

**Державна служба України з надзвичайних ситуацій
Національна академія наук України
Український гідрометеорологічний інститут**

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Українського
гідрометеорологічного інституту
Протокол № 7-П/С від 31 жовтня 2023 р.



Директор Українського
гідрометеорологічного інституту
чл. кор. НАН України

Володимир ОСАДЧИЙ
жовтня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

**ВИЗНАЧЕННЯ РОЗРАХУНКОВИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ
ХАРАКТЕРИСТИК**

Освітньо-наукова програма	Науки про Землю
Галузь знань	10 Природничі науки
Спеціальність	103 Науки про Землю
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Освітній ступінь	Доктор філософії
Вид дисципліни	Вибіркова

Викладач: Горбачова Людмила Олександрівна, доктор географічних наук, професор, завідувач відділу гідрологічних досліджень УкрГМІ ДСНС України та НАН України

Робочу програму навчальної дисципліни «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» розроблено на основі освітньо-наукової програми «Науки про Землю» підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Доктор філософії» за спеціальністю 103 Науки про Землю та відповідних нормативних документів.

Укладач:

Завідувачка відділу гідрологічних досліджень,
д-р геогр. наук, проф. Горбачова Л.О.

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні відділу гідрологічних досліджень
Протокол № 2 від 24.10.2023.

Завідувачка відділу гідрологічних досліджень,
д-р геогр. наук, проф. Горбачова Л.О.

 Горбачова Л.О.

Гарант освітньо-наукової програми

 Осадчий В.І.

ВСТУП

Згідно навчального плану підготовки аспірантів, дисципліна «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» викладається аспірантам УкрГМІ ДСНС та НАН України впродовж одного семестру обсягом 120 годин, з них 60 годин аудиторних занять (30 годин лекційних і 30 годин семінарських занять) та 60 годин самостійної роботи. У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. По закінченню семестру аспіранти здають залік.

Мета навчальної дисципліни «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» – формування в аспірантів теоретичних та практичних знань щодо підходів і методів визначення розрахункових гідрологічних характеристик та їхнього практичного значення.

Основні завдання навчальної дисципліни: формування уявлення про загальні закономірності формування гідрологічних величин; підходів та методів визначення кількісних розрахункових характеристик стоку річок, отримання практичних навичок щодо розрахунків гідрологічних характеристик.

Аспірант повинен знати: сучасні уявлення щодо процесів формування водного стоку річок; особливості гідрологічної інформації, основні методи та способи розрахунків кількісних характеристик стоку води річок; підходи щодо аналізу отриманих результатів, а також їхню практичну значимість.

Аспірант повинен вміти володіти знаннями стосовно процесів формування водного стоку річок; підходів щодо обробки, розрахунків та аналізу гідрологічної інформації, а також отримання обґрунтованих та достовірних оцінок розрахункових гідрологічних характеристик.

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна «Визначення розрахункових гідрологічних характеристик» оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з 2 модулів. Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100-бальною шкалою, яка відповідно переводиться в національну шкалу (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) та шкалу Європейської кредитно-трансферної системи – ЄКТС (A,B,C,D,E,FX,F). Відповідність шкал оцінювання та критерії визначення рівнів досягнень аспірантів показано в таблиці 1.

Таблиця 1

Переведення 100-бальної шкали оцінювання в національну шкалу та шкалу ЄКТС

Оцінка за 100-бальною шкалою	Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ЄКТС
	диференційована	у формі заліку	
90 – 100 (творчий рівень)	5 (відмінно»)	зараховано	A
85 – 89 (високий рівень)	4 (дуже добре)		B
70-79 (достатній рівень)	4(добре)		C
65-69 (задовільний рівень)	3 (задовільно)		D
60-64 (задовільний рівень)	3(достатньо)		E
35-59 (низький рівень)	2 (незадовільно з можливістю повторного складання)	не зараховано з можливістю повторного складання заліку/екзамену	EF
0-34 (незадовільний рівень)	2 (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни)	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

Аспірант отримує підсумкову оцінку, яка розраховується як середньозважене оцінок за кожен з двох модулів у семестрі та оцінки за залік за наступною формулою:

