

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



ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Українського
гідрометеорологічного інституту
чл.-кор. НАН України
Володимир ОСАДЧИЙ
31 жовтня 2022 року

ЗАТВЕРДЖЕНО
Вченою радою Українського
гідрометеорологічного інституту
Протокол № 6 від 31 жовтня 2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

«Моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ»

Освітня наукова програма	«Науки про Землю»
Галузі знань	10 Природничі науки
Спеціальність	103 Науки про Землю
Рівень вищої освіти	Третій (освітньо-науковий)
Освітній ступінь	Доктор філософії
Вид дисципліни	Обов'язкова

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

Робочу програма навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ» розроблено на основі освітньо-наукової програми «Науки про Землю» підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступені «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 30 жовтня 2022 р.

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



Горбачова Л.О.

Гарант освітньо-наукової програми



Осадчий В.І.

ВСТУП

Згідно навчального плану підготовки аспірантів, дисципліна «Моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ» викладається аспірантам УкрГМІ ДСНС та НАН України впродовж одного семестру обсягом 90 годин, з них 50 годин аудиторних занять (30 годин лекційних і 20 годин практичних занять та 40 годин самостійної роботи). У курсі передбачено 2 змістових модулі та 2 модульні контрольні роботи. По закінченню семестру аспіранти здають залік.

Мета навчальної дисципліни «Моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ» – формування в аспірантів системних уявлень та знань щодо гідрологічних явищ, які обумовлюють негативні наслідки, іноді катастрофічного характеру, а також методів і способів їхнього моделювання, прогнозування та попередження.

Основні завдання навчальної дисципліни: формування уявлення про загальні закономірності та причини виникнення небезпечних гідрологічних явищ; сутність методів моделювання, прогнозування та попередження таких ситуацій; основні райони поширення небезпечних гідрологічних явищ в Україні; проблеми моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ в світі та в Україні.

Аспірант повинен знати: визначення та види небезпечних гідрологічних явищ, загальні закономірності та причини їхнього формування; основні методи та способи моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних ситуацій з метою їхнього попередження для пом'якшення негативних наслідків від них; основні математичні моделі та прогностичні системи, які використовуються в Україні; проблеми моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ в світі та в Україні.

Аспірант повинен вміти володіти знаннями стосовно умов формування та виникнення небезпечних гідрологічних явищ; класифікації методів моделювання, підходів щодо створення математичних моделей, їхніх переваг та недоліків; різновидів гідрологічних прогнозів; методів, способів, вимог щодо їхнього створення; проблеми моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ в світі та в Україні.

Система контролю знань та умови складання іспиту. Навчальна дисципліна «Моделювання та прогнозування небезпечних гідрологічних явищ» 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	Fx

		складання заліку/екзамену	
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	Лекцій	Семінари	Самостійна робота
	Модуль 1	28	16	10	6	12
1.	Вступ	4	2	2	-	2
2.	Небезпечні гідрологічні явища	24	14	8	6	10
	Модуль 2	62	34	20	14	28
3.	Моделювання небезпечних гідрологічних явищ	30	16	10	6	14
4.	Прогнозування небезпечних гідрологічних явищ	32	18	10	8	14
	ВСЬОГО	90	50	30	20	40

ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		лекції, семінари	самостійна робота
МОДУЛЬ 1			
Тема 1 ВСТУП			
1	Предмет і завдання дисципліни	2	2
Тема 2 НЕБЕЗПЕЧНІ ГІДРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА			
2	Загальна характеристика небезпечних гідрологічних явищ	4	4
3	Водопілля: чинники, умови формування, захист	4	6
4	Паводки: чинники, умови формування, захист	4	6
5	Небезпека від льодових явищ, маловодь та селів, лавин та згінно-нагінних явищ	2	4
МОДУЛЬ 2			
Тема 3 МОДЕЛЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ			
6	Методи моделювання та різновиди математичних моделей	2	5
7	Стохастичне моделювання	4	5
8	Детерміноване моделювання	4	5

9	Стан математичного моделювання гідрологічних явищ в Україні	4	5
10	Проблеми моделювання в світі та в Україні	2	4
Тема 4 ПРОГНОЗУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ			
11	Види і методи гідрологічних прогнозів	2	4
12	Короткострокове прогнозування рівнів і витрат води річок	4	5
13	Довгострокове прогнозування елементів водного режиму	4	5
14	Прогнозування льодових явищ, селів та лавин	4	5
15	Стан гідрологічного прогнозування в Україні	4	5

Загальний обсяг 90 год.,
у тому числі:
лекції та семінари – 50 год,
самостійна робота – 40 год.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МОДУЛЬ 1

ТЕМА 1 ВСТУП

Лекція 1. Предмет і завдання дисципліни

Предмет, мета та завдання дисципліни. Основні визначення та поняття.

