

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Факультет гідрометеорології і екології
Кафедра метеорології та кліматології
Силабус курсу

КЛІМАТИЧНІ ПРОГНОЗИ ТА СЦЕНАРІЇ
Другий магістерський рівень вищої освіти

Галузь знань	Е Природничі науки, математика та статистика
Спеціальність	Е4 Науки про Землю
Освітньо-професійна програма	Метеорологія і кліматологія;
Обсяг	3 кредити (90 годин)
Семестр, рік навчання	1-й семестр, перший рік навчання
Дні, час, місце	Згідно розкладу занять на семестр
Викладач (-і)	Боровська Галина Олександрівна, канд.геогр.н, доцент кафедри
Е-таіл	mik@onu.edu.ua halyna.borovska@onu.edu.ua
Робоче місце	Кафедра метеорології та кліматології, вул.Львівська, 15, ауд.301, 304
Консультації	Онлайн-консультації: у Viber, Telegram, на платформі Zoom
Посилання на профіль викладача	https://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fges/kafedry-ta-inshi-strukturni-pidrozdiy-fges/kafedra-meteorolohii-ta-klimatolohii/spivrobitnyky/6178-borovska-galina-oleksandrivna

КОМУНІКАЦІЯ

Спілкування в аудиторії за розкладом, на території кафедри метеорології та кліматології. У позааудиторний час: усі поточні питання обговорюються у робочих чатах Viber, Telegram, електронною поштою або наживо, під час консультацій на платформі Zoom та електронною поштою.

АНОТАЦІЯ КУРСУ

Сьогодні факт глобального потепління не викликає сумнівів і вважається експериментально доведеним: збільшення глобальної температури повітря та океанів, зменшення площі морського льоду, підвищення рівня Світового океану підтверджено довготривалими інструментальними спостереженнями. Кліматичні зміни, що відбуваються протягом останніх десятиліть, не перестають хвилювати вчених. У зв'язку з цим, активніше розвиваються методи прогнозування глобальних змін клімату та їх можливих наслідків, серед яких на передній план виступають математичні методи моделювання атмосферних процесів. Майбутні зміни клімату є однією з найбільших проблем, що стоїть перед людством в новому столітті. Потреба

в інформації про зміни клімату необхідна для того, щоб оцінити їх вплив на людину і природні системи з метою розвитку відповідних засобів адаптації і стратегії пом'якшення негативного впливу кліматичних змін на національному і навіть регіональному рівні. Для оцінки можливих змін регіонального клімату України можна використати результати моделювання, які отримані для території Європи в рамках проекту CMIP3 (Coupled Model Intercomparison Project, phase 3). Даний проект керувався Міжурядовою групою експертів зі змін клімату (МГЕЗК) та був організований з метою дослідження майбутніх змін клімату за допомогою глобальних кліматичних моделей.

Мета навчальної дисципліни «Кліматичні прогнози та сценарії» полягає в опануванні техніками аналізу та візуалізації кліматичної інформації, яка є необхідною компетентністю майбутніх магістрів-кліматологів та фахівців діяльність яких пов'язана з кліматозалежними галузями економіки України.

Завданням дисципліни є навчити студентів аналізувати, оцінювати, систематизувати геопросторові дані, метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження, застосовувати статистичні методи їхнього аналізу для розв'язання спеціалізованих задач, отримувати та аналізувати відомості про причини та тренди історичних та сучасних змін клімату, що базуються на результатах наукових досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати:

- економічні та екологічні основи головних сценаріїв зміни клімату SSP-RCP;
- основні рушійні сили для кліматичного прогнозу та сценарію;
- основні глобальні та регіональні кліматичні моделі.

вміти:

- пояснювати економічні та екологічні основи головних сценаріїв зміни клімату SSP-RCP, визначаючи основні рушійні сили для кожного сценарію;
- обговорювати прогнози регіональних кліматичних моделей для кліматичних проекцій на основі найгірших і найкращих сценаріїв, а також їх вплив на різні економічні сектори, географічні регіони, екосистеми, здоров'я людини та економіку в цілому;
- визначати можливі наслідки зміни клімату в майбутньому за різними сценаріями SSP-RCP зміни клімату.

ОПИС КУРСУ

Форми і методи навчання

Курс буде викладений у формі лекцій (16 / 6 год) та практичних (14 / 4 год), організації самостійної роботи студентів (60 / 80 год) відповідно для очної /заочної

форм навчання.