	<i>Змістовий модуль 1 (ЗМ₁)</i>	<i>Змістовий модуль 2 (ЗМ₂)</i>	<i>Залік</i>	<i>Разом (підсумкова оцінка)</i>
Вагові коефіцієнти (%)	30% $k_1=0,3$	30% $k_2=0,3$	40% $k_{зал}=0,4$	100%
Максимальна оцінка в балах	100	100	100	100
Оцінка (бали)	15	45	40	100

Розрахунок підсумкової оцінки (зваженої):

$$ПО = ЗМ_1 \times k_1 + ЗМ_2 \times k_2 + КПМ \times k_{зал}.$$

При оцінюванні кожного із змістових модулів враховується відвідування аспірантом аудиторних занять та виконання ним самостійних робіт, робота на семінарських заняттях, а також результати виконання модульних контрольних робіт. Оцінювання окремих видів навчальної роботи студента здійснюється у балах:

- письмові контрольні роботи – 20 балів (на семестр 2 модульні контрольні роботи по 10 балів максимум кожна);
- письмові самостійні роботи – 10 балів (на семестр 2 письмові самостійні роботи по 5 балів максимум кожна);
- усна відповідь – 20 балів (по одному балу за одну відповідь на кожному занятті);
- заохочувані бали (відвідування, підготовка рефератів) – 20 балів.

Якщо за результатами модульно-рейтингового контролю аспірант отримав середнє арифметичне за два змістовні модуля менше ніж 60 балів, то він не допускається до заліку і вважається таким, що не виконав усі види робіт, які передбачаються навчальним планом на семестр з дисципліни.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ДИСЦИПЛІНИ

№ п/п	Назва теоретичних блоків	Кількість годин				
		Всього	Аудиторних			Самостійна робота
			Лекцій	Семінари	Всього	
	Модуль 1	66	18	18	36	30
1.	Вступ	6	2	2	4	2
2.	Особливості гідрологічних рядів спостережень	16	4	4	8	8
3.	Дослідження однорідності та стаціонарності рядів спостережень	16	4	4	8	8
4.	Розрахунки гідрологічних характеристик при наявності та недостатності даних гідрометричних спостережень	28	8	8	16	12
	Модуль 2	54	12	12	24	30
5.	Розрахунки гідрологічних характеристик при відсутності даних гідрометричних спостережень	36	8	8	16	20
6.	Розрахункові гідрографи стоку води річок весняної повені і дощових паводків	18	4	4	8	10
	ВСЬОГО	120	30	30	60	60

ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		лекції, семінари	самостійна робота
МОДУЛЬ 1			
ВСТУП			
1	Предмет і завдання дисципліни	4	2
Тема 1 ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ			
2	Сучасні уявлення щодо процесів формування водного стоку річок	4	4
3	Вимоги до гідрологічної інформації та нормативні документи	4	4
Тема 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ ТА СТАЦІОНАРНОСТІ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ			
4	Статистичні гіпотези та їхні перевірки	4	4
5	Гідролого-генетичний підхід	4	4
Тема 3 РОЗРАХУНКИ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ НАЯВНОСТІ ТА НЕДОСТАТНОСТІ ДАНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ			
6	Криві забезпеченості та їхні статистичні параметри	4	2
7	Розрахунки річного стоку річок та його внутрішньорічного розподілу	4	4
8	Розрахунки максимального і мінімального стоку річок	4	4
9	Підходи щодо розрахунків при наявності пропусків у рядах спостережень або недостатньої тривалості ряду	4	2
МОДУЛЬ 2			
Тема 4 РОЗРАХУНКИ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВІДСУТНОСТІ ДАНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ			
10	Підходи та методи визначення річного стоку річок та його внутрішньорічного розподілу	4	8
11	Формули для розрахунку максимального стоку весняної повені	4	2
12	Формули для розрахунку максимального стоку дощових паводків	4	4
13	Особливості розрахунків мінімального стоку та рівнів води	4	6
Тема 5 РОЗРАХУНКОВІ ГІДРОГРАФИ СТОКУ ВОДИ ВЕСНЯНОЇ ПОВЕНІ І ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ			
14	Форми гідрографів річок	4	4
15	Розрахункові гідрографи	4	6

Загальний обсяг 120 год.,
у тому числі:
лекції та семінари – 60 год,
самостійна робота – 60 год.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1

ВСТУП

Лекція 1. Предмет і завдання дисципліни

Предмет, мета та завдання дисципліни. Основні визначення та поняття. Структура і зміст курсу.

