

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Географічний факультет

Кафедра метеорології та кліматології

ЗАГАЛЬНА ЦИРКУЛЯЦІЯ АТМОСФЕРИ

*Методичні рекомендації до практичних робіт з дисципліни
(для здобувачів освітньо-професійної програми Метеорологія,
освітній рівень Бакалавр
спеціальності Е4 – Науки про Землю)*

Укладач: Затула Василь Іванович

З 37 Затула В.І.

Методичні рекомендації до практичних робіт з дисципліни «Загальна циркуляція атмосфери» (для здобувачів освітньо-професійної програми Метеорологія, освітній рівень Бакалавр спеціальності Е4 – Науки про Землю) / Укл. В.І. Затула. – Київ, 2026. 34 с.

Рецензенти:

Герасименко Н.П. – д. геогр. н., проф., професор кафедри землезнавства та геоморфології

Сніжко С.І. – д. геогр. н., проф., завідувач кафедри метеорології та кліматології

*Рекомендовано до друку вченою радою географічного факультету
протокол № 14 від 28 травня 2026 р.*

Методичні рекомендації стосуються насамперед організації проведення практичних робіт з дисципліни «Загальна циркуляція атмосфери». Видання містить також програму навчальної дисципліни та контрольні питання для проведення контролю знань здобувачів вищої освіти.

Методичні рекомендації розроблено для здобувачів вищої освіти освітнього рівня Бакалавр спеціальності Е4 – Науки про Землю.

© Затула В.І., 2026.

© Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2026.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.	
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ	9
ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	10
ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ	13
КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	29
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	32

ВСТУП

Навчальна дисципліна «Загальна циркуляція атмосфери» є обов'язковим компонентом комплексної підготовки фахівців освітнього рівня Бакалавр спеціальності Е4 – Науки про Землю за освітньо-професійною програмою «Метеорологія». В процесі вивчення дисципліни розглядаються основні чинники, які впливають на циркуляцію атмосфери Землі; особливості загальної циркуляції у тропосфері та стратосфері; великомасштабні термодинамічні взаємодії в системі океан-атмосфера.

Курс складається із *двох змістових частин*. Перша частина охоплює основи загальної циркуляції атмосфери. До другої частини включено питання, що стосуються загальної циркуляції атмосфери та океану.

Мета дисципліни – оволодіння студентами основами знань щодо провідних принципів і методів дослідження загальної циркуляції атмосфери та океану, у тому числі знаннями про причини виникнення і просторово-часову структуру макромасштабних складових атмосферної та океанічної циркуляцій, характеристики великомасштабних процесів в атмосфері та океані, особливості їх взаємодії, погодо- та кліматоутворювального значення задля формування у здобувачів вищої освіти здатності розв'язувати складні спеціалізовані задачі наук про Землю та практичні проблеми в процесі професійної діяльності або навчання, що передбачає застосування теорій та методів наук про Землю, поглиблених знань з метеорології, і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. успішне опанування дисциплін «Метеорологія» та «Кліматологія»;
2. знання теоретичних основ фізики, фізичної географії, вміння встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між явищами та процесами, що відбуваються в природному середовищі.

Основні завдання (навчальні цілі) дисципліни полягають у набутті студентами необхідних теоретичних знань і практичних навичок аналізу динамічних великомасштабних процесів в атмосфері та океані, особливостей їх взаємодії та впливу на кліматичну систему Землі, що передбачає формування (поглиблення) таких програмних 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:

- ✓ знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК04);
- ✓ здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК08);

спеціальних (фахових):

- ✓ знання та розуміння теоретичних основ наук про Землю як комплексну природну систему (СК13);
- ✓ здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер (СК16);
- ✓ здатність до всебічного аналізу складу і будови геосфер (СК17);
- ✓ здатність ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти у геосферах, їх властивості та притаманні їм процеси (СК22);
- ✓ знання та розуміння закономірностей розвитку атмосферних процесів і явищ (СК23);
- ✓ знання та розуміння закономірностей взаємодії складових кліматичної системи Землі (СК25).

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 та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1.	Основні чинники, які впливають на циркуляцію атмосфери Землі. Основні властивості атмосфери, які визначають закономірності руху повітря.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень	5
1.2.	Особливості поля зональної компоненти швидкості вітру у тропосфері. Індeksi циркуляції атмосфери.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень	10
1.3.	Особливості поля температури та баричного поля в стратосфері. Горизонтальний та вертикальний розподіл швидкості вітру в системі струминної течії. Термічна основа виникнення й еволюції струминних течій.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів аналізу методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань	10
1.4.	Умови утворення та еволюції циклонів та антициклонів. Пасати. Антипасати. Чарунки Хедлі. Мусонна циркуляція атмосфери.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; Оцінювання усних відповідей/доповнень; оформлення результатів аналізу методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань; знання принципів та методів дослідження великомасштабних атмосферних процесів	10

1.5.	Конвективне перемішування в океані. Розподіл температури в Світовому океані. Фронтальні зони та фронти в Світовому океані.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів аналізу методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань; знати загальні принципи динаміки атмосфери	5
1.6.	Явища Ель-Ніньо та Ла-Нінья. Північно-атлантичне коливання. Основні сили, що діють в океані: внутрішні та зовнішні сили. Умови виникнення та властивості градієнтних, дрейфових та припливних течій.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів аналізу методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань; знати загальні принципи динаміки атмосфери	10
2.1.	Застосовувати сучасні методи дослідження та аналізу великомасштабних рухів в атмосфері та океані.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; знання методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань	10
2.2.	Здатність поставити завдання та організувати наукові дослідження з вивчення макромасштабних атмосферних і океанічних рухів, а також із вивчення змін і коливань клімату за взаємодії океану й атмосфери.	лекції, практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів аналізу методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань	10
3.1.	Демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії.	практичні роботи, самостійна робота, іспит	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; знання методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань	10
3.2.	Письмово відображувати та презентувати результати своїх досліджень українською мовою.	практичні роботи, самостійна робота	тематична контрольна робота 1, 2; оцінювання усних відповідей/ доповнень; оформлення результатів аналізу методик проведення метеорологічних спостережень та вимірювань; знання гідродинамічних і термодинамічних основ побудови	10

			<i>моделей циркуляції атмосфери та деяких фізичних процесів в ній</i>	
4.1.	Демонструвати розуміння особистої відповідальності за професійні та/або управлінські рішення при аналізі і прийнятті рішень щодо оцінки стану ядра кліматичної системи.	<i>практичні роботи, іспит</i>	<i>оцінювання усних відповідей/ доповнень, виконання індивідуальної роботи, дискурс, іспит</i>	10

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Програмні результати навчання (назва)	Результати навчання дисципліни (код)										
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1
Визначати основні характеристики, процеси, історію і склад Землі як планетарної системи та її геосфер (ПР06).	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Аналізувати склад і будову геосфер (у відповідності до спеціалізації) на різних просторово-часових масштабах (ПР10).	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації (ПР12).	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Знати властивості та закономірності взаємодії складових кліматичної системи Землі, закономірності формування і зміни клімату (ПРН17).	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Схема формування оцінки:

Максимальна оцінка становить 100 балів, 60 із яких студент може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів – на іспиті. Семестрова кількість балів складається з балів, отриманих здобувачем освіти у процесі опанування навчального матеріалу, розбитого на дві змістові частини, а також самостійної роботи.

Рівень досягнення усіх запланованих результатів навчання визначається за результатами оцінювання відповідей на семінарах, самостійної роботи, контрольних робіт, а також іспиту.

Питома вага результатів навчання у підсумковій оцінці за умови опанування програми дисципліни на належному рівні така:

- результати навчання – **1.1-1.6 (знання)** – до 50 %;
- результати навчання – **2.1-2.2 (вміння)** – до 20 %;
- результати навчання – **3.1-3.2 (комунікація)** – до 20 %;
- результати навчання – **4.1 (автономність та відповідальність)** – до 10 %.

Обов'язковим для іспиту є знання основних чинників, які впливають на циркуляцію атмосфери Землі, властивості атмосфери, які визначають закономірності руху повітря, а також механізми термобаричних взаємодій у системі океан – атмосфера – суходіл.

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

	Змістова частина 1	Змістова частина 2	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	18	18	24	60
Максимум	30	30	40	99

Умови допуску до іспиту: рекомендований мінімум для допуску до іспиту 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.

