

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра метеорології та кліматології



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Хімія атмосфери і зміни клімату

(Atmospheric Chemistry and Climate Change)

для студентів

галузь знань	Е - Природничі науки, математика та статистика
спеціальність	Е4 - Науки про Землю
освітнього рівня	магістр
освітня програма	Метеорологія
вид дисципліни	Обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	англійська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: **Сніжко Сергій Іванович**, доктор географічних наук, завідувач кафедри метеорології та кліматології, професор

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2025

Розробник: **Сніжко Сергій Іванович**, доктор географічних наук, професор, завідувач
кафедри метеорології та кліматології

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав.кафедри метеорології та кліматології

 Сергій СНІЖКО

Протокол №1 від 25 серпня 2025

Схвалено науково - методичною комісією географічного факультету
Протокол № 7 від «28» серпня 2025 року

Голова науково-методичної комісії  Наталія КОРОГОДА

ВСТУП

1. Мета дисципліни – опираючись на англомовні науково-освітні ресурси, ознайомити студентів з найновішими досягненнями світової науки у галузі зміни клімату, хімії атмосфери та у дослідженні глобальних проблем людства, пов'язаних зі зміною клімату та забрудненням атмосферного повітря.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1) Знання теоретичних основ хімії, фізики, фізичної географії, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами та процесами, що відбуваються в природному середовищі;

2) Середній рівень володіння англійською мовою;

3) Володіння методами синтезу та аналізу інформації.

3. Анотація навчальної дисципліни. Дисципліна присвячена вивченню процесів формування та трансформації хімічного складу земної атмосфери та клімату планети Земля під впливом природних та антропогенних чинників.

Курс складається з **двох змістових модулів**.

У межах першого модулю розглядається структура та функціонування глобальної кліматичної системи, взаємозв'язки між атмосферою, гідросферою, кріосферою, геосферою і біосферою), природні (тектонічна діяльність, горотворення, геокосмічні чинники, вплив сонячної радіації) та антропогенні (антропогенний парниковий ефект, газо-аерозольний радіаційний форсинг) механізми зміни клімату.

В другому модулі розглядаються процеси надходження хімічних речовин в тропосферу з різних джерел (спалювання викопних видів палив, спалювання біомаси, авіація і космонавтика, болота, кишкова ферментація у тварин, процеси у ґрунтах та у водних системах, розчинники та холодоагенти, вулкани) та їх перетворення у тропосфері та стратосфері, особливості формування хімічного складу стратосфери з акцентом на механізми утворення та руйнування озону, на його кліматичний ефект. Аналізується вплив глобальної циркуляції атмосфери на транспорт забруднювальних речовин у атмосфері. Детально аналізуються основні екологічні проблеми та загрози для людства, які пов'язані зі зміною клімату та забрудненням атмосфери. При вивченні цього модуля активно використовуються результати найновіших наукових досліджень, які отримані міжнародною науковою спільнотою і є доступними у англомовних наукових виданнях.

4. Завдання (навчальні цілі):

- 1) сформувати сучасні уявлення про глобальну кліматичну систему та її трансформацію під впливом внутрішніх та зовнішніх природних та антропогенних чинників;
- 2) сформувати уявлення про основні закономірності перебігу фізико-хімічних процесів у атмосфері Землі;
- 3) сформувати уявлення про еволюцію основних газових та аерозольних компонентів атмосфери та їх вплив на еволюцію клімату Землі;
- 4) сформувати уявлення про антропогенне навантаження на атмосферу, географічний розподіл джерел забруднення та переміщення забруднюючих речовин повітряними потоками під впливом глобальної та локальної циркуляції атмосфери.
- 5) сформувати навички застосування закономірностей формування фізико-хімічних процесів у атмосфері для вирішення практичних задач моніторингу атмосфери, розробки заходів з мітігації та адаптації соціально-економічної сфери людської діяльності до кліматичних змін.

Згідно вимог Стандарту вищої освіти, другий (магістерський) рівень вищої освіти (сьомий рівень НРК України), галузь знань Е - Природничі науки, математика та статистика, спеціальність Е4 - Науки про Землю дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних компетентностей:

інтегральної:

- Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у професійній діяльності предметної області наук про Землю або у процесі навчання із застосуванням сучасних теорій та методів дослідження природних та антропогенних об'єктів та процесів із використанням комплексу міждисциплінарних даних та за умовами недостатності інформації;

загальних:

ЗК1. Здатність до адаптації і дії в новій ситуації.

ЗК2. Вміння виявляти, ставити, вирішувати проблеми.