Унікальністю методики навчання даної дисципліни є суміщення всіх сучасних інтерактивних та інноваційних (у т.ч. інформаційно-комунікативних, проєктних) технологій, підходів до навчання в закладах вищої освіти.

Заняття з дисципліни проводяться у формі: лекцій із використанням наочних матеріалів, посібників, мультимедійних технологій; практичних занять; самостійної роботи з основною та додатковою літературою, періодичними виданнями, джерелами в інтернеті.

Серед методів навчання використовуються: словесні (пояснення, розповідь, інструктажі, ситуативне моделювання, ситуативне навчання, мозковий штурм, аналіз відео- і фотоматеріалів, обмін думками, захист доповідей тощо); наочні (демонстрування, мультимедійні презентації); практичні (ділові, рольові ігри).

ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення теоретичних розділів дисципліни передбачає опрацювання лекційного матеріалу, вивчення основного і, за бажанням, додаткового навчально-методичного забезпечення зі списку літератури, та перевірку знань шляхом виконання студентами контролюючих заходів.

Змістовний модуль ЗМ-Л1. «Сценарії викидів та їх вплив».

Тема №1. «Сценарії викидів».

Під час вивчення теми студент має оволодіти такими знаннями та навичками:

- Основні групи сценаріїв; чим вони відрізняються: за темпами глобалізації, технологічними змінами, рівнем розвитку.
- Ключові параметри, які враховуються у сценаріях (населення та урбанізація, економічні темпи росту, зміна землекористування, рівень розвитку технологій, кліматична політика (вуглецеві податки, стратегія декарбонізації).
- Для чого потрібні сценарії викидів (моделювання підвищення температури, оцінка ризиків екстремальних явищ, формування кліматичної політики, планування адаптації на національному та регіональному рівнях, оцінка впливу на природні ресурси, агросектор, здоров'я, економіку.
- Як сценарії впливають на результати моделей.
- Розуміння радіаційного форсингу.
- Робота з кліматичними моделями (GCMs, RCMs).
- Інтерпретація кліматичних проєкцій.
- Оцінка невизначеності моделей.
- Читання графіків сценаріїв (emissions pathways).

Тема №2. «Сценарії зміни клімату SSP-RCP».

Після вивчення **другої теми** за допомогою навчально-методичного забезпечення студент має оволодіти такими знаннями:

- Що таке система SSP–RCP.

- Основні SSP («історії розвитку світу»);
- RCP – рівні радіаційного форсингу;
- Як SSP поєднуються з RCP (Матрична система «соціальні умови → викиди → форсинг → температура»).
- Найчастіше використовувані сценарії в дослідженнях

Змістовний модуль ЗМ-Л2. «Прогнози регіональних кліматичних моделей»

Тема 3. *«Сучасні зміни клімату в Україні за даними чисельних кліматичних моделей».*

Під час вивчення теми та за допомогою навчально-методичного забезпечення студент має оволодіти такими знаннями:

- Що таке "сучасні зміни клімату" для України.
- Які ключові кліматичні характеристики, які потрібно аналізувати.
- Які кліматичні моделі використовують для України;
- Регіональні моделі клімату (RCMs) — CORDEX.
- Як моделі оцінюють зміни клімату України сьогодні

Тема 4. *«Аналіз і візуалізація кліматичної інформації за допомогою платформи Copernicus».*

Під час вивчення теми та за допомогою навчально-методичного забезпечення студент має оволодіти такими знаннями:

- Що таке Copernicus та C3S;
- Які кліматичні дані доступні на платформі;
- Як працювати з платформою (базові навички);
- Основні види кліматичної візуалізації, які потрібно вміти робити
- Як за допомогою Copernicus отримати прогноз за SSP–RCP.
- Чому важлива корекція похибок для модельних даних.

При вивченні дисципліни «Кліматичні прогнози та сценарії» здобувачі можуть виконувати завдання самостійної роботи як у традиційних формах (опрацювання літератури, індивідуальних завдань, тощо), так і через зарахування результатів неформальної та інформальної освіти.