Шкала відповідності оцінок за 100-бальною шкалою

Відмінно / Excellent	90–100
Добре / Good	75–89
Задовільно / Satisfactory	60–74
Незадовільно / Fail	0–59

Загалом, при формуванні оцінки викладач керується «Положенням про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом №170-32 від 11 квітня 2022 року.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва занять	Кількість годин		
		лекції	практичні роботи	самостій- на робота
Змістова частина 1. Загальна циркуляція атмосфери				
	Тема 1. Вступ. Термічна неоднорідність атмосфери.			
1.	Вступ. Дослідження загальної циркуляції атмосфери.	2	2	4
2-3.	Вертикальна і горизонтальна неоднорідність атмосфери.	4	2	6
	Тема 2. Сезонні впливи материків та океанів на формування термічного поля тропосфери.			
4.	Сезонний розподіл температури поверхневих вод океанів. Надходження тепла від підстильної поверхні та формування сезонного поля температури в тропосфері.	2		6
5.	Планетарні висотні фронтальні зони.	2		2
	Тема 3. Термобаричне поле тропосфери і циклонічна діяльність.			
6-7.	Поле тиску і вітру в тропосфері. Циклони та антициклони та їх повторюваність. Річний хід температури і тиску. Міжширотний обмін повітряних мас. Аномалії циркуляції.	4	4	8
	Тема 4. Струминні течії у тропосфері і стратосфері.			
8.	Види струминних течій та їх характеристики.	2	4	4
	Тема 5. Зональна циркуляція у тропосфері та стратосфері.			
9-10.	Основні риси панівної зональної циркуляції у тропосфері і стратосфері. Великомасштабні рухи в атмосфері.	4	6	10
	Тематична контрольна робота 1. Загальна циркуляція атмосфери		2	
Змістова частина 2. Загальна циркуляція атмосфери та океану				
	Тема 6. Фізичні явища та процеси в Світовому океані.			
11.	Коливання рівня Світового океану. Розподіл температури та солоності в Світовому океані.	2	2	6
	Тема 7. Взаємодія океану і атмосфери.			
12.	Глобальна теплова і динамічна взаємодія океану та атмосфери.	2	2	7
	Тема 8. Циркуляція вод Світового океану.			
13-14.	Основні особливості циркуляції вод Світового океану.	4	2	10
	Тематична контрольна робота 2. Загальна циркуляція атмосфери та океану		2	
ВСЬОГО:		28	28	63

Загальний обсяг **120 год.**, в тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Практичні роботи – **28 год.**

Індивідуальні заняття – **1 год.**

Самостійна робота – **63 год.**

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Вступ. Термічна неоднорідність атмосфери.

Вступ. Основні підходи до вивчення загальної циркуляції атмосфери. Коротка історія досліджень загальної циркуляції атмосфери. Вертикальна і горизонтальна неоднорідність атмосфери. Поле температури в тропосфері. Розподіл температури в нижній стратосфері.

Тема 2. Сезонні впливи материків та океанів на формування термічного поля тропосфери.

Термічна трансформація повітряних мас. Сезонний розподіл температури поверхневих вод океанів та адвекція повітряних мас. Вплив надходження тепла від підстильної поверхні на формування сезонного поля температури в тропосфері. Контрасти температури в тропосфері. Планетарні висотні фронтальні зони.

Тема 3. Термобаричне поле тропосфери і циклонічна діяльність.

Поле тиску і вітру в тропосфері. Циклони та антициклони. Сезонна структура термобаричного поля тропосфери і повторюваність циклонів (антициклонів) в Північній півкулі у січні та липні. Середнє приземне баричне поле в різні сезони. Річний хід температури і тиску. Міжширотний обмін повітряних мас. Планетарні висотні фронтальні зони та атмосферні процеси. Аномалії циркуляції.

Тема 4. Струминні течії у тропосфері і стратосфері.

Висотні фронтальні зони і струминні течії. Види струминних течій та їх особливості. Деякі характеристики струминних течій. Повторюваність тропосферних струминних течій в Північній півкулі у різні сезони.

Тема 5. Зональна циркуляція у тропосфері та стратосфері.

Основні риси панівної зональної циркуляції у тропосфері і стратосфері. Циркуляція атмосфери у тропічних широтах. Пасати. Антипасати. Чарунки Гадлея. Внутрішньотропічна зона конвергенції. Субтропічні антициклони. Тропічні циклони. Мусонна циркуляція атмосфери.

Тема 6. Фізичні явища та процеси в Світовому океані.

Історія дослідження Світового океану. Коливання рівня Світового океану та його причини. Теплові характеристики морської води. Конвективне перемішування в океані. Розподіл температури та солоності в Світовому океані.

Тема 7. Взаємодія океану та атмосфери.

Глобальна теплова і динамічна взаємодія океану та атмосфери. Теплообмін в системі океан – атмосфера. Явища Ель-Ніньо, Ла-Нінья. Мінливість характеристик атмосфери і океану в роки їх прояву. Північно-атлантичне коливання.

Тема 8. Циркуляція вод Світового океану.

Чинники і механізми формування циркуляції вод Світового океану. Основні сили, що діють в океані: внутрішні і зовнішні сили. Види океанічних рухів. Великомасштабні океанічні вихори. Океанічні течії. Властивості основних видів течій (градієнтних, дрейфових, припливних). Морські хвилі. Припливи. Циркуляція поверхневих океанічних вод. Циркуляція проміжних вод.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Завдання 1. Накреслити та проаналізувати схему «Циркуляція атмосфери на однорідній Земній кулі, що не обертається».

Пояснити, чому за однорідної поверхні планети розподіл температури повітря та тиску в нижній тропосфері має мати зональний характер і як це має позначитися на різних складових горизонтальних баричних градієнтів та вітру.

Вказати, якими особливостями має вирізнятися циркуляція атмосфери у верхній тропосфері на нижній стратосфері.

Завдання 2. Накреслити та проаналізувати схему «Циркуляція атмосфери на однорідній Земній кулі, що обертається».

Пояснити, які зміни мають відбутися у характері циркуляції під впливом відхильної сили обертання Землі.

Викласти міркування про сезонні зміни характеру циркуляції на однорідній Земній кулі.

Завдання 3. Накресліть та поясніть схеми внутрішньотропічної зони конвергенції при близькому розташуванні до екватора тропічного фронту та при віддаленні його від екватора.

В центральній частині рисунків позначте розташування екватора, а у верхніх і нижніх його частинах відобразіть систему вітрів у Північній та Південній півкулях. Проаналізуйте, яким чином збіжність повітряних течій має позначитися на висоті зони конвекції вздовж екватора порівняно із зонами пасатів.

На третьому рисунку зобразіть схему екваторіальної зони західних вітрів.

Завдання 4. За матеріалами навчального видання NASA (Exline J.D. et al.) нанести на контурну карту Північної Америки схему районів формування та типових траєкторій переміщення різних типів повітряних мас.

Завдання 5. Описати відмінності фізичних характеристик повітряних мас (ПМ) різного походження в Східній Європі (табл. 1).

Таблиця 1.

Значення чинника помутніння Лінке T_2 , його вологої T_w та аерозольної T_d компонент для різних типів повітряних мас. За А.Ю. Гунько.

Тип повітряної маси	T_2	T_w	T_d
Арктична ПМ	2,96	0,84	1,12
Морська помірна ПМ	3,90	0,96	1,94
Континентальна помірна ПМ	3,78	0,93	1,85
Тропічна ПМ	4,51	1,10	2,41

Оптичні характеристики повітряних мас залежать від вологості, концентрації аерозольних частинок і густини повітря. З огляду на дуже обмежений вплив густини на показники інтегральної прозорості атмосферного повітря, властивості повітряних мас більшою мірою визначаються їх вологим та аерозольним помутнінням.

Завдання 6. Описати сезонний хід вологовмісту основних типів повітряних мас на окраїнах Євразії (табл. 2).

Таблиця 2.

Вологовміст повітряних мас на окраїнах Євразії (кг/м²). За С.І. Жаковим.

Повітряна маса	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Арктична (узбережжя Європи і Західного Сибіру)	4,1	7,1	9,6	11,4	11,5	10,0	6,6
Атлантична (західне узбережжя Європи)	12,4	14,5	16,2	17,5	17,8	17,3	14,5
Тропічна (західне і південне узбережжя Європи)	15,2	19,5	22,6	24,5	25,5	23,9	18,7
Континентальна тропічного типу (Середня Азія)	14,7	18,8	21,8	23,9	23,7	22,3	17,7

Завдання 7. Описати сезонні відмінності взаємного розташування районів основних типів повітряних мас та осередків опадоутворення на Земній кулі за результатами оновлення класифікації кліматів Б.П. Алісова *.

* Див. Shimabukuro et al., 2023.

Завдання 8. Побудувати та описати графік залежності температури замерзання та температури максимальної густини води залежно від її солоності (табл. 3).

Таблиця 3.

Вплив солоності на температури замерзання та максимальної густини води

Солоність, ‰	0	5	10	15	20	24,7	30	35	40
Температура замерзання, °C	0,0	-0,3	-0,5	-0,8	-1,1	-1,33	-1,6	-1,9	-2,2
Температура за найбільшої густини, °C	4,0	2,9	1,9	0,8	-0,3	-1,33	-2,5	-3,5	-4,5

Зверніть увагу на те, наскільки сильно в холодну пору року утеплювальний вплив морів та океанів на суходіл залежить від їх солоності.

Завдання 9. Проаналізувати особливості річного ходу циклонів та антициклонів, які своїми центрами проходили через територію України (рис. 1).