ЗК3. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК4. Здатність працювати в міжнародному контексті.

ЗК6. Здатність до абстрактного мислення, пошуку, аналізу та синтезу.

ЗК8. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні

спеціальних (фахових, предметних):

ФК3. Розуміння планети як єдиної системи, найважливіших проблем її будови та розвитку.

ФК4. Володіння сучасними методами досліджень, які використовуються у виробничих та науково-дослідницьких організаціях при вивченні Землі, її геосфер та їхніх компонентів.

ФК9. Знання основних сучасних положень фундаментальних наук стосовно походження, розвитку та будови Всесвіту, здатність їх застосовувати для формування світоглядної позиції.

ФК11. Здатність реалізовувати науково-дослідну

фахову діяльність з питань метеорології та кліматології з використанням сучасних інструментів, технології та методів дослідження.

ФК12. Здатність встановлення причинно-наслідкових зв'язків в атмосфері та розуміння перебігу метеорологічних процесів та їх наслідків для різних галузей економіки, навколишнього середовища та клімату.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. Комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсум- ковій оцінці з дисцип- ліни
Код	Результат навчання			
1	Знати			
1.1.	Основні чинники еволюції хімічного складу атмосфери Землі, його зв'язок з еволюцією клімату.	Лекція, семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	10
1.2.	Глобальна кліматична система. Компоненти системи та взаємозв'язки між ними.	Лекція, семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	5
1.3.	Джерела та стоки хімічних речовин в атмосфері, особливості фізико-хімічних перетворень забруднювальних речовин у тропосфері та у стратосфері.	Лекція, семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	5
1.4.	Вплив глобальної та локальної циркуляції на транспорт	Лекція, семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; Оцінювання усних відповідей/доповнень;	10

	забруднювальних речовин у атмосфері.	робота		
1.5.	Особливості впливу парникових газів, приземного озону, аерозолів на формування клімату.	Лекція, семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	10
2	Вміти			
2.1.	Використовувати знання дисципліни для пояснення антропогенної теорії глобального потепління.	Лекція, семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	10
2.2.	Володіння методами обробки результатів наукових досліджень та їх оцінювання;	Семінар, самостійна робота		10
2.3.	Формалізувати – переводити зовнішні явища та процеси у знаковий вигляд (здійснювати теоретичне абстрагування);	Семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	5

2.4.	Вимірювати основні метеорологічні величини та використовувати отриману інформацію у практичній діяльності;	Семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	10
2.5.	Аналізувати параметри хімічного складу атмосфери, кліматичні параметри та пояснювати природні феномени, що пов'язані з погодою та забрудненням атмосфери	Семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	10
3	Комунікація			
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії;	Практична робота, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	5
3.2.	Письмово відображувати та презентувати результати своїх досліджень англійською мовою.	Семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень;	5
4.	Вміти автономно і відповідально вирішувати завдання, які пов'язані з оцінкою ролі парникових газів та інших	Семінар, самостійна робота	контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; залік	5

	атмосферних домішок у формуванні клімату та оцінювати роль атмосферних процесів у формуванні забруднення атмосфери.			
--	---	--	--	--

6.Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни (код) Програмні результати навчання (назва)	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	3.2	4.
ПРН01.Аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів геосфер Землі	+	+				+				+	+	+	+
ПРН03. Вміти спілкуватися з фахівцями та експертами різного рівня інших галузей знань, у тому числі в міжнародному контексті, в глобальному інформаційному середовищі			+	+	+		+	+	+		+	+	
ПРН05. Планувати і здійснювати наукові експерименти, писати наукові роботи за фахом.													
ПРН07. Знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності.					+	+	+		+	+	+	+	
ПРН13. Ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти в складі геосфер, їхні властивості, явища та процеси, їм притаманні.	+	+		+	+			+			+	+	
ПРН14. Вміння проводити наукові дослідження у галузі метеорології та використовувати метеорологічні дані для дослідження зміни клімату..		+								+			
ПРН15. Вміння використовувати сучасні інформаційні технології для пошуку, обробки та аналізу метеорологічної інформації з різних джерел							+			+			
ПРН19. Вміння застосовувати стандартні та сучасні методи метеорологічних досліджень.							+	+	+				

7. Схема формування оцінки:

Контроль здійснюється за рейтинговою системою. Максимальна оцінка становить 100 балів, 60 із яких студент може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів – на заліку.