Перелік рекомендованої літератури

Основна

1. Кліматичні зміни 2021: Фізична наукова основа. Внесок Робочої групи I до Шостого оцінного звіту IPCC. — Женева: IPCC, 2021. — 3949 с.
2. Кліматичні зміни 2022: Наслідки, вразливість та адаптація. — Женева: IPCC, 2022. — 3056 с.
3. Доповідь про стан клімату в Україні за 1991–2020 рр. — Київ: УкрГМЦ, 2021. — 76 с.
4. Оцінка ризиків виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних зі зміною клімату. — Київ: ДСНС, 2020. — 112 с.

5. Друге національне визначене внесення України до Паризької угоди. — Київ, 2021. — 55 с.
6. Національна інвентаризація викидів парникових газів за 1990–2022 роки. — Київ, 2024. — 450 с.
7. Платформа Copernicus Climate Data Store: Посібник користувача. — Брюссель: ECMWF/Copernicus, 2022. — 85 с.
8. Гелету́ха Г. Г., Желе́зна Т. А., Драгне́в С. В. Парникові гази та кліматичні зміни: сучасні тенденції та політика України // Аналітична записка БАУ. — Київ: Біоенергетична асоціація України, 2021. — 46 с.
9. Європейська служба Copernicus. Кліматичні індикатори Європи: звіт C3S. — Брюссель: ECMWF/Copernicus, 2023. — 124 с.
10. Ковальчук І. П., Шевченко О. Г. Зміна клімату: основи моделювання та прогнозування. — Київ: Видавництво Ліра, 2020. — 256 с.
11. Малицька Л.В., Балабух В.О. Ймовірні зміни кліматичних умов України до середини XXI ст. / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2020. №1(56). С.94-100. DOI: <https://doi.org/10.17721/2306-5680.2020.1.10>
12. Copernicus Climate Change Programme: User Learning Service Content Florian Dierickx 2019–04–28. 141 P.
13. Sandstad, M., Schwingshackl, C., Iles, C., (2022): Climate extreme indices and heat stress indicators derived from CMIP6 global climate projections. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: 10.24381/cds.776e08bd
14. Mercogliano, P., Rianna, G., Reder, A., Raffa, M., Mancini, M., Stojiljkovic, M., de Valk, C., and van der Schrier, G., (2021): Extreme precipitation risk indicators for Europe and European cities from 1950 to 2019. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: 10.24381/cds.3a9c4f89
15. Mercogliano, P., Rianna, G., Reder, A., Raffa, M., Padulano, R., Essenfelder, A., Mazzoli, P., and Bagli, S., (2021): Flood risk indicators for European cities from 1989 to 2018. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). DOI: 10.24381/cds.9d3db0eb

Додаткова

1. Emissions Scenarios. A Special Report of IPCC Working Group III. 2000, 27 pp.
2. Краковська С.В. Чисельні проєкції кліматичних змін в Луганській області до 2050 р. // Наук. праці УкрНДГМІ. -№261, 2011. -С.37-55.
3. Краковская С.В., Паламарчук Л.В., Дюкель Г.А. Региональная модель (РЕМО) в изучении сильных осадков в Карпатах // Метеорологія, кліматологія та гідрологія.-№50, 2008. - С.75-80.
4. Краковська С.В., Паламарчук Л.В., Шедеменко І.П., Дюкель Г.О., Гнатюк Н.В. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (РЕМО) щодо прогнозу приземної температури