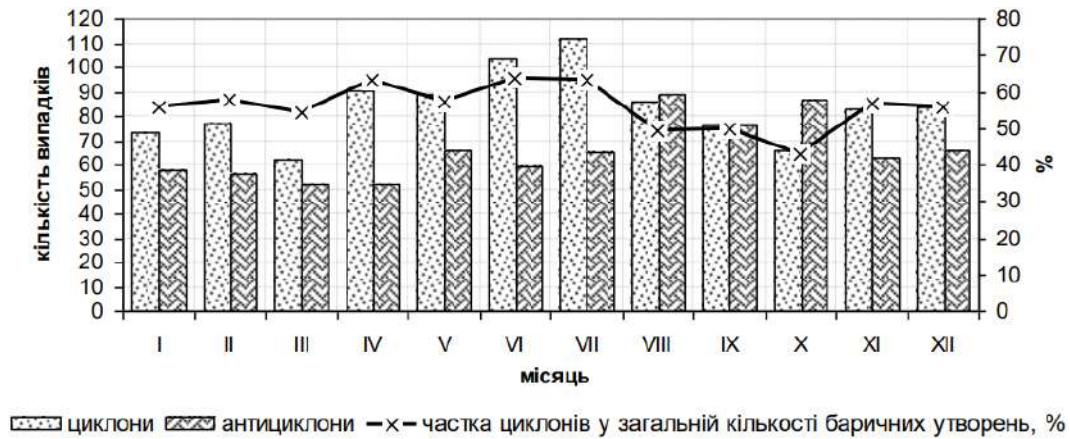


Рис. 1. Розподіл кількості баричних утворень, що проходили своїм центром по території України за місяцями року. 1971–2000 рр.
За В.І. Затулюю та ін. (2007)

Відомо (Кобзистий П.І., 2002), що на території України циклонічний характер циркуляції спостерігається упродовж 129–136 днів, а антициклонічний значно довше – 229–242 днів на рік. Пояснить, як це узгоджується з більшою часткою циклонів на рисунку.

Завдання 10. Проаналізувати багаторічну динаміку кількості циклонів та антициклонів, які своїм центром проходили через територію України (рис. 2).

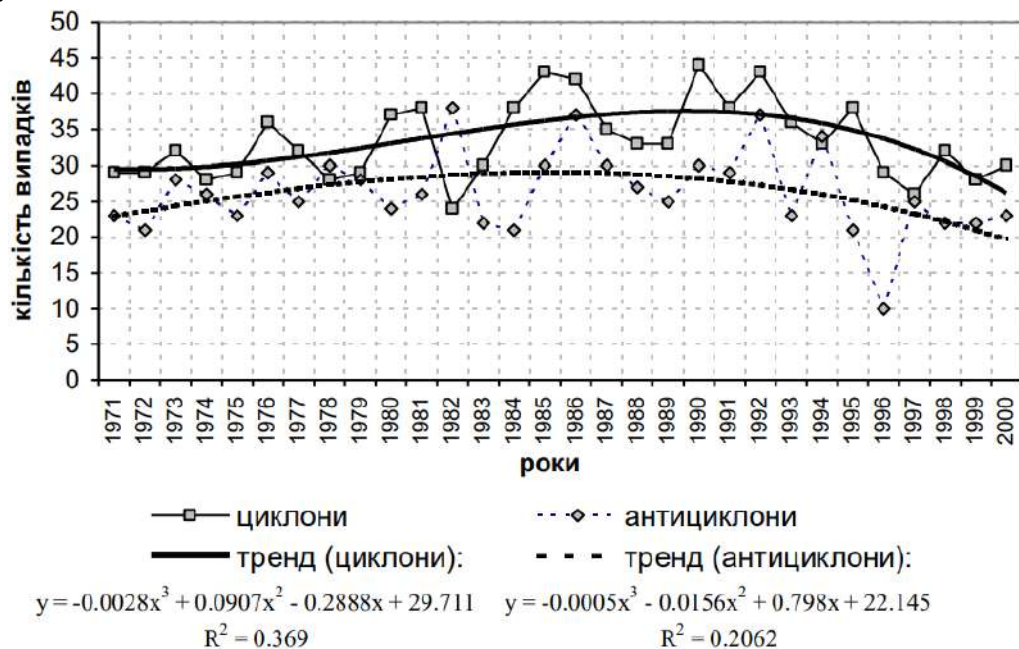


Рис. 2. Багаторічна динаміка кількості баричних утворень, що проходили своїм центром над територією України. 1971–2000 рр.
За В.І. Затулюю та ін. (2007).

Як Ви гадаєте, чому автори не стали екстраполювати тренди кількості баричних утворень на майбутнє.

Завдання 11. Зарисувати та описати схему зміни розташування районів виникнення та заповнення позатропічних циклонів в Північній Атлантиці та північній частині Тихого океану в 2010–2020 рр. відносно 1950–1960 рр. *

* Див. Karwat A. et al., 2022.

Завдання 12. Проаналізувати зміну глибини і швидкості циклонів, що переміщувалися над різними регіонами України (табл. 4).

Таблиця 4.

Середній мінімальний тиск і швидкість циклонів, що виходять у регіони України (до виходу їх в Україну, на її території та за межами).

За В.О. Балабух, 2004.

Регіон України	Період, роки	Середній мінімальний тиск, гПа			Середня швидкість, км/год		
		до України	в Україні	за межами України	до України	в Україні	за межами України
Захід	80-і	1007±3	1007±3	1006±4	39±3	32±5	36±9
	90-і	1002±3	1006±3	1003±5	34±5	27±6	27±10
	80-90-і	1005±4	1007±3	1004±5	37±5	30±6	30±11
Північ	80-і	1006±8	1005±6	1003±8	40±18	36±12	35±16
	90-і	1005±6	1004±5	1003±7	36±12	26±13	27±10
	80-90-і	1006±7	1005±5	1003±7	38±16	31±13	31±14
Південь	80-і	1007±5	1007±5	1002±16	38±16	31±17	38±18
	90-і	1006±5	1008±5	1005±6	34±12	25±14	30±15
	80-90-і	1006±5	1008±5	1003±12	36±15	29±16	36±18
Центр	80-і	1007±6	1005±5	1002±9	37±13	31±13	38±15
	90-і	1004±6	1005±6	1003±7	37±13	24±14	29±13
	80-90-і	1006±6	1005±6	1003±8	37±13	28±14	34±15
Схід	80-і	1006±6	1007±4	999±19	41±19	41±19	38±19
	90-і	1005±5	1006±4	1003±6	36±14	25±14	34±14
	80-90-і	1006±6	1007±4	1000±16	39±17	34±18	37±16

Завдання 13. Проаналізувати сезонні особливості траєкторій переміщення антициклонів в різні сезони року (рис. 3).

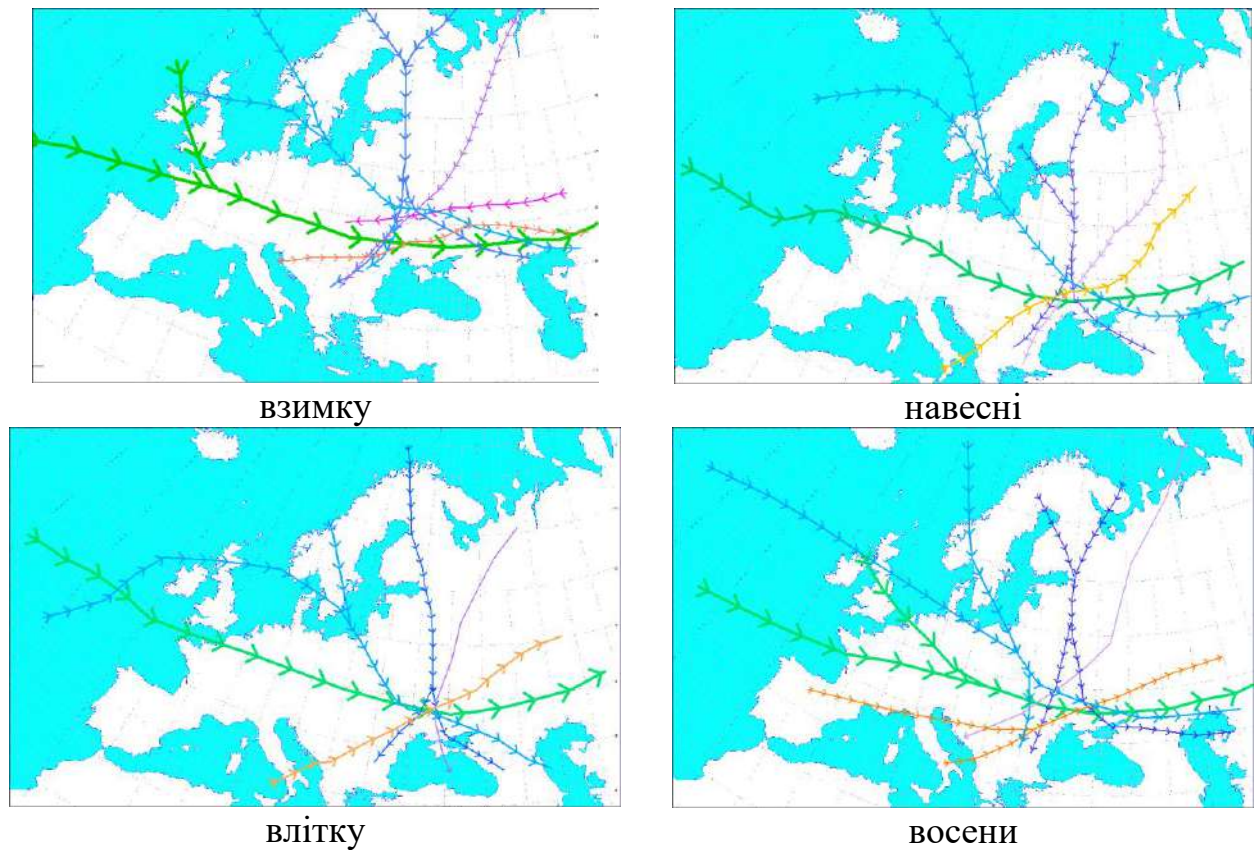


Рис. 3. Усереднені траєкторії переміщення антициклонів у різні сезони року.
За В.І. Затулюю та С.В. Мисником (2008).