У змістовна частина 1 (ЗЧ1) входять теми 1-4, у змістовна частина 2 (ЗЧ2) входять теми 5-8. Обов'язковим для заліку є знання закономірностей еволюції клімату Землі у зв'язку з еволюцією хімічного складу атмосфери Землі, а також основних екологічних проблем планети, пов'язаних з хімічним складом атмосфери (глобальне потепління, смог і фотохімічний смог, озонові дири, тощо).

7.1. Форми оцінювання студентів: Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі засвоєння матеріалу з усіх тем 2 змістових модулів та виконання індивідуальних завдань.

Оцінювання за формами контролю:

	ЗЧ1		ЗЧ2	
	<i>Min. - 18 балів</i>	<i>Max. - 30 балів</i>	<i>Min. - 18 балів</i>	<i>Max. - 30 балів</i>
Усна відповідь	«3»×3=9*	«5»×3=15*	«3»×3=9*	«5»×3=15*
Доповнення	1	2	1	2
Презентація	5	8	5	8
контрольна робота 1	3	5		
контрольна робота 2			3	5
<i>«3»/ «5» - мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент. ×3 – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань. =9*/15* – сумарна кількість балів, яку може отримати студент.</i>				

Підсумкове оцінювання у формі заліку: максимальна кількість балів на заліку – 40 балів, мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали (60 % *максимальної кількості балів, відведених на залік*).

До складання заліку з дисципліни допускається студенти, які впродовж семестру набрали не менш як 36 балів (60 % *максимальної кількості балів, відведених на семестровий контроль*).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 36 балів для складання іспиту потрібно повторно пройти поточний контроль знань (наприклад, у вигляді тестування) в установленому порядку.

Загалом, формування оцінки спирається на «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом No 170-32 від 11 квітня 2022 року.

При простому розрахунку отримаємо:

	змістовна частина 1	змістовна частина 2	Залік	Підсумкова оцінка
<i>Мінімум</i>	<u>18</u>	<u>18</u>	24	60
Максимум	30	30	40	99

7.2. Організація оцінювання:

Оцінювання здійснюється впродовж семестру з усіх видів робіт, включаючи і самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань.

Загалом, формування оцінки спирається на «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом No 170-32 від 11 квітня 2022 року.

Шкала відповідності за 100-бальною шкалою

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекції і	семінари	Самостій- на робота
3Ч 1. Introduction to Climate Change. Global climate system and its changes				
Тема 1. Global climate system				
1.	The global climate system. Link between the atmosphere, oceans, the ice sheets (cryosphere), living organisms (biosphere) and the soils, sediments and rocks (geosphere). The flows and cycles of energy and matter in the atmosphere.	2	2	10
Тема 2. Causes of Climate Change				
2.	Time Scale of Climatic Change. External Forcing Mechanisms. Galactic Variations. Orbital Variations. Solar Variations. Internal Forcing Mechanisms. Tectonic processes. Volcanic activity. Ocean circulation. Variations in Atmospheric Composition. Climate Feedback.	2	2	10
Тема 3. Mechanisms of climate change: naturally processes				
3.	Natural processes: Plate tectonics, which changes the distribution of continents and oceans and creates mountain ranges; The geometry of Earth’s orbit around the Sun, which, changes the amount of solar radiation received on Earth; Solar variability, in which the amount of radiation emitted by the Sun varies in relation to sunspot activity. Aerosols in the atmosphere, which alter Earth’s radiative balance. Global climate system.	2	2	10
Тема 4. Mechanisms of climate change under human influences				
4.	The transformation of chemical composition of the atmosphere after industrial revolution. Review of IPCC newest Reports about Climate Change. Analyzing of increasing concentrations of CO ₂ , methane, nitrous oxide, and other radiatively important gases in the atmosphere warm climate through the greenhouse effect.	2	2	10
	контрольна робота 1. The transformation of chemical composition of the atmosphere after industrial revolution. Greenhouse effect.			