- повітря за контрольний період 1961-90 рр. // Наук. праці УкрНДГМІ. -№ 257, 2008. - С. 42-60.
5. Паламарчук Л.В., Краковська С.В., Шедеменко І.П., Дюкель Г.О., Гнатюк Н.В. Верифікація даних світового кліматичного центру (CRU) та регіональної моделі клімату (REMO) щодо прогнозу поля опадів в Україні за контрольний період 1961-1990 рр. // Наук. праці УкрНДГМІ. -№ 258, 2009. – С.69 – 83.
 6. Краковська С.В., Гнатюк Н.В., Шпиталь Т.М., Паламарчук Л.В. Проекції змін приземної температури повітря за даними ансамблю регіональних кліматичних моделей у регіонах України в XXI столітті. // Наук. праці УкрНДГМІ. -№ 268 , 2016. - С. 33-43.
 7. Шедеменко І.П., Краковська С.В., Гнатюк Н.В. Верифікація даних Європейської бази E-OBS щодо приземної температури та кількості опадів у адміністративних областях України // Наук. праці УкрНДГМІ. - № 262, 2012. С. 71-90.8.
 8. Nakićenović, N., and R. Swart (eds.), 2000: Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 599 pp.
 9. Звіт про науково-дослідну роботу розроблення сценаріїв зміни кліматичних умов в Україні на середньо- та довгострокову перспективу з використанням даних глобальних та регіональних моделей, 2013. – 121 с.
 10. Climate Change 2013: The Physical Science Basis / T.F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor [et al.] // Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – Cambridge University Press, 2013. – 1535 p.
 11. Степаненко С.М. Динаміка та моделювання клімату: підручник / С.М.Степаненко. – Одеса: Екологія, 2013. – 204 с.
 12. van Vuuren D.P. The representative concentration pathways: an overview / D.P. van Vuuren, J.A. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi [et al.] // Climatic Change. – 2011. – Vol. 109, No. 1-2. – P. 1-27.
 13. Evans J.P. CORDEX – An international climate downscaling initiative / J.P.Evans // 19th International Congress on Modelling and Simulation. – Perth (Australia), 2011. – P. 2705-2711.
 14. Giorgi F. Addressing climate information needs at the regional level: the CORDEX framework / Filippo Giorgi , Colin Jones and Ghassem, R. Asrar // WMO Bulletin. – 2009. –No. 58 (3). – P. 175-183/
 15. Physical processes (CY23R4) / P.W. White // Technical report European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), 2001.
 16. HIRLAM-5 Scientific Documentation / P. Undén [et al.] // Technical report Swed. Meteorol. and Hydrol. Inst. – Norrköping, Sweden, 2002.

17. Ettema J. Higher surface mass balance of the Greenland ice sheet revealed by high-resolution climate modeling / J. Ettema, M. R. van den Broeke, E. Van Meijgaard [et al.] // *Geophys. Res. Lett.* – 2009. No. 36(L12501).
18. Клімат України / За ред. В.М.Ліпінського, В.А.Дячука, В.М.Бабіченко – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
19. Andrew Gettelman, Richard B. Rood. Demystifying Climate Models A Users Guide to Earth System Models. Earth Systems Data and Models. Volume 2. (2016). 274 P. DOI 10.1007/978-3-662-48959-8.
- 20 Dupar, M., with McNamara, L. and Pacha, M. (2019). Communicating climate change: A practitioner's guide. Cape Town: Climate and Development Knowledge Network.
21. Кліматичний кадастр України (стандартні кліматичні норми за період 1961–1990 рр.) / Державна гідрометеорологічна служба та ін. УНДГМІ ЦГО, Київ, 2006. [Електронний ресурс]

Електронні інформаційні ресурси

http://lib.onu.edu.ua/	Бібліотека ОНУ імені І.І.Мечникова
http://www.ognb.odessa.ua/	Одеська національна наукова бібліотека
http://www.nbu.gov.ua/	Бібліотека ім. В.Вернадського
http://lib-gw.univ.kiev.ua/	Бібліотека ім. Максимовича КНУ
http://eprints.library.odeku.edu.ua	Репозитарій
https://rcccm.dwd.de/DWD-RCCCM/EN/products/europe/products_monthly_node.html	Поточні кліматичні характеристики та їхній розподіл по території України
https://wordpress.mediadoma.com/uk/instrumenti-vizualizacii-danih-pro-pogodu-dlja-demonstracii-statistiki-pogodi/	Інструменти візуалізації даних про погоду для демонстрації статистики погоди
Regional Climate Centre on Climate Monitoring: Monthly, seasonal and annual products	Регіональний кліматичний центр з моніторингу клімату
http://www.ipcc.ch/index.htm	Оціночні звіти із змін клімату
https://www.copernicus.eu/en/accessing-data-where-and-how/copernicus-services-catalogue?combine=&cc_source_service_target_id%5B2770%5D=2770	Каталог послуг Copernicus
https://interactive-atlas.ipcc.ch	Інтерактивний Атлас IPCC
https://cordex.org/	Регіональні кліматичні моделі
https://www.euro-cordex.net/060374/index.php.en	Регіональні прогнози змін клімату
https://www.meted.ucar.edu/	Ресурси з кліматології
https://ocw.mit.edu/courses/earth-atmospheric-and-planetary-sciences/	Ресурси з кліматології

Методичні рекомендації знаходяться у вільному доступі в електронному репозитарії наукової бібліотеки ОНУ.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ: Боровська Г.О., Галич Є.А. Аналіз і візуалізація кліматичної інформації за допомогою платформи Copernicus [Електронний ресурс] : електронні методичні рекомендації до практичних робіт для здобувачів третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти спеціальності Е4 Науки про Землю. Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2025. – 39 с.