Завдання 14. Проаналізувати особливості сезонного розподілу антициклонів, що проходили своїм центром над Україною, за напрямками їх переміщення (табл. 5).

Таблиця 5.

Розподіл антициклонів, що проходили своїм центром над територією України, за напрямками їх переміщення та сезонами року. 1971–2000 рр.
За В.І. Затулюю та С.В. Мисником (2008).

Сторони горизонту	Зима		Весна		Літо		Осінь	
	всього	%	всього	%	всього	%	всього	%
Зх румб у т. ч.	109	60,6	121	71,2	155	72,8	179	79,2
Пд-Зх	6	3,3	22	12,9	35	16,4	32	14,2
Зх	66	36,7	51	30,0	79	37,1	94	41,6
Пн-Зх	37	20,6	48	28,2	41	19,2	53	23,5
Пн	37	20,6	14	8,2	22	10,3	23	10,2
Сх румб у т. ч.	13	7,2	9	5,3	5	2,3	5	2,2
Пн-Сх	5	2,8	7	4,1	5	2,3	3	1,3
Сх	8	4,4	2	1,2	0	0,0	2	0,9
Місцеві	21	11,7	26	15,3	31	14,6	19	8,4
РАЗОМ	180	100,0	170	100,0	213	100,0	226	100,0

Завдання 15. Проаналізувати розподіл антициклонів, що проходили своїм центром над Україною, за регіонами їх формування та напрямками переміщення (табл. 6).

Таблиця 6.

Розподіл антициклонів, що проходили своїм центром над територією України, за регіонами їх формування та траєкторіями переміщення. 1971–2000 рр.
За В.І. Затулою та С.В. Мисником (2008).

Регіон формування		Всього	%	У тому числі за напрямками переміщення						
				Пн	Пн-Сх	Сх	Пд-Зх	Зх	Пн-Зх	Місцеві
1	Північна Атлантика	65	8,2	15	0	0	0	6	44	0
2	Центральна Атлантика	137	17,4	1	0	0	3	100	33	0
3	Скандинавсько-Балтійський	109	13,8	32	0	0	0	4	73	0
4	Центральна Європа	91	11,5	1	0	0	4	77	8	1
5	Балканський півострів	104	13,2	0	0	0	52	50	2	0
6	Середземномор'я	14	1,8	0	0	0	12	2	0	0
7	Україна	148	18,8	5	5	1	15	39	12	71
8	Кавказ та Чорне море	54	6,8	0	0	3	9	12	5	25
9	Східно-Європейська рівнина	32	4,1	15	8	8	0	0	1	0
10	Арктичний басейн	35	4,4	27	7	0	0	0	1	0
РАЗОМ:		789	100,0	96	20	12	95	290	179	97

Завдання 16. Проаналізувати сезонні особливості характеристик антициклонів, що проходили своїм центром над Україною, за середнім тиском і швидкістю та напрямками їх переміщення (табл. 7).

Таблиця 7.

Середній тиск та швидкість руху антициклонів, що проходили своїм центром над територією України у різні сезони року, за напрямками їх переміщення. 1971–2000 рр. За В.І. Затулою та С.В. Мисником (2008).

Напрямок переміщення антициклонів	Зима		Весна		Літо		Осінь	
	тиск, гПа	швид., км/год	тиск, гПа	швид., км/год	тиск, гПа	швид., км/год	тиск, гПа	швид., км/год
Пд-Зх	1027,8	82,3	1022,4	42,6	1018,9	35,4	1024,6	47,7
Зх	1029,7	60,1	1026,0	50,0	1019,0	44,8	1026,3	55,0
Пн-Зх	1032,9	43,9	1026,1	46,7	1020,6	32,0	1030,2	41,8
Пн	1039,2	33,8	1027,6	36,1	1020,9	28,7	1034,6	33,1
Пн-Сх	1041,4	29,0	1024,4	31,6	1020,2	26,8	1040,3	20,7
Сх	1038,6	28,3	1023,0	35,0	—	—	1028,5	11,0
Місцеві	1030,2	0,7	1019,5	1,8	1016,7	2,3	1025,7	1,4
Усі антициклони	1033,0	42,2	1024,6	38,3	1019,2	32,3	1028,0	42,8

Завдання 17. Описати особливості розподілу пересічних значень горизонтальних градієнтів середніх температур нижньої і верхньої тропосфери залежно від відстані від осі струминної течії (табл. 8).

Таблиця 8.

Пересічні значення горизонтальних градієнтів середніх температур нижньої і верхньої тропосфери на різній відстані від осі струминної течії, °C/100 км.

За В.І. Воробйовим.

Горизонтальні градієнти середніх температур	Відстань від центра струминної течії (км)								
	циклонічна периферія				вісь	антициклонічна периферія			
	800	600	400	200		800	600	400	200
нижня тропосфера	—	0,56	0,58	0,74	1,25	0,85	0,84	0,72	0,63
верхня тропосфера	0,49	0,81	0,73	0,86	1,36	0,81	0,60	0,46	0,37

Завдання 18. Описати розподіл середніх вертикальних градієнтів температури у верхній тропосфері в області струминних течій (табл. 9).

Таблиця 9.

Розподіл середніх вертикальних градієнтів температури у верхній тропосфері в області струминних течій за градаціями градієнтів, °C/100 м.

За В.І. Воробйовим.

Розташування пунктів зондування	Кількість спостережень	Градації значень градієнтів γ , °C/100 м							
		0,31-0,40	0,41-0,50	0,51-0,60	0,61-0,70	0,71-0,80	0,81-0,90	>0,91	$\gamma_{\text{сер}}$
Циклонічна периферія	50	$\frac{8}{16}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{12}{24}$	$\frac{9}{18}$	$\frac{10}{20}$	$\frac{1}{2}$	—	0,57
Поблизу осі струминної течії	50	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{7}{14}$	$\frac{20}{40}$	$\frac{18}{36}$	$\frac{2}{4}$	—	0,66
Антициклонічна периферія	50	—	$\frac{3}{6}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{18}{36}$	$\frac{24}{48}$	$\frac{3}{6}$	—	0,70

Примітка. В числівнику дано число випадків даної градації, в знаменнику – відсоток від загальної кількості випадків.

Завдання 19. Описати розподіл середніх значень висоти тропопаузи і положення рівня максимальної швидкості вітру (км) в різних частинах струминної течії (табл. 10).

Таблиця 10.

Середні значення висоти тропопаузи і положення рівня максимальної швидкості вітру в різних частинах струминної течії. За В.І. Воробйовим.

Область струминної течії	Кількість випадків	H_T , км	$H_T - H_{v_{max}}$, км
Циклонічна периферія	173	9,7	0,5
Поблизу осі	108	10,5	0,8
Антициклонічна периферія	190	11,0	0,8
Разом	471	10,4	0,7

Примітка. H_T – висота тропопаузи, км; $H_{v_{max}}$ – висота рівня максимальної швидкості вітру, км.

Завдання 20. Описати ймовірність бовтанки швидкісних літаків на висотах 8–14 км залежно від характеру баричного поля (табл. 11).

Таблиця 11.

Ймовірність бовтанки швидкісних літаків на висотах 8–14 км залежно від характеру баричного поля, відсотків. За В.І. Воробйовим.

Характер потоку	Кривизна	
	циклонічна	антициклонічна
Дивергенція	8,0	5,3
Конвергенція	50,0	26,6
Паралельні ізогіпси	9,6	4,4

Завдання 21. Описати розподіл випадків різного віддалення осі струминної течії на рівні поверхні 300 гПа від фронтів на різних стадіях розвитку циклонів (табл. 12).

Таблиця 12.

Розподіл випадків різного віддалення осі струминної течії на рівні поверхні 300 гПа від фронтів на різних стадіях розвитку циклонів. За В.І. Воробйовим.

Стадія циклона	Кількість випадків	Відстань від осі до фронту, км							
		холодний фронт				теплий фронт			
		0–200	200–400	400–600	600–800	0–200	200–400	400–600	600–800
Хвиля	21	6	14	1	–	6	14	1	–
Молодий	37	6	25	5	1	–	6	23	8
Оклюдований	42	1	8	31	3	–	–	9	33

Завдання 22. Розглянути та проаналізувати табл. 13 щодо типовості тривалих періодів порушення західно-східного перенесення повітряних мас в Атлантико-Європейському регіоні. Пояснити, яким чином послаблення

впливу Атлантичного океану в ці періоди позначається на характеристиках мінливості погоди.

