

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра гідрології суші

**Магістерська кваліфікаційна робота**

на тему: Розробка методики короткострокового прогнозу характеристик  
меженного стоку в басейні р. Південний Буг

Виконав магістр 2-го року навчання  
групи МЗГ-18  
спеціальності 103 «Науки про Землю»  
освітньо-професійної програми «Гідрологія»  
Божко Віталій Анатолійович

Керівник канд. геогр. наук, ст. викладач  
Погорелова Марина Полікарпівна

Рецензент канд. геогр. наук, доцент  
Сербов Микола Георгійович

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»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри гідрології суші**  
**Д-р геогр. наук, проф. Шакірзанова Ж.Р.**  
“28” жовтня 2019 року

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

Божко Віталію Анатолійовичу

1. Тема роботи: «Розробка методики короткострокового прогнозу характеристик меженного стоку в басейні р. Південний Буг»

Керівник роботи Погорелова Марина Полікарпівна, канд. геогр. наук, ст. виклад.

затверджені наказом вищого навчального закладу від “18” жовтня 2019 р. № 235-С

2. Строк подання студентом роботи 06 грудня 2019 р.

3. Вихідні дані до роботи: ОГХ, Ресурси поверхневих вод, гідрологічний ежегодник, Багаторічні матеріали спостережень мережі гідрометслужби України за даними Центральної геофізичної обсерваторії («Багаторічні дані про режим та ресурси поверхневих вод суші») та Українського Гідрометцентру, що сформовані в автоматизованій системі АРМгідро за період 2002-2018 рр..

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) фізико-географічний опис району досліджень, аналіз кліматичних умов з урахуванням сучасних змін, опис гідрометеорологічної вивченості території; теоретичні основи прогнозів елементів водного режиму річок в меженний період; розробка методики короткострокових прогнозів середніх витрат води літньо-осіннього періоду в басейні р. Південний Буг як за даними про руслові запаси води; оцінка ефективності і якості методики прогнозу, та перевірка на незалежних даних в сучасних кліматичних умовах та водності річок розглядуваного періоду.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): карто-схеми географічного положення, ґрунтів, рослин, карта гідрологічної вивченості, гідрограф стоку, розподіл по території ізохрон руслового

добігання, залежності середніх витрат води від запасів води в русловій системі в період літньо-осінньої межени в басейні Південний Буг .

#### 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 28 жовтня 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	Коротка фізико-географічна характеристика басейну р. Південний Буг	26.10-30.10.2019	95	відмінно
2	Загальний водний режим річки та режим меженого стоку	31.10-05.11.2019	90	відмінно
3	Збір та аналіз вихідні дані про витрати води на останнє число декади періоду літньо-осінньої межени за період спостережень (2002-2018рр.)	06.11-11.11.2019	92	відмінно
4	Теоретичні основи прогнозів характеристик водного режиму річок в меженний період на рівнинних річках	12.11-17.11.2019	89	добре
	Рубіжна атестація	18.11-23.11.2019	-	-
5	Розробка методики короткострокових прогнозів середніх витрат води літньо-осіннього періоду за методом руслових запасів. Побудова прогностичних залежностей та їх аналіз	24.11-05.12.2019	92	відмінно
	Перевірка на плагіат, підписання авторського договору	06.12-09.12.2019	-	-
	Підготовка доповіді, презентації	09.12-19.12.2019	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		92	

Студент \_\_\_\_\_ Божко В.А.  
 Керівник роботи \_\_\_\_\_ Погорелова М.П.

## АНОТАЦІЯ

До магістерської роботи Божко В.А.

На тему: «Розробка методики короткострокового прогнозу характеристик меженного стоку в басейні р. Південний Буг»

**Актуальність теми.** Прогнозування річкового стоку дозволяє підвищити ефективність регулювання стоку, отримати суттєвий економічний ефект. Оновити існуючі методики прогнозів середніх витрат води літньо-осіннього періоду.

**Метою і завданням роботи** є розробка методики короткострокових прогнозів середніх витрат витрат води літньо-осіннього періоду р. Південний Буг – с.Олександрівка, оцінці ефективності і якості методики прогнозу.

**Об'єктом дослідження** є формування річкового стоку літньо-осіннього (меженного) періоду в суббасейні р. Південний Буг.

**Предметом дослідження** є вивчення умов формування і прогнозування характеристик стоку в період меженного стоку .

**Методи дослідження які використовувались при виконанні роботи:** метод середньопентадних витрат води та запасів води, метод попередніх витрат води.

**Результати, їх новизна, теоретичне та практичне значення** полягає в адаптовані методики прогнозування стокових характеристик періоду літньо-осінньої межени для сучасних умов формування річкового стоку.

**Рекомендації щодо використання результатів роботи з зазначенням галузі застосування** пов'язані з оцінкою методики та ефективного використання на практиці.

**Структура і обсяг:** робота складається з 3 розділів.

**Кількість сторінок** – 83.

**Рисунків** – 12.

**Таблиць** – 11.

**Використаних літературних джерел** – 22.

**Ключові слова:** річковий стік, короткострокові прогнози, стік літньо-осіннього періоду, межень, запаси води, середні витрати води.