ТЕМА 2 НЕБЕЗПЕЧНІ ГІДРОЛОГІЧНІ ЯВИЩА

Лекція 2 Загальна характеристика небезпечних гідрологічних явищ

Класифікація небезпечних гідрологічних явищ. Природні та антропогенні чинники утворення небезпечних гідрологічних явищ.

Лекція 3 Водопілля: чинники, умови формування, захист

Загальні відомості про водопілля. Класифікація водопілля, типи водопілля. Повені в період весняного водопілля на рівнинних річках України. Чинники, що їх обумовлюють. Збитки від водопілля, способи захисту від них.

Лекція 4 Паводки: чинники, умови формування, захист

Паводки, види паводків, їхня класифікація. Поширення паводків. Паводко-небезпечні регіони України. Збитки від паводків, способи захисту від них

Лекція 5 Небезпека від льодових явищ, маловодь, селів, лавин та згінно-нагінних явищ

Умови формування, причини виникнення небезпечних явищ, поширення, негативні наслідки.

МОДУЛЬ 1

ТЕМА 3 МОДЕЛЮВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ

Лекція 6 Методи моделювання та різновиди математичних моделей

Основні підходи моделювання. Типи математичних моделей процесів формування водного стоку річок. Принципи проектування і конструювання математичних моделей гідрологічних процесів і явищ.

Лекція 7 Стохастичне моделювання

Загальні положення. Аналіз часових рядів спостережень. Емпіричні та аналітичні функції розподілу. Підхід Монте Карло. Моделювання послідовностей гідрологічних величин. Стохастичні моделюючі системи.

Лекція 8 Детерміноване моделювання

Основні чинники формування водного стоку річок. Загальні підходи щодо моделювання процесів формування водного стоку річок. Моделюючі програмні комплекси.

Лекція 9 Стан математичного моделювання гідрологічних явищ в Україні

Основні підходи щодо моделювання. Найбільш розповсюджені типи математичних моделей, які використовуються в Україні, їхні переваги та недоліки.

Лекція 10 Проблеми моделювання в світі та в Україні

Адекватність відтворення математичними моделями умов формування водного стоку. Надійність, доступність, достатність вихідних даних для моделювання. Невивченість у гідрометеорологічному відношенні водозборів річок та можливість моделювання їхнього водного стоку.

ТЕМА 4 ПРОГНОЗУВАННЯ НЕБЕЗПЕЧНИХ ГІДРОЛОГІЧНИХ ЯВИЩ

Лекція 11 Види і методи гідрологічних прогнозів

Класифікація та види гідрологічних прогнозів. Похибки і справджуваність прогнозів, їхня завчасність. Оцінка ефективності прогностичних методик. Визначення точності прогнозів. Основні форми випуску прогнозів.

Лекція 12 *Короткострокове прогнозування рівнів і витрат води річок*

Загальні положення. Основні підходи та методи прогнозування. Прогнозування стоку весняної повені та паводкового стоку.

Лекція 13 *Довгострокове прогнозування елементів водного режиму*

Загальні положення. Прогнозування елементів весняної повені рівнинних річок. Стік гірських річок та методики його прогнозування.

Лекція 14 *Прогнозування льодових явищ, селів та лавин*

Загальні положення. Методичні підходи.

Лекція 15 *Стан гідрологічного прогнозування в Україні*

Основні методики, які створено та використовуються для прогнозування в Україні. Перспективи розвитку прогнозування.

IV. Навчально-методична карта дисципліни

Всього 90 годин, лекції – 30 годин, семінари – 20 годин, самостійна робота – 40 годин, залік.

Тиждень	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX						
Модулі	Модуль 1														
Лекції	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Теоретичні розділи	Вступ	Небезпечні гідрологічні явища													
Теми лекцій	Предмет і завдання дисципліни	Небезпечні гідрологічні явища													
		Загальна характеристика небезпечних гідрологічних явищ	Повені: чинники, умови формування, захист	Паводки: чинники, умови формування, захист	Небезпека від льодових явищ, маловод'я та селів	Методи моделювання та різновиди математичних моделей	Стохастичне моделювання	Детерміністичне моделювання	Стан математичного моделювання гідрологічних явищ в Україні	Проблеми моделювання в світі та в Україні	Види і методи гідрологічних прогнозів	Короткострокове прогнозування рівнів і витрат води річок	Довгострокове прогнозування елементів водного режиму	Проблеми прогнозування льодових явищ, селів та лавин	Стан гідрологічного прогнозування в Україні
Теми семінарських занять	-	Класифікація небезпечних гідрологічних явищ	Умови формування повеней у різних фізико-географічних зонах	Умови формування паводків у різних фізико-географічних зонах.	-	Загальні положення, переваги та недоліки стохастичного моделювання	Загальні положення, переваги та недоліки детерміністичного моделювання	Основні моделі та підходи до моделювання в Україні	-	Види і методи гідрологічних прогнозів	Основні методологічні підходи короткострокового прогнозування	Проблеми довгострокового прогнозування	Методи, способи, підходи щодо прогнозування льодових явищ, селів та лавин	Основні прогностичні системи в Україні	
Самостійна робота	Вивчення програмного матеріалу														
Види контролю	Контрольна робота № 1														
	Контрольна робота № 2														