Таблиця 13.

Циркуляційні епохи, виділені за панівними формами циркуляції Вангенгейма.
За А.А. Гірсом (1956) та Ю.П. Переведенцевим та ін. (2013).

Роки	1891–1899	1900–1928	1929–1939	1940–1948	1949–1971	1972–1995	1996– ...
Епоха	W+C	W	E	C	E+C	E	W

В 30-х роках ХХ ст. Г.Я. Вангенгейм з метою типізації процесів атмосферної циркуляції запровадив поняття *елементарного синоптичного процесу*, протягом якого на певній території зберігаються знак баричного поля та панівний напрям перенесення повітряних мас. Завдяки такому підходу він зумів виокремити 26 типів макросиноптичних процесів. Згодом цей дослідник показав, що різні елементарні синоптичні процеси можна об'єднати в три типи або форми циркуляції: W (західну), E (східну) та C (меридіональну).

Завдяки Гірсу в практику синоптико-кліматичного аналізу було запроваджено виділення періодів з різними типами циркуляції Вангенгейма (т. зв. *циркуляційних епох*). За даними А.А. Гірса (1956) та Ю.П. Переведенцева та ін. (2013), починаючи з 1891 рр. циркуляційні епохи неодноразово змінювали одна одну. В 1996 р. над великими просторами Атлантико-Європейського регіону розпочалася епоха західної форми циркуляції, яка триває і досі (див. табл. 11).

Г.Я. Вангенгейм та А.А. Гірс уточнили особливості повітряних мас при різних типах циркуляції. З'ясувалося, що кожному типу властивий певний характер висотного баричного поля.

Західна форма циркуляції характеризується наявністю осередку холоду у приполярній зоні і осередків тепла у субтропіках. За таких обставин в тропосфері помірних широт ізогіпси простягаються у зонального напрямку, а горизонтальні градієнти тиску і температури спрямовуються з півдня на північ і досягають великих значень. Для цієї форми циркуляції характерне швидке зміщення із заходу на схід баричних утворень поблизу землі і хвиль малої амплітуди на ізобаричній поверхні 500 гПа.

Для меридіональної форми циркуляції властивий потужний міжширотний обмін повітря. Західно-східне перенесення у всій півкулі порушується стаціонарними або такими, що повільно зміщуються у східному напрямку хвилями великої амплітуди. Типовим для меридіональної циркуляції є наявність висотного гребеня з віссю уздовж західного узбережжя Європи та глибокою улоговиною тиску над Східною Європою.

Східна форма циркуляції також характеризується порушенням панівного західно-східного перенесення в тропосфері. При ній подекуди можуть виникати потоки повітря із східною компонентою руху. Особливо часто це спостерігається в зимовий період. Зокрема, при східній формі циркуляції над Східно-Європейською рівниною, аж до Уралу розташований стаціонарний (блокуючий) антициклон або гребінь, а над Західною Європою і Західним Сибіром – потужні

улоговини. Порівняно із меридіональною циркуляцією їй властиві потужніші баричні утворення і сильніші порушення західної циркуляції.

Різним формам циркуляції можна покласти у відповідність різний перебіг атмосферних процесів. Так, при формі циркуляції W від'ємні аномалії температури і тиску спостерігаються в полярних, а додатні – в помірних і субтропічних широтах. При формах циркуляції E і C додатні аномалії температури і тиску зазвичай мають місце в баричних гребенях, а від'ємні – в улоговинах (Сидоренков, Свиренко, 1983). Відомо, що при західній формі циркуляції узимку над більшою частиною Східноєвропейської рівнини узимку зростає повторюваність складних погодних умов.

Завдання 23. Проаналізувати та описати повторюваність знаків аномалій температури повітря в меридіональну та зональну епохи в липні (табл. 14).

Таблиця 14.

Повторюваність знаків аномалій температури повітря у відсотках в меридіональну та зональну епохи в азійському секторі колишнього СРСР 40–70° сх.д. Липень. За К.В. Кувшиновою.

Широтний пояс	Широта, град. пн. ш.	Знак аномалії	Меридіональна епоха	Зональна епоха
I	65–80	–	50	30
(полярний)		+	50	55
II	50–65	–	60	40
(помірний)		+	40	55
III	35–50	–	25	40
(південний)		+	35	45

Завдання 24. Проаналізувати та описати типи циркуляційних процесів (табл. 15), які найчастіше супроводжуються випадінням атмосферних опадів в степовій зоні України.

Таблиця 15.

Повторюваність (%) різних типів циркуляційних процесів з атмосферними опадами в степовій зоні України. Літній сезон 1974–1983 рр. За Л.Ю. Науменко, 1987.

	W				E		C			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
За типами циркуляційних процесів	8,8	8,8	12,7	11,8	10,8	9,8	8,8	9,3	13,3	5,9
За формами циркуляції	42,1				20,6		37,3			

В своїй роботі Л.Ю. Науменко (1987) виділила 10 типів макросиноптичних процесів з опадами в степовій зоні України.

Західна форма атмосферної циркуляції (W):

I. Висотна фронтальна зона (ВФЗ) витягнена в широтному напрямку, спостерігаються термобаричні хвилі малої амплітуди, які зміщуються із заходу на схід, у цьому самому напрямі відбувається переміщення циклонів поблизу поверхні землі.

II. Висотне баричне поле близьке до I типу, але область циклонічної діяльності розташована північніше; крім того над розглядуваним районом із заходу на схід переміщуються окремі ядра високого тиску.

III. Малоградієнтне розмите баричне поле зниженого тиску, яке утворилося в зоні розріджених ізогіпс на південній периферії ВФЗ.

IV. Малоградієнтне розмите баричне поле підвищеного тиску.

Східна форма атмосферної циркуляції (E):

V. Глибока висотна улоговина над Західною Європою, гребінь над Східно-Європейською рівниною, степова зона України перебуває під ділянкою ВФЗ, що витягнена у меридіональному напрямі; полярний фронт лежить в паралельних висотних потоках; окремі і хвильові циклони зміщуються з південних і південно-західних частин акваторії Чорного моря у північно-східному напрямку.

VI. Передня частина висотної улоговини; відбувається переміщення циклонів з Балканського півострова через західну частину степової зони України у північному напрямку.

Меридіональна форма атмосферної циркуляції (C):

VII. Над Україною перебуває ізольований циклон, що сформувався в глибокій меридіонально витягненій висотній улоговині, обмеженій гребенями високого тиску над Західною Європою і Казахстаном; поблизу земної поверхні над південним заходом України і Молдови розвинена циклонічна діяльність.

VIII. Над Західною Європою розташований висотний баричний гребінь, над Східно-Європейською рівниною улоговина; з півночі та північного заходу на південь України зміщуються антициклони.

IX. З Північного Уралу на територію України поширюється витягнена висотна улоговина, над Західною Європою баричний гребінь, вісь якого простягається з Піренейського півострова на Скандинавію; з Молдови та півдня України спостерігається переміщення циклонів на Західний Сибір.

X. Тилова частина висотної улоговини; переміщення циклонів з північного заходу.

Завдання 25. Проаналізувати середню тривалість арктичних входжень в Північній півкулі в 1899–1969 рр. (табл. 16).

Таблиця 16.

Середня тривалість арктичних входжень (діб) в 1899–1969 рр.
За Г.Н. Вітвицьким.

Напрямки входжень	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Західна Європа	4	4	6	6	7	6	5	5	6	6	5	3
Східно-європейська рівнина	1	1	3	4	6	5	6	4	4	4	3	2
Західний Сибір	0	0	1	4	8	7	8	9	5	1	0	0
Східний Сибір	22	22	21	13	6	3	1	2	9	14	18	21
Тихий океан	2	1	4	7	7	7	7	6	6	3	2	1
Північна Америка	22	20	22	20	16	10	6	9	14	15	18	19
Атлантика	3	4	5	6	7	6	6	7	4	5	4	3
Разом	54	52	62	60	57	44	39	42	48	48	50	49
Зима	155		Весна	179		Літо	125		Осінь	146		

Завдання 26. Проаналізувати особливості річного ходу та розподіл по сезонам повторюваності блокувальних процесів в атлантичному та континентальному секторах Атлантико-Європейського регіону (рис. 4).