## ANNOTATION

To the master's work Bozhko VA

On the topic: "Development (implementation) of a method of short-term forecasts of the boundary runoff characteristics of the sub-basin of the Southern Bug River"

**Actuality of theme.** Forecasting river runoff allows to increase efficiency of runoff regulation, to obtain significant economic effect. Update the existing methods of forecasting average water consumption in summer and autumn.

***The purpose and task of the work*** is to develop a methodology for short-term forecasts of average water consumption in the summer-autumn period of the Southern Bug River - Oleksandrivka, to evaluate the effectiveness and quality of the forecasting methodology.

***The object of the study*** is the formation of river runoff of the summer-autumn (boundary) period in the sub-basin of the Southern Bug River.

***The subject of the study*** is to study the conditions of formation and prediction of runoff characteristics during the period of runoff.

***The study methods:*** method of average pentadic flow of water and water reserves, method of preliminary consumption of water.

***The results, their novelty, theoretical and practical significance*** is the adapted methods of forecasting stock characteristics of the summer-autumn boundary for the current conditions of river runoff formation.

***Recommendations on the use of results of work with indication of the scope are related*** to the evaluation of the methodology and the effective use in practice.

***Structure and scope:*** The work consists of 3 sections.

***The number of pages*** is 83.

***Drawings*** - 12.

***Tables*** - 11.

***Literary sources used*** - 22.***Keywords:*** river runoff, short-term forecasts, summer-autumn runoff, boundary, water supplies, average water flow.

## Зміст

Вступ.....	7
1. Коротка фізико-географічна характеристика річки Південний Буг.....	9
1.1. Географічне положення.....	9
1.2. Ґрунти та рослинність басейну р. Південний Буг.....	10
1.3. Кліматична характеристика басейну та гідрологічний режим.....	14
1.4. Гідрологічна вивченість басейну р. Південний Буг.....	16
2. Теоретичні основи прогнозів елементів водного режиму річок в меженний період.....	19
2.1. Закономірності і фактори меженного стоку.....	19
2.2. Фізичні основи прогнозів меженного стоку.....	20
2.3. Теоретична основа прогнозів меженного стоку.....	22
2.4. Рівняння виснаження запасів води та визначення складових меженного стоку річок.....	24
2.5. Прогнозування низького стоку у програмах ВМО.....	26
2.6. Методичні основи прогнозів і вигляд залежностей для прогнозу меженного стоку річок.....	28
2.7. Метод відповідних рівнів води.....	33
2.8. Прогнози стоку за даними про запаси води в русловій мережі.....	34
2.9. Існуючі моделі прогнозів низького стоку в програмах ВМО і країнах ЄС.....	41
3. Розробка методики прогнозу середньопентадних витрат води на р. Південний Буг – смт. Олександрівка.....	43
3.1. Аналіз вихідних даних.....	43
3.2. Побудова прогнозної методики.....	43
3.3. Оцінка якості методики прогнозу.....	46

3.4. Схема випуску прогнозу.....	48
Висновки.....	51
Список використаних джерел.....	52
Додаток А.....	54
Додаток Б.....	66
Додаток В.....	70

## Вступ

Розвиток гідрологічних прогнозів на різних етапах історії пов'язаний з попитом народногосподарської діяльності.

Значна зміна факторів, що впливають на процеси формування стоку річок, обумовлює труднощі при створенні методів та методик прогнозування стоку на річках, тому розробка наукового методу прогнозування тісно пов'язана з глибоким та детальним фізичним і теоретичним аналізом умов формування прогнозного явища водного режиму. При розробці наукової методики гідрологічного прогнозу потрібно мати декілька методів прогнозування, які б по різних вихідним даним і способам розрахунків дозволяли б отримати близькі прогнозні результати. Крім того, необхідним є перевірка методики прогнозу по незалежних гідрометеорологічних даних, які не використовувалися при отриманні параметрів прогнозних залежностей.

*Мета роботи* - полягає у розробці методики короткострокових прогнозів середніх витрат води літньо-осіннього періоду р.Південний Буг – смт. Олександрівка, оцінці ефективності і якості методики прогнозу.

*Актуальність теми* - полягає у розрахунку нових та оновлені існуючих методик прогнозів середніх витрат води літньо-осіннього періоду. Головною проблемою сучасної гідрології є розробка методики прогнозування режиму природних вод, що має досить важливе значення для всіх галузей народного господарства. Застосування методів гідрологічних прогнозів сприяє більш раціональному використанню водних ресурсів і дозволяє підвищити ефективність регулювання стоку за рахунок передбачення стану водойм і водотоків в межах від декількох днів до декількох місяців. Це дає можливість отримати суттєвий економічний ефект в залежності від точності прогнозування.

*Об'єкт дослідження* - р.Південний Буг- смт. Олександрівка.

