз): Великанов В.А., Гожик П.Ф.,И Педанюк Г.І. Національний атлас України // Київ.: 2007. – 435 с.: іл., карти. Рельєф. Геоморфологічна карта України: Атлас природних русловий и естественніхресурсовУкраинскойССР // М.: ГУГК, 1978. – 183 с [Електроний ресурс]<http://geomap.land.kiev.ua/geology-1-950.html>
4. Пособие по климату СРСР. Українська РСР. Ленинград:Гидрометеиздат, 1969. вып.10.,ч. IV. 696 с.
5. Пособие по климату СРСР. Українська РСР. Ленинград:Гидрометеиздат, 1969. вып.10.,ч. II. 696 с.
6. Hydrology and Earth System Sciences, 8(5), 861-876 (2004) Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, Oxon, OX108BB, UK [Електроний ресурс] <https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/8/861/2004/hess-8-861-2004.pdf>
7. Modern tendencies of climate, water resources and ecosystems changes in the MIDDLE-LOWER PART OF SOUTHERN BUG REVER, UKRAINE [Електроний

ресурс] https://www.researchgate.net/publication/321072391_MODERN_TENDENCIES_OF_CLIMATE_WATER_RESOURCES_AND_ECOSYSTEMS_CHANGES_IN_THE_MIDDLE-LOWER_PART_OF_SOUTHERN_BUG_RIVER_UKRAINE

8. Гопченко Є.Д., Лобода Н.С. Оцінювання природних водних ресурсів України за методом водно-теплогового балансу // Наук. Праці УКРНДГМІ – 2001. 67-78 с.
9. Основные гидрологические характеристики Ленинград: Гидрометеиздат, 1981. т.6, вып. 1.2: Украина и Молдавия.
10. Хмельницька Д.Ю., «Господарська діяльність басейна річки Південний Буг» Матеріали// V Міжнародної наукової конференції молодих вчених «Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» 29-30 листопада 2017 р., ХНУ, Харків – 2017. С.151 – 152.
- 11.Кріцкий С.Н., Менкель М.Ф. Про деякі прийоми статистичного аналізу гідрологічних рядів // Тр. ГГИ. 1968.- вып.143- 110 с.
- 12.Рождественський А.В., Чебатарев А.І.. Статистическиметодывгидрологии. Ленингоад: Гидрометеоїздат, 1974. 424 с.
- 13.Посібник з визначення розрахункових гідрологічних характеристик Ленинград: Гидрометеоиздат, 1984. 448 с.
- 14.Хмельницька Д.Ю., Шаменкова О.І. «Оцінка однорідності й дослідження трендів в рядах мінімального стоку теплого і холодного періоду в басейні річки Південний Буг»/ Матеріали XVI наукової конференції молодих вчених Одеського державного екологічного університету. Тези доповідей. Одеса: ОДЕКУ, 2018. – С. 145.
- 15.Хмельницька Д.Ю., Шаменкова О.І.,Порівняння статистичних параметрів мінімального стоку теплого та холодного періоду річки Південний Буг// Збірник тез за матеріалами III міжнародна наукова конференція молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: Актуальні проблеми та шляхи їх вирішення» 21-23 березня 2018 р., ОДЕКУ, Одеса – 2018. С.147 – 148.

16. Хмельницька Д.Ю. «Мінімальний стік теплового і холодного періоду в басейні р. Південний Буг»// Збірник наукових праць XIII Міжнародної науково – практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, 15 - 16 листопада 2017 р., Київ: Прінт Сервіс, 2017 - с.66-67.