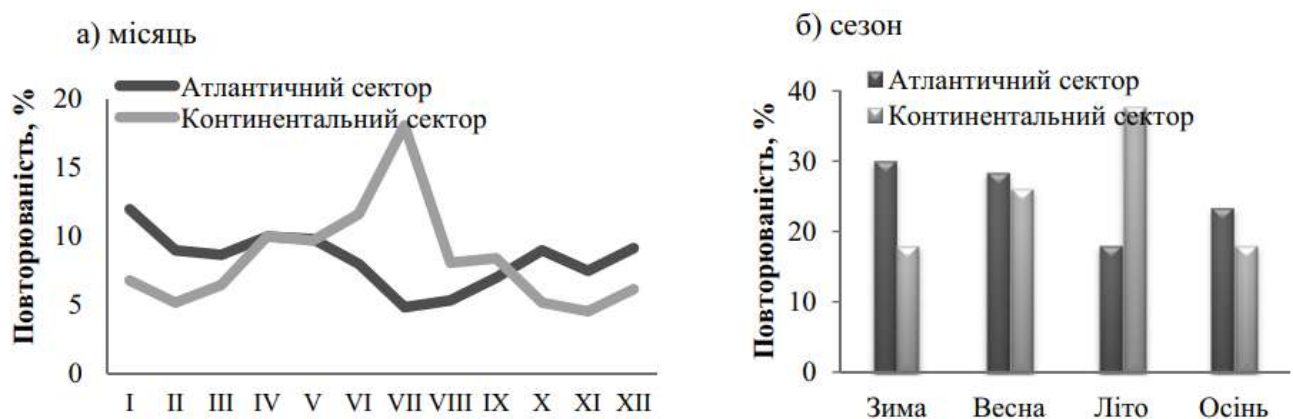


Рис. 4. Повторюваність (%) блокувальних процесів в атлантичному та континентальному регіонах Євроатлантичного сектора Північної півкулі впродовж року та в окремі сезони. За Ю.В. Базалєєвою та В.О. Балабух (2016).

Блокувальні процеси в тропосфері виникають при дуже потужному розвитку стаціонарних антициклонів або гребенів підвищеного тиску. Глибокою трансформацією повітряних мас в цих баричних утвореннях пояснюються тривалі періоди бездощів'я, масштабні посухи та суховії (Нажмудінова О.М., Єрмоленко Н.С., 2011; Затула В.І., Затула Н.І., 2020).

Завдання 27. За даними табл. 17 побудувати та проаналізувати графік річного ходу повторюваності виникнення тропічних циклонів в центральній частині Тихого океану.

Таблиця 17.

Кількість випадків тропічних циклонів в центральній частині Тихого океану.
1971–2013 рр. За даними NOAA.

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Кількість випадків	2	0	1	1	0	1	45	74	37	17	3	2	

Повторюваність тропічних циклонів виразити у відсотках від річної їх кількості.

Порівняйте річний хід повторюваності тропічних циклонів з часом досягнення максимальної температури поверхні океану.

Завдання 28. Ознайомитися зі шкалою ураганів Саффіра-Сімпсона, яка використовується для класифікації тропічних циклонів у Західній півкулі.

Особливу увагу звернути на оцінки масштабів майнових збитків від тропічних циклонів різної інтенсивності.

Завдання 29. Проаналізувати особливості динаміки числа тропічних циклонів різної інтенсивності в Атлантичному океані (табл. 18).

Таблиця 18.

Динаміка кількості тропічних циклонів різної інтенсивності (із субтропічними циклонами включно) в Атлантичному океані за десятиріччями. 1851–2024 рр.
За даними NOAA.

Роки	Тропічні циклони	Тропічні урагани	Найбільші тропічні урагани*	Роки	Тропічні циклони	Тропічні урагани	Найбільші тропічні урагани*
1851–1860	60	45	10	1941–1950	111	58	25
1861–1870	76	53	5	1951–1960	120	61	25
1871–1880	75	54	14	1961–1970	121	66	23
1881–1890	82	56	14	1971–1980	96	53	16
1891–1900	85	51	17	1981–1990	96	51	16
1901–1910	82	42	11	1991–2000	111	64	27
1911–1920	61	38	13	2001–2010	155	78	38
1921–1930	69	39	17	2011–2020	166	74	32
1931–1940	121	56	20	2021–2024	73	33	14

* Примітка. Відповідають 3-5 категоріям тропічних циклонів за шкалою Саффіра-Сімпсона.

1. Побудуйте графіки динаміки числа тропічних циклонів різної інтенсивності в Атлантичному океані. Опишіть загальні закономірності їх зміни у часі. Висловіть думку про їх відповідність загальним уявленням про зміну

частоти та інтенсивності небезпечних атмосферних явищ в умовах сучасного потепління.

2. З'ясуйте, наскільки узгоджено в часі змінюється кількість різних видів тропічних циклонів. Встановіть характер і тісноту кореляційної залежності між циклонічними утвореннями різної інтенсивності. Складіть й опишіть матрицю відповідних коефіцієнтів кореляції.

Завдання 30. Побудувати і пояснити суміщені графіки зміни температури і солоності води з глибиною у Баренцовому морі (табл. 19).

Таблиця 19.

Зміна температури і солоності води з глибиною у Баренцовому морі.
За Н.П. Неклюковою.

Глибина, м	0	50	100	200	300	500	1000	2000	3000
Температура, °C	8,90	1,41	0,80	0,68	3,55	3,44	2,80	1,91	1,61
Солоність, ‰	32,52	33,40	33,40	33,40	33,82	34,05	34,42	34,61	34,72

Завдання 31. На прикладі середньої січної температури повітря у Відні з'ясувати характер і природу її залежності від середнього січного індекса Північно-Атлантичного коливання (табл. 20).

Таблиця 20.

Взаємна динаміка індекса Північно-Атлантичного коливання (ПАК) та температури повітря t у Відні. 1950–2020 рр. Січень.

Рік	ПАК	t , °C	Рік	ПАК	t , °C	Рік	ПАК	t , °C	Рік	ПАК	t , °C
1950	0,92	-2,6	1968	0,13	-1,9	1986	1,11	-0,1	2004	-0,29	-2,0
1951	0,08	1,2	1969	-0,83	-1,5	1987	-1,15	-4,6	2005	1,52	0,7
1952	0,93	-0,2	1970	-1,50	-1,6	1988	1,02	2,7	2006	1,27	-3,9
1953	0,33	-0,5	1971	-1,13	-2,1	1989	1,17	1,0	2007	0,22	4,4
1954	0,37	-4,5	1972	0,27	-2,2	1990	1,04	0,2	2008	0,89	2,7
1955	-1,84	-1,5	1973	0,04	-0,5	1991	0,86	0,5	2009	-0,01	-1,3
1956	-0,22	0,4	1974	1,34	2,0	1992	-0,13	1,5	2010	-1,11	-1,9
1957	1,05	-1,5	1975	0,58	3,2	1993	1,60	1,4	2011	-0,88	0,4
1958	-0,54	-0,9	1976	-0,25	1,4	1994	1,04	3,6	2012	1,17	1,2
1959	-0,87	0,3	1977	-1,04	0,2	1995	0,93	-0,2	2013	0,35	0,6
1960	-1,29	-1,1	1978	0,66	0,3	1996	-0,12	-2,2	2014	0,29	2,9
1961	0,41	-2,4	1979	-1,38	-3,6	1997	-0,49	-2,2	2015	1,79	2,4
1962	0,61	0,0	1980	-0,75	-2,9	1998	0,39	1,8	2016	0,12	0,0
1963	-2,12	-6,1	1981	0,37	-2,2	1999	0,77	0,7	2017	0,48	-4,0
1964	-0,95	-5,1	1982	-0,89	-3,3	2000	0,60	-1,4	2018	1,44	3,5
1965	-0,12	0,5	1983	1,59	4,0	2001	0,25	0,2	2019	0,59	-0,1
1966	-1,74	-3,4	1984	1,66	0,4	2002	0,44	0,0	2020	1,34	1,5
1967	-0,89	-0,7	1985	-1,61	-5,9	2003	0,16	-1,2			

Побудувати і письмово проаналізувати графік залежності цієї величини від індекса ПАК. Зразок його оформлення представлено на рис. 5.

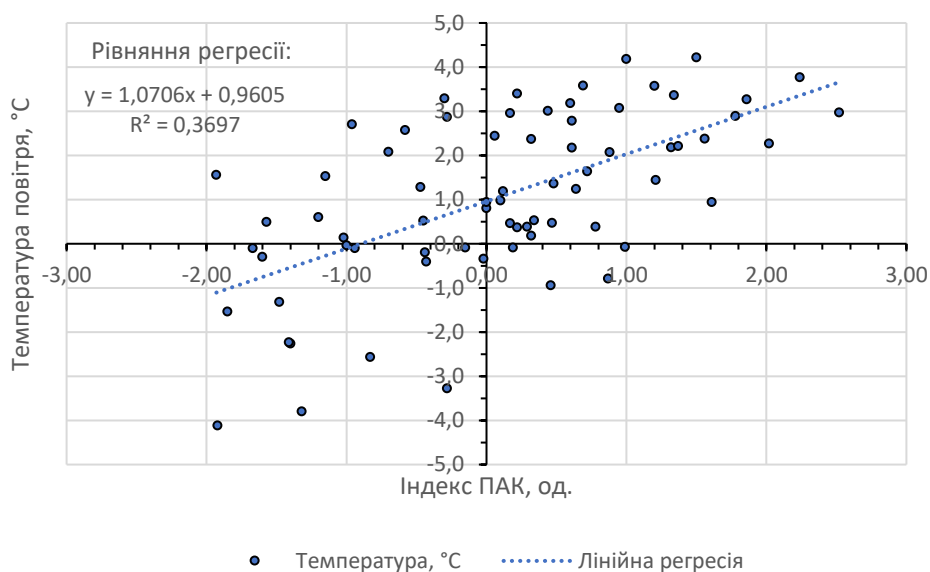


Рис. 5. Залежність середньої місячної температури повітря у Відні від середнього місячного індекса ПАК за період 1950–2020 рр. Грудень.