ТЕМА 1 ОСОБЛИВОСТІ ГІДРОЛОГІЧНИХ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Лекція 2. Сучасні уявлення щодо процесів формування водного стоку річок

Основні підходи, розвиток, недоліки та переваги. Загальні положення статистичного підходу. Особливості детерміністичного підходу.

Лекція 3. Вимоги до гідрологічної інформації та нормативні документи

Визначення понять випадковість, незалежність у часі, однорідність та стаціонарність. Циклічні коливання водного стоку річок. Міжнародні та національні нормативні документи.

ТЕМА 2 ДОСЛІДЖЕННЯ ОДНОРІДНОСТІ ТА СТАЦІОНАРНОСТІ РЯДІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Лекція 4. Статистичні гіпотези та їхні перевірки

Основні причини порушення однорідності і стаціонарності гідрологічних рядів спостережень. Поняття статистичної гіпотези. Критерії статистичної гіпотези. Недоліки та переваги статистичних критеріїв які знайшли найбільше застосування у гідрології.

Лекція 5. Гідролого-генетичний підхід

Графічні методи. Основні визначення та поняття гідролого-генетичного підходу. Методика застосування гідролого-генетичних (графічних) методів.

ТЕМА 3 РОЗРАХУНКИ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ НАЯВНОСТІ ТА НЕДОСТАТНОСТІ ДАНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Лекція 6. Криві забезпеченості та їхні статистичні параметри

Емпіричні та аналітичні криві розподілу. Методи визначення оцінок параметрів розподілу. Сітчатка ймовірності. Квантилі розподілу.

Лекція 7. Розрахунки річного стоку річок та його внутрішньорічного розподілу

Поняття норми стоку річок та її розрахунок. Сучасний внутрішньорічний розподіл річок. Водогосподарський рік. Методи визначення розрахункового внутрішньорічного розподілу річок.

Лекція 8. Розрахунки максимального і мінімального стоку річок

Максимальний стік весняної повені, сніго-дощових паводків та дощових паводків. Мінімальний стік літньої, літньо-осінньої та зимової межені за період 30 діб та за одну добу.

Лекція 9. Підходи щодо розрахунків при наявності пропусків у рядах спостережень або недостатньої тривалості ряду

Основні вимоги щодо вибору річок-аналогів. Кореляція. Кореляційний зв'язок. Парна та множинна регресія.

ТЕМА 4 РОЗРАХУНКИ ГІДРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ВІДСУТНОСТІ ДАНИХ ГІДРОМЕТРИЧНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Лекція 10. Підходи та методи визначення річного стоку річок та його внутрішньорічного розподілу

Методи регіоналізації. Побудова карт середнього багаторічного річного стоку та його основних параметрів. Методи інтерполяції. Емпіричні залежності. Метод аналогії.

Лекція 11. Формули для розрахунку максимального стоку весняної повені

Редукційна формула. Об'ємна формула. Формула Мокляка. Недоліки та переваги розрахункових формул. Особливості застосування.

Лекція 12. Формули для розрахунку максимального стоку дощових паводків

Редукційна формула. Формула граничної інтенсивності. Об'ємна формула. Формула Вишневського. Недоліки та переваги розрахункових формул. Особливості застосування.

Лекція 13. Особливості розрахунків мінімального стоку та рівнів води

Метод регіоналізації. Побудова карт мінімального стоку води та його основних параметрів і особливості їхнього застосування. Емпіричні залежності. Метод аналогії.

ТЕМА 5 РОЗРАХУНКОВІ ГІДРОГРАФИ СТОКУ ВОДИ ВЕСНЯНОЇ ПОВЕНІ І ДОЩОВИХ ПАВОДКІВ

Лекція 14. Форми гідрографів річок

Основні визначення та поняття. Класифікація форм гідрографів. Системи класифікації. Підходи та методи. Практичне застосування.

Лекція 15. Розрахункові гідрографи

Основні методи. Метод моделі. Метод геометричних фігур та рівнянь. Генетичний метод. Практичне застосування.

IV. Навчально-методична карта дисципліни

Всього 120 годин, лекції – 30 годин, семінари – 30 годин, самостійна робота – 60 годин, залік.