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ВИВЧЕННЯ ПРОГРАМНОГО МАТЕРІАЛУ

1. Основні чинники формування небезпечних весняних повеней рівнинних річок.
2. Умови формування паводків гірських річок.
3. Способи захисту від небезпечних гідрологічних явищ.
4. Основні підходи гідрологічного моделювання.
5. Моделі з зосередженими та розподіленими параметрами.
6. Цифрові моделі рельєфу та їхнє застосування у гідрологічному моделюванні.
7. Що таке єдина універсальна гідрологічна модель?
8. Переваги та недоліки фізично-обґрунтованої гідрологічної моделі.
9. Калібрування та верифікація гідрологічної моделі.
10. Вихідні дані для моделей різних типів.
11. Параметри у гідрологічних моделях та способи їхнього визначення.
12. Гідрологічні моделі, які описують стокоутворення на водозборі річки.
13. Гідродинамічні моделі стоку.
14. Математична статистика у гідрології.
15. Емпірична та аналітична функції розподілу випадкової величини.
16. Аналіз часових рядів спостережень у гідрології.
17. Підхід Монте-Карло.
18. Стохастичне моделювання.
19. Детерміністично-стохастичне моделювання.
20. Історія розвитку гідрологічного прогнозування в світі.
21. Значення гідрологічних прогнозів для різних галузей господарства країни
22. Організації та служби, які займаються гідрологічним прогнозуванням
23. Сучасні тенденції розвитку гідрологічного моделювання.
24. Принципи статистичної оцінки ефективності методики і справджуваності гідрологічних прогнозів.
25. Призначення та зміст гідрологічної інформації.
26. Відновлення пропусків, подовження рядів спостережень.
27. Прогнози стоку води за даними руслових запасів та припливу води в річкову мережу.
28. Генетична формула стоку.
29. Математичні моделі формування дощових паводків.
30. Методи прогнозування весняного стоку рівнинних річок.
31. Методичні основи прогнозу стоку гірських річок.
32. Довгострокове моделювання стоку гірських річок.
33. Льодові явища та особливості їхнього прогнозування.
34. Селі та їхнє прогнозування.
35. Лавини: характеристики, безпека, прогнозування.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. М.: Издательский центр «Академия», 2010. 304 с.
2. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Современные проблемы гидрологии: учебное пособие для высших учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2008. 320 с.
3. McCuen Richard H. Modeling hydrological change: statistical methods. Lewis Publishers, 2003. 433 p.
4. Guide to Hydrological Practices. Volume II. Management of Water Resources and Application of Hydrological Practices. 6th edition. – WMO-No. 168, 2009.
5. Кучмент Л. С. Модели процессов формирования речного стока. Л. : Гидрометеиздат, 1980. 144 с.
6. Abbott Michael B., Refsgaard Jens Christian (Eds.) Distributed Hydrological Modeling. Water Science and Technology Library, Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, 1996. Vol. 22. 321 p.
7. Гопченко Е.Д., Овчарук В.А. Формирование максимального стока весеннего половодья в условиях юга Украины. Одесса: ТЭС, 2002. 110 с.

Додаткова

1. Гопченко Є.Д., Шакірманова Ж.Р. Територіальне узагальнення базових величин прогнозуєї схеми характеристик весняного водопілля для рівнинних річок України. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2011. Вип.12. С. 149-160.
2. Nash, J.E. & Sutcliffe, J.V. River Flow Forecasting Through Conceptual Models, Part 1: A Discussion on Principles. Journal of Hydrology. 1970. Vol. 10. P. 282-290.
3. Supiah Shamsudin & Normala Hashim Rainfall runoff simulation using Make11 NAM. Journal Kejuruteraan awam (Journal of Civil Engineering). 2002. Vol. 15. № 2. P. 1-13.
4. Abbott M.B., Bathurst J.C., Cunge I.A., O'Connell P.E. and Rasmussen J. An introduction to the European hydrological system-System hydrologique Europeen, 'SHE*', 1: History and philosophy of a physically-based, distributed modeling system. Journal of Hydrology. 1986. Vol. 87(1/2). P. 45-59.
5. Linsley R.K., Kohler M.A., Paulhus J.L.H. Applied Hydrology. New York: Published by McGraw-Hill, 1949. 689 p.
6. 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.
7. Горбачова Л.О. Методичні підходи щодо оцінки однорідності та стаціонарності гідрологічних рядів спостережень. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2014. Т. 1 (32). С. 22-31.
8. 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.
9. 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.
10. Горбачова Л.О. Адаптація гідрологічної моделі «опад-стік» Mike 11 до гірських річок. Наук. пр. УкрНДГМІ. 2012. Вип. 263. С. 71-77.