Завдання 32. Накреслити та проаналізувати схему поверхневих течій у Світовому океані (табл. 21).

Таблиця 21.

Деякі характеристики поверхневих течій у Світовому океані.
 За Н.П. Неклюковою.

Течія	Місяці	Стійкість (повторюваність), %	Переважаюча швидкість, км/год	Солоність, ‰	Температура води, °C
Атлантичний океан					
Північна Пасатна	II VIII	25–50	0,9–1,9	35–36	23–26 25–28
Антильська	II VIII	50–75	0,9–1,9	35,5–36,5	24–24 27–28
Карибська	II VIII	50	0,9–2,8		
Гольфстрім	II VIII	75	0,9–2,8 і більше	34–36,5	22–10 22–10
Північно-Атлантична	II VIII	50–75	0,9–1,9	35–36	5–12
Португальська	II VIII	25	0,9–1,9	—	—
Канарська	II VIII	25–50	0,9–1,9	36–37	15–20 20–25
Ірмінгера	II VIII	25	до 0,9	33–35	0–2

Течія	Місяці	Стійкість (повто- рюва- ність), %	Перева- жаюча швидкість, км/год	Солоність, ‰	Темпе- ратура води, °C
Східно-Гренландська	II VIII	50	0,9–1,9	31–32	{ -2 0
Лабрадорська	II	25–50	0,9–1,9	31–34	{ -0–1 0–7
Південна Пасатна	II VIII	75	0,9–2,8	34–37	{ 25–27 20–27
Бразильська	II VIII	25–65	0,9–1,9	36	{ 26–28 22–26
Фолклендська	II VIII	25–50	0,9; взимку до 1,9	33–35	{ 7–15 3–10
Бенгельська	II VIII	50–75	0,9–1,9 2,0	35,5–36,5	{ 17–25 15–22
Гвінейська	II VIII	75	0,9–2,8 і більше	34–35	{ 27–28 23–25
Міжпасатна (Екваторіальна) протитечія	II VIII	50	0,9–2,8	34–35	—
Індійський океан					
Північна Пасатна	II III	25–50	0,9–2,8	33–36	25
Південна Пасатна	II–III VIII–IX	25–50	0,9–2,8	34–35,5	{ 26–28 22–28
Сомалійська	II–III	50–75 і більше	0,9–2,8	35–35,5	{ 27–21 29–21
Міжпасатна (Екваторіальна) протитечія	II–III	25–50	0,9–1,9	39–35,5	28
Західно-Австралійська	VIII–IX	25	до 0,9	—	—
Мозамбікська	II–III VIII–IX	50–75	0,9–1,9 0,9–2,8	—	—
Тихий океан					
Північна Пасатна	II–III VIII–IX	50 25–50	0,9–2,8 0,9–1,9	34–35,5	{ 18–27 25–28
Міжпасатна (Екваторіальна) протитечія	II–III VIII–IX	25–50 25–75	0,9–2,8	34–34,5	{ 28–25 28–26
Північно-Тихоокеанська	II–III VIII–IX	25–50	0,9–1,9	33–35	{ 10–20 26–23
Каліфорнійська	II–III VIII–IX	25–50	до 0,9	32,5–34	{ 10–15 10–20
Аляскинська	II–III VIII–IX	25–75 25–50	0,9–1,9 0,9–2,2	32–33	{ 2–3 13–10
Південна Пасатна	II–III VIII–IX	25–50	0,9–2,8 0,9–1,9	35–36	{ 24–28 20–28
Східно-Австралійська	II–III VIII–IX	25	12–24 12	35–35,5	{ 26–15 20–10

Течія	Місяці	Стійкість (повто- рюва- ність), %	Перева- жаюча швидкість, км/ГОД	Солоність, ‰	Темпе- ратура води, °С
Перуанська	II–III	25	12	31–33	-1–0 7–10
Західних Вітрів	II–III VIII–IX	12	12 12–24	34–35,5	17–5 15–2

На контурну карту світу потрібно за допомогою кольорових стрілок і цифр нанести основні поверхневі течії. Червоні стрілки використовуються для позначення теплих течій, сині – холодних.

КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Дайте визначення загальної циркуляції атмосфери.
2. Назвіть причини формування загальної циркуляції атмосфери та основні її елементи.
3. Від чого залежить висота тропопаузи? Що відомо про коливання її висоти?
4. На якій висоті в атмосфері досягається максимальний вміст озону?
5. Опишіть вертикальний розподіл температури в тропосфері і стратосфері. Дією яких чинників можна його пояснити?
6. Як змінюється із широтою різниця дійсної середньої температури повітря та температури променистої рівноваги?
7. Що таке термічний екватор? Опишіть зміни його положення протягом року.
8. Опишіть відмінності деформації ізогіпс у січні та липні на картах відносної топографії BT_{1000}^{500} в Північній півкулі над материками та океанами.
9. Дайте визначення трансформації повітряних мас. Які особливості підстильної поверхні їй сприяють?
10. Які меридіональні складові руху рухомих циклонів та антициклонів переважають при їх переміщенні в Північній півкулі? Що можна сказати про особливості адвекції тепла і холоду при їх переміщенні у зв'язку із цим?
11. На що вказує наявність великих кутів між ізотермами та ізогіпсами?
12. Як зазвичай пов'язані між собою малі горизонтальні градієнти температури повітря та різноманіття й інтенсивність синоптичних процесів, що відбуваються?
13. В яких регіонах Земної кулі максимальні контрасти температури повітря особливо тісно пов'язані з районами максимальної частоти тропосферних фронтів?
14. Над якими частинами Земної кулі і в який сезон року конфігурація висотної планетарної зони в Північній півкулі зазнає найбільших змін? Чому?
15. Як змінюється з широтою міжширотна різниця абсолютного геопотенціала поверхні 500 гПа?
16. Які основні причини утворення позатропічних і тропічних циклонів? У чому полягають їх відмінності?
17. Опишіть основні стадії формування позатропічних циклонів.
18. Що сприяє поглибленню позатропічних циклонів?
19. Опишіть основні стадії формування антициклонів.
20. Опишіть сезонні особливості динамічних і мусонних чинників формування приземного баричного поля.
21. До яких частин висотної фронтальної зони приурочені райони цикло- та антициклогенезу?
22. Опишіть сезонні відмінності районів максимальної повторюваності рухомих циклонів в Північній півкулі.
23. Опишіть географічні райони виникнення та переміщення тропічних циклонів.

24. Чим відрізняються траєкторії тропічних циклонів у Північній і Південній півкулях?

25. Чому над материками взимку переважає антициклогенез та антициклонічна діяльність?

26. Дайте стислу характеристику зональному та меридіональному типам циркуляції в Південній півкулі.

27. Яким чином пов'язані між собою приземний атмосферний тиск та характер збіжності чи розбіжності ізогіпс на висотах?

28. Чим пояснюється виникнення сильних стокових вітрів в прибережних районах Антарктиди?

29. Чим пояснюється послаблення міжширотного обміну повітря в Південній півкулі порівняно із Північною півкулею?

30. В якій півкулі західно-східне перенесення є менш збуреним? Чому?

31. Яким чином аномалії циркуляції позначаються на характері погодних процесів?

32. Яким чином зростання надходження сонячної радіації може позначатися на типах циркуляції атмосфери?

33. Дайте визначення струминної течії.

34. Які метеорологічні величини використовуються для характеристики струминних течій?

35. Які типи струминних течій Вам відомі?

36. Термічне поле якого шару атмосфери має визначальне значення для формування струминних течій?

37. Чи пов'язані струминні течії з атмосферними фронтами?

38. Розкрийте основні особливості циркуляції атмосфери в тропічних широтах.

39. Нарисуйте та опишіть схему чарунку Гадлея.

40. Що таке пасати?

41. Чим спричинені пасатні інверсії і як це позначається на перебігові погодних процесів в тропічних широтах?

42. Як Ви розумієте тезу про те, що не пасатна циркуляція є причиною утворення областей високого тиску в субтропіках, а пасати є наслідком антициклонів, що виникають у субтропіках?

43. Опишіть географію поширення тропічних циклонів та її зв'язок з термічними характеристиками підстильної поверхні.

44. Розкрийте сезонні особливості зміни числа тропічних циклонів в різних частинах Світового океану.

45. Опишіть умови виникнення мусонної циркуляції.

46. Опишіть основні райони мусонної циркуляції.

47. Яка частина маси атмосфери бере участь в обміні повітря між Північною і Південною півкулями?

48. Охарактеризуйте основні складові циркуляції океану.

49. Форми циркуляції та циркуляційні епохи за Вангенгеймом – Гірсом.

50. Опишіть великомасштабну термохалінну циркуляцію та її особливості в тропічних і полярних районах океану.