Тиждень	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX																					
Модулі	Модуль 2																													
Лекції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15															
Теоретичні розділи	Вступ	Особливості гідрологічних рядів спостережень		Дослідження однорідності та стаціонарності рядів спостережень		Розрахунки гідрологічних характеристик при наявності та недостатності даних гідрометричних спостережень				Розрахунки гідрологічних характеристик при відсутності даних гідрометричних спостережень				Розрахунки гідрографії стоку води																
Теми лекцій	Предмет і завдання дисципліни	Сучасні уявлення щодо процесів формування водного стоку річок		Вимоги до гідрологічної інформації та нормативні документи		Статистичні гіпотези та їхні перевірки		Гідролого-генетичний підхід		Криві забезпеченості та їхні статистичні параметри		Розрахунки річного стоку річок та його внутрішньорічного розподілу		Розрахунки максимального і мінімального стоку річок		Підходи щодо розрахунків при наявності пропусків у рядах спостережень або недостатньої тривалості ряду		Підходи та методи визначення річного стоку річок та його внутрішньорічного розподілу		Формули для розрахунку максимального стоку дощових паводків		Особливості розрахунків мінімального стоку та рівнів води		Форми гідрографів річок		Розрахунки гідрографії				
		Розвиток статистичного та детерміністичного підходів		Обґрунтованість застосування методів математичної статистики у гідрології		Статистичні критерії в гідрології		Схема застосування гідролого-генетичного підходу		Побудова емпіричних та аналітичних кривих		Норма стоку, коефіцієнти варіації та асиметрії		Особливості максимального та мінімального стоку річок		Парна та множинна регресія		Методи просторової регіоналізації та інтерполяції		Недоліки та переваги розрахункових формул		Формули для розрахунку особливості розрахунків для гірських річок		Особливості розрахунків мінімального стоку та рівнів води		Чинники, які визначають форми гідрографів		Основні методи для розрахунку гідрографів		
Самостійна робота	Вивчення програмного матеріалу															Вивчення програмного матеріалу														
Види контролю	Контрольна робота № 1															Контрольна робота № 2														

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Математична статистика та статистична обробка інформації.
2. Основні понятті математичної статистики.
3. Методи математичної статистики.
4. Статистичні висновки.
5. Кореляційний аналіз.
6. Методи регресійного аналізу.
7. Теорія ймовірності.
8. Факторний аналіз.
9. Спектральний аналіз.
10. Ймовірнісний характер формування водного стоку річок.
11. Генетична теорія стоку річок.
12. Метод географо-гідрологічних узагальнень.
13. Ландшафтно-гідрологічний аналіз.
14. Основні чинники формування водного стоку річок та способи їхнього опису у гідрологічних розрахунках.
15. Математична статистика у гідрології.
16. Відповідність гідрологічної інформації вимогам статистичного ряду.
17. Емпірична та аналітична функції розподілу випадкової величини.
18. Аналіз часових рядів спостережень у гідрології.
19. Підхід Монте-Карло.
20. Застосування картографічних методів при обробці та аналізі гідрологічної інформації.
21. Географічні інформаційні системи та їхнє застосування у розрахунковій гідрології.
22. Методи просторової регіоналізації.
23. Методи картографічної інтерполяції.
24. Послідовність статистичної обробки гідрологічної інформації у дослідженнях.
25. Статистичні характеристики вибіркового ряду.
26. Випадкові величини і функції розподілу.
27. Дискретна величина.
28. Неперервна величина.
29. Основні характеристики статистичного ряду.
30. Поняття статистичної гіпотези.
31. Критерії статистичної гіпотези.
32. Недоліки та переваги статистичних критеріїв які знайшли найбільше застосування у гідрології.
33. Параметричні статистичні критерії.
34. Непараметричні статистичні критерії.
35. Циклічні коливання водного стоку річок та їхнє врахування у гідрологічних розрахунках.
36. Історія розвитку статистичного підходу щодо аналізу часових рядів у світі та в Україні.
37. Історія розвитку детерміністичного підходу щодо аналізу часових рядів у світі та в Україні.
38. Значення розрахункових гідрологічних характеристик для різних галузей господарства країни
39. Сучасні тенденції розвитку методів та способів розрахунку гідрологічних характеристик.
40. Методологічні підходи визначення розрахункових характеристик за кордоном.
41. Методичні рекомендації ВМО щодо аналізу часових гідрологічних рядів спостережень.
42. Графічні методи та методичні рекомендації з їхнього застосування.
43. Сумарна крива.
44. Подвійна сумарна крива.
45. Інтегральна крива відхилень.