34 2. Chemistry of the Unpolluted and Polluted Troposphere, Stratosphere and Global circulation				
	Тема 5. Structure and composition of the troposphere			
5	Overview of Tropospheric structure. Stability of troposphere. Convection and troposphere-to-stratosphere transport. Basic composition of troposphere.	2	1	5
	Тема 6. Sources and sinks of atmospheric constituents			
6	Sources and sinks of principal gaseous constituents and trace gases. Combustion. Biomass burning. Aircraft. Wetlands. Enteric fermentation. Soil and marine micro-organisms. Solvents and refrigerants. Volcanos. Dry deposition. Wet deposition. Chemical removal.	2	1	10
	Тема 7. Chemistry and photochemistry of the Unpolluted Troposphere			
7	Emission of chemically active trace constituents directly into the troposphere at the surface. Characteristic of transport times leading to rapid overturning and mixing of air. Solar radiation available in the troposphere. Abundance of water vapour, clouds and precipitation.	2	2	10
	Тема 8. Chemical Processing in the Polluted Troposphere.			
8	Sources of the oxides of nitrogen. The Importance of Nitrogen Oxides. Production of ozone. Destruction of ozone. NO _x reservoirs: HNO ₃ , N ₂ O ₅ , and Peroxyacetyl Nitrate. Photochemical smog.	2	2	10
	Тема 9. Chemical Processing in the Stratosphere. Ozone layer. Impact of global circulation on distribution of chemical substances in atmosphere.			
9	Ozone layer. Chapman theory of production and destruction of ozone in the stratosphere. The important catalysts for stratospheric O ₃ destruction. HO _x cycle. ClO _x cycle. NO _x cycle. Ozone hole.	2	2	10
	контрольна робота 2. Chemistry of the Unpolluted and Polluted Troposphere, Stratosphere			
ЗЧ1, годин		8	8	40
ЗЧ2, годин		10	8	45
ВСЬОГО:		18	16	85

Загальний обсяг 120 год., в тому числі:

Лекцій – **18 год.** Семінарських занять – **16 год**

Консультації – **1 год.**

Самостійна робота – **85 год.**

9. Рекомендовані джерела

а) основні джерела

1. Smerdon J. *Climate Change: The Science of Global Warming and Our Energy Future*. 1st Edition. Columbia University Press. 2009.

2. Jacobson M. *Air Pollution and Global Warming: History, Science, and Solutions*. 2nd Edition. Cambridge University Press. 2012

3. Manahan S. *Environmental Chemistry 10th Edition*. CRC Press. 2017.
4. Ritchie G. *Atmospheric Chemistry: From The Surface To The Stratosphere (Essential Textbooks in Chemistry) 1st Edition*. World Scientific. 2016.
5. Aguado E., Burt J.E. *Understanding Weather and Climate*. – Pearson, 7th edition, 2014. – 608 p.

б) додаткові джерела:

1. Warneck P. *Chemistry of the Natural Atmosphere, 2nd Edition*. Academic Press. 1999
2. Gore Al. *Our Choice: A Plan to Solve the Climate Crisis Climate change: solutions (concentrated solar power, cogeneration, and biochar)*. 2009
3. Athens C.D. *Meteorology today: An introduction to Weather, Climate, and the Environment*. – Cengage Learning; 9th edition, 2008. – 624 p.
4. Barry R.G., Chorley R.J. *Atmosphere, Weather and Climate*. – Routledge; 9th edition, 2009. – 532 p.
5. Shonk J. *Introducing Meteorology: A Guide to Weather (Introducing Earth and Environmental Sciences)*. – Dunedin Academic Press, 2013. – 156 p.
6. Watts A. *The Weather Handbook: An Essential Guide to How Weather is Formed and Develops*. – Adlar Coles; 3rd Revised ed. edition, 2014 – 160 p.
7. IPCC: *Global Climate Change Analysis 2018*. Досмун: https://www.cdp.net/en/research/global-reports/global-climate-change-report-2018?cid=318635718&adgpid=73254185713&itemid=&targid=kwd-301862320692&mt=b&loc=9061015&ntwk=g&dev=c&dmod=&adp=1t1&qclid=CjwKCAiAlajvBRB_EiwA4vAqiJMeNrOPZw2T4HPU7du3-jThZZc9V4zDxW5cD1Qd9Pt7P_TkNIIIgXoCg4wQAvD_BwE

в) Інтернет-джерела

1. <http://www.globalchange.umich.edu/> - інформація про глобальні зміни навколишнього середовища
2. <http://www.uneptie.org/ozonaction/about/index.htm> - інформація про озоноруйнівні речовини
3. <http://www.eoascientific.com/campus/atmosphere/multimedia> - навчальні матеріали з метеорології та моніторингу атмосфери
4. http://www.comet.ucar.edu/class/hydromet/07_Jan19_1999/html/MetPrimer1/sld019.htm - навчальні матеріали для студентів – метеорологів
5. <http://gcmd.gsfc.nasa.gov/> - різноманітна інформація про глобальні зміни природних систем
6. <http://daac.gsfc.nasa.gov/> - інформаційно - аналітичний центр обсерваторії Годдарада (США): різноманітні дані про склад атмосфери