URI: <https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/42095>

ОЦІНЮВАННЯ

Форма контролю - залік (розрахунок проводиться за результатами поточного та періодичного контролю та виконання ІНДЗ).

Поточний контроль: усне опитування, контрольні письмові роботи, оцінювання виконання індивідуальних завдань, оцінювання розв'язання розрахункових задач, оцінювання доповідей, тестування (бланкове або комп'ютерне), оцінювання есе, оцінювання виконання практичних навичок. Поточний контроль здійснюється за результатами оцінювання виконання самостійної роботи студентів, виконання практичних навичок. Застосовуються елементи самоконтролю та взаємоконтролю (рецензування відповіді колеги, самооцінка письмової роботи). Періодичний контроль здійснюється у вигляді тестування в Moodle з автоматичним підрахунком балів.

Максимальна кількість балів за опанування лекційного матеріалу становить 20 балів (по 5 балів за кожен з тем).

Максимальна кількість балів за всі практичні роботи становить 40 балів (по 20 балів за кожен з практичних робіт)

Максимальна кількість балів за виконання модульних контрольних робіт становить 20 балів. Для отримання позитивного результату здобувач має набрати не менше 60% правильних відповідей. Кожен студент має одну спробу складання тесту.

Залік оцінюється максимально у 20 балів. Для отримання заліку допускаються здобувачі, які набрали не менше 60% балів за поточну роботу (тобто 48 із 80 можливих).

Розподіл балів

Вид навчальної діяльності	Максимальна кількість балів
Лекційний матеріал (участь у дискусії, підготовленість)	20
Практичні роботи (виконання і захист)	40
Модульні контрольні роботи	20
Поточна успішність (разом)	80
Залік	20
Загальна кількість балів за дисципліну	100

Самостійна робота студентів.

До обов'язкової самостійної роботи студентів під час вивчення даної навчальної дисципліни включено теоретичну підготовку з тем курсу, що вивчаються, а також підготовку до практичних занять. Передбачено можливість зарахування результатів неформальної освіти. Більш детально самостійна робота при вивченні дисципліни представлена у робочій програмі.

В якості самостійної роботи здобувач може пройти професійні курси / тренінги, професійне стажування, онлайн-курси, громадянську освіту отримати відповідний сертифікат на освітніх платформах, що може бути зараховано як періодичний, поточний та фрагмент підсумкового контролю.

ПОЛІТИКА КУРСУ («правила гри»)

Політика щодо дедлайнів та перескладання: Навчальна дисципліна має практично- тренінгове спрямування та потребує відпрацювання практичних навичок із використанням різноманітних технологій. Присутність здобувачів на практичних заняттях, поточному та періодичному контролях є невід'ємною частиною загальної підсумкової оцінки. Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-10%). Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин.

Політика щодо академічної доброчесності: регламентується *[Положенням про запобігання та виявлення академічного плагіату у освітній та науково-дослідній роботі учасників освітнього процесу та науковців Одеського національного університету імені І.І.Мечникова \(polozhennya-antiplagiat-2021.pdf \(onu.edu.ua\) \)](#)*.

Політика щодо відвідування: Відвідування практичних занять є обов'язковим. В окремих випадках навчання може відбуватись відеоконференції онлайн з використанням дистанційних технологій. Порядок та умови такого навчання регламентуються *[Положенням про організацію освітнього процесу в ОНУ \(https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/polozhennya/poloz-org-osvit-process_2022.pdf\)](https://onu.edu.ua/pub/bank/userfiles/files/documents/polozhennya/poloz-org-osvit-process_2022.pdf)*. За об'єктивних причин в окремих випадках за погодженням з деканатом навчання може відбуватися з використанням технологій дистанційного навчання.

Мобільні пристрої: допускається використання мобільних додатків, INTERNET-мережі, електронних девайсів під час самостійної роботи, у завданнях, які це передбачають.

Поведінка в аудиторії: заохочується активна участь під час інтерактивних лекцій, під час практичних занять, у т.ч. з елементами тренінгів, передбачається відключення мобільних пристроїв, не вітаються запізнення та розмови телефоном тощо.