51. Конвеєр Брокера і його роль в глобальних змінах клімату.
52. Покажіть на карті найважливіші теплі та холодні океанічні течії.
53. Як на клімат впливають теплі і холодні океанічні течії?
54. Що можна сказати про особливості циклонічної та антициклонічної діяльності в Україні?
55. Як Ви розумієте поняття блокінгу в тропосфері? Чим небезпечні такі явища?
56. Дайте визначення явища Північно-Атлантичного коливання. Опишіть історію його дослідження.
57. Як визначається індекс ПАК?
58. Які ще є кліматичні індекси великомасштабної взаємодії за полем атмосферного тиску?
59. Підготувати доповідь про Ель-Ніньо – Південне коливання як найбільш значущий сигнал в системі океан – атмосфера.
60. Про які ще кліматичні індекси великомасштабної взаємодії за температурою поверхні океану Ви чули?

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна: (Базова)

1. Воронов Г.С., Булгач Т.В., Воронежський С.П. Загальна циркуляція атмосфери й океану (короткий теоретичний курс): Навчальний посібник. Київ: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, 2005. 254 с.
2. Врублевська О.О., Катеруша Г.П., Гончарова Л.Д. Кліматологія: Підручник. Одеса: Екологія, 2013. 344 с.
3. Гончарова Л.Д., Серга Е.М., Школьний Є.П. Клімат і загальна циркуляція атмосфери. Київ: КНТ, 2005. 252 с.

Додаткова:

4. Аналіз циркуляції атмосфери і умов погоди над Північною півкулею взимку та влітку: Методичні вказівки до самостійної роботи з регіональної синоптики для студентів 5 курсу очної та 6 курсу заочної форм навчання за спеціальністю – Метеорологія / Укладач: Семенова І.Г. Одеса, ОДЕКУ, 2003. 25 с.
5. Базалєєва Ю.О., Балабух В.О. Повторюваність, тривалість та інтенсивність блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2016. Вип. 268. С. 44-51.
6. Балабух В.О. Траєкторії циклонів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів і Україні у теплий період року. *Наукові праці НДГМІ*. 2004. Вип. 253. С. 103-119.
7. Водчиць О.Г., Затула В.І. Основи метеорології і кліматології. Київ: НАУ, 2017. 360 с.
8. Затула В.І. Практикум з кліматології: Методичні рекомендації до виконання практичних робіт з курсу кліматології. Київ, 2022. 69 с.
9. Затула В.І., Мисник С.В., Мусіна Р. Порівняльна характеристика активності циклонів та антициклонів на території України. *Географія в інформаційному суспільстві: Зб. наук. праць*. У 4-х тт. Київ: ВГЛ "Обрії", 2008. Т. III. С. 43-46.
10. Клімат України / За ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ: Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.
11. Мисник С.В. Сезонні особливості антициклональної діяльності на території України. *Фізична географія та геоморфологія*. 2005. Вип. 49. С. 247-254.
12. Паламарчук Л.В., Шпиг В.М., Гуда К.В. Індекс Північно-Атлантичного коливання як предиктор формування сильних снігопадів на рівнинній території України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 2(41). С.107-114. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/glghge_2016_2_12
13. Половина І.П., Затула В.І. Загальні географічні закономірності Землі: Навчальний посібник. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 2003. 157 с.
14. Проценко Г.Д. Метеорологія та кліматологія: Навчальний посібник. Київ: КПУ, 2007. 262 с.
15. Серга Е.М. Вплив процесів у системі атмосфера-підстильна поверхня Північної Атлантики на регіональні клімати Східної Європи: монографія. Житомир: ТОВ «505», 2021. 300 с.
16. Сидоренко А.В., Затула В.І. Особливості просторово-часової структури полів дефіциту насичення та їх зв'язок з Північноатлантичним коливанням в умовах сучасного клімату України. *Наук. праці УкрНДГМІ*. 2011. Вип. 260. С. 95-109. URL: https://uhmi.org.ua/pub/np/260/Sydorenko_Zatula_260.pdf
17. Сніжко С.І., Паламарчук Л.В., Затула В.І. Метеорологія: Підручник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. 562 с.
18. Arażny, A., Bartczak, A., Maszewski, R., & Krzemiński, M. (2021). The influence of atmospheric circulation on the occurrence of dry and wet periods in Central Poland in 1954–2018. *Theoretical and Applied Climatology*. Vol. 146. P. 1079–1095. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03780-0>.
19. Baldwin M.P., Dunkerton T.J. Stratospheric harbingers of anomalous weather regimes. *Science*. 2000. Vol. 294. P. 581-584.
20. Barry R.G., Chorley R.J. Atmosphere, weather and climate. 8th ed. 2003. Routledge. 421 p.

21. Bartoszek K. (2017). The main characteristics of atmospheric circulation over East-Central Europe from 1871 to 2010. *Meteorol. Atmos. Phys.* 2017. Vol. 129(2). P. 113–129. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00703-016-0455-z>.
22. Black R.X. Stratospheric forcing of surface climate in the Arctic Oscillation. *J. Clim.* 2002. Vol. 15. P. 268–277.
23. Dai A., Wigley T.M.L. Global patterns of ENSO-induced precipitation. *Geophys. Res. Lett.* 2000. Vol. 27. P. 1283–1286.
24. Exline J.D., Levine A.S., Levine J.S. *Meteorology: An Educator's Resource for Inquiry-Based Learning for Grades 5-9*. National Aeronautics and Space Administration, NP-2006-08-97-LaRC, 134 p.
25. Fabiano F., Meccia V.L., Davini P., Ghinassi P., Corti S. A regime view of future atmospheric circulation changes in northern mid-latitudes. *Weather and Climate Dynamics*. 2021. Vol. 2(1). P. 163–180. DOI: <https://doi.org/10.5194/wcd-2-163-2021>.
26. Handbook of weather, climate and water: dynamics, climate, physical meteorology, weather systems and measurements / T.D. Potter, B.R. Colman (Eds.). Wiley Interscience. 2003. 973 p.
27. Holton J.R., Haynes P.H., McIntyre M.E., Douglass A.R., Rood R.B., Pfister L. Stratosphere-troposphere exchange. *Rev. Geophys.* 1995. Vol. 33. P. 403–439.
28. IPCC (2021). Summary for policymakers. In: Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S. et al. (Eds.) *Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the inter-governmental panel on climate change*. Vol. 2021. Cambridge; New York, NY: Cambridge University Press, P. 3–32.
29. James Ian N. *Introduction to circulating atmospheres*. Cambridge University Press, 1994.
30. Karwat A., Franzke C.L.E., and Blender R. Long-Term Trends of Northern Hemispheric Winter Cyclones in the Extended ERA5 Reanalysis. *Journal of geophysical research: Atmospheres*. 2022. Vol. 127, Iss. 22, Nov. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1029/2022JD036952>.
31. Liu X., Xu Z., Peng D., Wu G. Influences of the North Atlantic Oscillation on extreme temperature during the cold period in China. *International Journal of Climatology*. 2019. Vol. 39 (114). Issue 1. P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.1002/joc.5779>.
32. Hanna E., Cropper T.E. North Atlantic Oscillation. DOI: <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190228620.013.22>.
33. Pinchuk D.B., Zatula V.I. Cold waves in Ukraine in cold season 2011–2020. 16th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment, Nov 2022, Vol. 2022, p. 1–5. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022580019>
34. The Encyclopedia of Climatology / Ed. by John E. Oliver. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1987. 986 p.
35. Ustrnul, Z., & Czekierda, D. (2001). Circulation background of the atmospheric precipitation in Central Europe (based on the Polish example). *Meteorologische Zeitschrift*. Vol. 10(2). P. 103–111. DOI: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2001/0010-0103>.
36. Wallace John M., Hobbs Peter V. *Atmospheric science: an introductory survey*. 2nd ed. Elsevier, 2006. 504 p.
37. Wang Bin *The Asian Monsoon*. Praxis Publishing Ltd: Chichester, UK, 2006.
38. Zatula V.I., Zatula N.I., Symonets T.S. Observation and forecasting of thunderstorms in the modern practice of advisory of Kyiv International Airport (Zhuliany). XX International Conference "Geoinformatics: theoretical and applied aspects". Kyiv, 11-14 May 2021. Kyiv, 2021. Conference Proceedings, Geoinformatics, May 2021, Volume 2021, p.1-6. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.20215521076>

Періодичні видання та Інтернет-ресурси

39. Велика українська енциклопедія. URL: <https://vue.gov.ua>
40. Вісник Одеського державного екологічного університету. URL: <http://bulletin.odku.edu.ua/>
41. Географічний факультет Київського національного університету імені Тараса Шевченка. URL: <https://geo.knu.ua/>
42. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія / періодичний наук. збірник. URL: <https://hydro-chemistry-ecology.knu.ua/>

43. Енциклопедія Сучасної України. URL: <https://esu.com.ua>
44. Український гідрометеорологічний журнал. URL: <http://uhmj.odeku.edu.ua/>
45. Український гідрометеорологічний інститут. URL: <https://uhmi.org.ua/>
46. Український гідрометеорологічний центр. URL: <https://meteo.gov.ua/>
47. National Snow & Ice Data Center. URL: <https://nsidc.org/>
48. National Weather Service. Climate Prediction Center. URL: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov>
49. North Atlantic Oscillation (NAO) [Електронний ресурс] URL: <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/timeseries/daily/NAO/>
50. Northern Arizona University. URL: http://jan.ucc.nau.edu/~rcb7/global_history.html.
51. Meteopost.com [Електронний ресурс]. URL: <https://meteopost.com/>.