46. Норма стоку річок та методологія її визначення.
47. Методи побудови аналітичних кривих розподілу.
48. Метод найбільшої правдоподібності.
49. Метод моментів.
50. Репрезентативність ряду спостережень
51. Тривалість гідрологічних рядів спостережень та її врахування при розрахунках.
52. Середнє квадратичне відхилення.
53. Коефіцієнт кореляції та асиметрії.
54. Вимоги до підбору річки-аналога.
55. Точність та достовірність розрахунків.
56. Стаціонарність гідрологічного ряду.
57. Однорідність гідрологічного ряду.
58. Повний цикл довготривалих коливань водного стоку річки.
59. Поняття циклічності та періодичності.
60. Клітчатка ймовірності та її застосування у гідрології.
61. Визначення відносних похибок при розрахунках.
62. Основні формули для розрахунків максимального стоку весняної повені.
63. Схема розрахунків рівнів води.
64. Квантили ймовірності для різних видів стоку.
65. Гідрограф стоку та методи його розрахунку.
66. Різноманітність форм гідрографів стоку та чинники їхнього формування.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Blöschl, G., Sivapalan, M., Viglione, A., Wagener, T., Savenije, H. (Eds.). Runoff prediction in ungauged basins: Synthesis across processes, places and scales, Cambridge University, 2013. 490 p.
2. Kundzewicz Z.W. and A. Robson Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data. World Climate Programme Data and Monitoring – WCDMP-45. Geneva: WMO/TD-№ 1013, 2000.
3. Linley K., Kohler M.A., Paulhus J.L.H. Applied Hydrology. New York: Published by McGraw-Hill, 1949. 689 p.
4. Guide to hydrological practices. Volume II: Management of water resources and application of hydrological practices, WMO-No. 168, World Meteorological Organization, Geneva. 2009
5. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат. 1984. 447 с.
6. Определение расчетных гидрологических характеристик СНИП 2.01.14-83. М.: Гос. комитет СССР по делам строительства. 1983. 97 с.
7. Горбачова Л.О. Місце та роль гідролого-генетичного аналізу серед сучасних методів дослідження водного стоку річок. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2016. Вип. 268. С. 73-81.
8. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки однорідності та стаціонарності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т. 1 (32). С. 22-31.
9. Бефани Н.Ф. Особенности генетической территориально общей методики предвычисления дождевых паводков. Тр. IV Всесоюзного гидрологического съезда. 1990. Т.7. С.190-199.
10. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: монография. Одесса: Экология, 2005. 208 с.
11. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии: учебное пособие для высших учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 320 с.
12. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. Одесса: ТЭС, 2002. 110 с.

Додаткова

1. Гребінь В.В. Сучасний водний режим річок України (ландшафтно-гідрологічний аналіз). К.: Ніка-Центр, 2010. 316 с.
2. Владимиров А.М. Сток рек в маловодный период года. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 296 с.
3. Лобода Н.С. Расчеты минимального стока зимней межени Верхнего Днестра на основе метода множественной регрессии. Метеорологія, кліматологія та гідрологія. 2004. Вип. 48. С. 468-472.
4. Андреев В.Г. Циклические колебания годового стока и их учет при гидрологических расчетах. Труды ГГИ. 1959. Вип. 68. С. 3-49.
5. Горбачова Л.О., Шерешевський А.І. Цифрові бази даних розрахункової гідрологічної інформації. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2008. № 15. С. 59 - 63.
6. Linley R.K., Kohler M.A., Paulhus J.L.H. Applied Hydrology. New York: Published by McGraw-Hill, 1949. 689 p.
7. James K. Searcy & Clayton. H. Hardison Double-mass curves. Manual of Hydrology: Part 1. General Surface-Water Techniques. Geological Survey Water-Supply Paper 1541-B. Washington: United States Government Printing Office, 1960. 36 p.
8. Kundzewicz Z.W. and A. Robson Detecting Trend and Other Changes in Hydrological Data. World Climate Programme Data and Monitoring – WCDMP-45. Geneva: WMO/TD-№ 1013, 2000.