## Висновки

У даній роботі вивчався басейн річки Південний Буг, який знаходиться на території України і належить до великих річок басейну Чорного моря. У ґрунтово-кліматичному відношенні рівнинна територія р. Південний Буг відноситься до лісостепової зони. Літня межінь характеризується стійкістю, маловодістю і значною тривалістю; осінні підйоми спостерігаються після обложних дощів. Інколи межінь порушується невеликими дощовими паводками.

Було проаналізовано і розроблено методику середньопентадних витрат літньо-осіннього періоду в басейні р. Південний Буг за даними про руслові запаси води за період спостережень з 2002 по 2018рр. В результаті виконання роботи були проведені такі дії:

1. Для визначення руслових запасів на карті-схемі ізохрон виділені 5 ділянок. Побудовані прогностичні залежності  $\bar{Q}_{n+5} = f(W_n)$ , для межені в цілому, та окремо для липня, серпня, вересня та жовтня місяця (з 2002 по 2018 рр.)
2. Визначено середньоквадратичне відхилення прогнозованої величини за період завчасності прогнозу.
3. Виконана оцінка ефективності і якості методики за літньо-осінній період на р. Південний Буг замикаючого створу смт. Олександрівка за критерієм  $S/\sigma$  і забезпеченості допустимої похибки  $P\%$ .
4. Здійснена перевірка методики прогнозу на р. Південний Буг замикаючого створу смт. Олександрівка на даних 2018 рр. Прогнози задовольняють вимогам, а методика може використовуватися на практиці.

### Список використаних джерел

1. Ресурсы поверхностных вод СССР, Том 6, Украина и Молдавия,. – Л.Гидрометиздат.-Вып.1, 1969.-883с.
2. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – Київ Ніка-Центр. – 2003. 324 с.
3. Аполлов Б.А., Калинин Г.П., Комаров В.Д. Курс гидрологических прогнозов: Учебник. Ленинград : Гидрометеиздат, 1974. 440 с.
4. Бефани Н.Ф., Калинин Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам: Учебное пособие. Ленинград : Гидрометеиздат, 1983. 390 с.
5. Атлас України / кер. проекту Л.Г. Руденко, В.С. Чабанюк, А.І. Бочковська/Інститут географії Національної академії наук України і Товариство з обмеженою відповідальністю «Інтелектуальні системи ГЕО», Інтелектуальні Системи ГЕО, 1999–2000. URL: <http://www.isgeo.kiev.ua>.
6. Атлас ґрунтів України / 2002р. Київ, 74с. URL:<https://www.zerno-ua.com/journals/2014/yanvar-2014-god/kartoteka-agrariya-karta-g-runtiv-ukrayini>
7. Руководство по гидрологическим прогнозам. Краткосрочный прогноз расхода и уровня воды на реках. Ленинград : Гидрометеиздат. Вып. 2. 1989. 246 с.
8. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – Київ: Вид-но Раєвського, 2003. 343 с.
9. Fundamentals of Hydrology Second Edition Tim Davie / Published 2002 by Routledge 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon. 221 p.
10. Лобода Н.С. Гідрологічні прогнози: Конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2003. 138 с.
11. Шакірманова Ж.Р. Довгострокові прогнози стоку: Конспект лекцій. Одеса : ОДЕКУ, 2005. 200 с.
12. Шакірманова Ж.Р. Довгострокові гідрологічні прогнози: Конспект лекцій. Одеса: Видавництво ТЕС, 2010.154 с.

13. Георгиевский Ю.М., Шаночкин С.В. Гидрологические прогнозы. Учебник. – СПб., изд.РГГМУ, 2007. – 436.
14. Настанова з оперативної гідрології. Прогнози режиму вод суші. Гідрологічне забезпечення і обслуговування / Керівний документ. Київ : Український гідрометеорологічний центр, 2012. 120 с.
15. Оцінювання якості методики та точності (справджуваності) прогнозів режиму поверхневих вод суші / Керівний документ. Київ : Український гідрометеорологічний центр, 2015. 70 с.
16. Погорелова М.П. Методика прогнозування витрат води літньо-осіннього періоду в басейні Південний Буг. Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Річки та лимани Причорномор'я на початку XXI сторіччя». – Одеса: Тес, 2019. – С.163.
17. Руководство по гидрологической практике. Сбор и обработка данных, анализ, прогнозирование и другие применения. Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО - №168). Пятое изд. 1994. 844 с.
18. Bodwell, V. J., 1971: Regression analysis of non-linear catchment systems. *Water Resources Research*, Vol. 7, pp. 1118 –1125.
19. Wright, C. E., 1975: Monthly Catchment Regression Models: Thames Basin. Central Water Planning Unit, Technical Note No. 8, Reading, U.K., August, p. 32.
20. Bureau de recherches géologiques et minières, 1978: Situation hydrologique et prévision de basses eaux. Bulletin No. 5, juin 1978, Orléans, France.
21. International Association of Hydrological Sciences, 1974: Proceedings of the International Symposium on Flash Floods — Measurements and Warning. Paris, 9–12 September 1974, Publication No. 112.
22. Study on Soil and water in a changing environment. Shailendra Mudgal, Sarah Lockwood, Helen Ding, Slavco Velickov, Tom Commandeur, Michael Siek. 2014. 271p.