

ВПЛИВ ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ПОВІТРЯ ТА ОКЕАНУ У ПІВНІЧНІЙ АТЛАНТИЦІ НА ТРАНСОКЕАНІЧНЕ СУДНОПЛАВСТВО

Семергей-Чумаченко А. Б., Шепель В. В.

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова

вул. Всеволода Змієнко, 2, 65082, м. Одеса

asemerгей2016@gmail.com, victoriya.shepel@gmail.com

У роботі визначені просторово-часові особливості індикаторів кліматичних змін у Північній Атлантиці за період 2021–2024 рр. відносно кліматичної норми 1991–2020 рр. на основі даних реаналізу Європейського центру середньострокових прогнозів погоди (ECMWF) ERA5. Проаналізовані поля аномалій приземної температури повітря, температури поверхні моря, середнього атмосферного тиску на рівні моря та їх кореляційний зв'язок з індексом Північноатлантичного коливання (NAO). Встановлено, що у період дослідження спостерігалось стійке потепління повітря і океану, особливо у північно-західній частині Атлантики, з максимумом позитивних аномалій (+2...+4 °C) поблизу Гренландії та Ньюфаундленду. Аналіз середньорічних полів тиску показав, що 2021 р. характеризувався переважанням негативної фази NAO, що сприяло посиленню блокуючих процесів і зниженню температури у північному секторі океану, тоді як 2022–2024 рр. відповідали позитивній фазі NAO із посиленням Азорського максимуму, активізацією західного переносу і підвищенням температури в Європі. Кореляційні поля підтвердили класичну дипольну структуру взаємозв'язку між NAO і атмосферним тиском, що відображає узгоджену дію Ісландського мінімуму та Азорського максимуму. Слід очікувати зростання штормів та зміщення зон циклогенезу. Підвищення температури океану та варіабельність атмосферної циркуляції безпосередньо впливають на умови судноплавства у Північній Атлантиці, зумовлюючи необхідність оптимізації трансокеанічних маршрутів та удосконалення систем навігаційного прогнозування для забезпечення безпеки морських перевезень в умовах кліматичної мінливості. *Ключові слова:* приземна температура повітря, клімат, індикатори кліматичної мінливості, температура поверхні океану, атмосферна циркуляція, Північна Атлантика, трансокеанічне судноплавство.

The impact of rising air and ocean temperatures in the North Atlantic on transoceanic shipping. Semerhei-Chumachenko A., Shepel V.

Determined in the paper are the spatiotemporal features of climate change indicators in the North Atlantic for the period 2021–2024, relative to the climate norm for 1991–2020, based on data from the European Center for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF) ERA5 reanalysis. Analyzed fields of surface air temperature anomalies, sea surface temperature, mean atmospheric pressure at sea level, and their correlation with the North Atlantic Oscillation (NAO) index. Found that during the study period, there was a steady warming of the air and ocean, especially in the northwestern part of the Atlantic, with a maximum of positive anomalies (+2...+4°C) near Greenland and Newfoundland. Analysis of the average annual pressure fields showed that 2021 was described by a majority of the negative phase of the NAO, which contributed to the support of blocking processes and a decrease in temperature in the north of the Atlantic, while 2022–2024 corresponded to a positive phase of the NAO with a support of the Azores maximum, activation of the westerly transport and an increase in temperature in Europe. The correlation fields confirmed the classical dipole structure of the relationship between the NAO and atmospheric pressure, which reflects the coordinated action of the Icelandic minimum and the Azores maximum. The increase in ocean temperature and the variability of atmospheric circulation directly affect shipping conditions in the North Atlantic, making it necessary to optimize transoceanic routes and improve navigation forecasting systems to ensure the safety of maritime transportation in conditions of climate variability. *Key words:* surface air temperature, climate, climate variability indicators, sea surface temperature, atmospheric circulation, North Atlantic, transoceanic shipping.

Постановка проблеми зумовлена необхідністю глибшого розуміння впливу кліматичних змін на взаємодію атмосфери та океану у Північній Атлантиці, що безпосередньо визначає умови функціонування світової системи морських перевезень. Унаслідок підвищення температури повітря та океану спостерігається посилення енергетичних процесів в атмосферно-океанічній системі, зміна напрямків і швидкості течій, а також зростання частоти екстремальних явищ – штормів, циклонів і потужних хвиль. Такі трансформації створюють нові ризики для безпеки судноплавства, стабільності транспортних мереж

і економічної діяльності у приатлантичних регіонах. Відсутність комплексних оцінок цих процесів у контексті трансокеанічних перевезень зумовлює потребу у проведенні системного аналізу кліматичних факторів, які впливають на зміни маршрутів і умов морської навігації.

Актуальність дослідження визначається зростаючим впливом кліматичних змін на динаміку атмосфери та океану, що відображається на умовах і безпеці трансокеанічних перевезень. Підвищення приземної температури повітря та температури поверхні океану у Північній Атлантиці призводить

до перебудови атмосферно-океанічної циркуляції, зміщення шляхів циклонів і збільшення частоти екстремальних погодних явищ. Ці процеси можуть спричинити зміни у структурі головних морських транспортних маршрутів, вплинути на ефективність навігації та зумовити потребу у розробленні нових адаптаційних стратегій судноплавства. Урахування цих факторів має важливе наукове та практичне значення для оцінки кліматичних ризиків і забезпечення стійкості глобальної транспортної системи в умовах глобального потепління.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконано згідно з цілями та завданнями, що сформульовані в науково-дослідних роботах кафедри метеорології та кліматології Навчально-наукового Гідрометеорологічного інституту Одеського державного екологічного університету (НН ГМІ ОДЕКУ) «Розробка та вдосконалення методів прогнозу небезпечних та стихійних метеорологічних явищ над Україною» (№ ДР 0120U100487, 2020–2024 рр.) та кафедри метеорології та кліматології факультету гідрометеорології і екології Одеського Національного Університету імені І. І. Мечникова (ФГМіЕ ОНУ ім. І. І. Мечникова) «Модернізація методів прогнозу небезпечних явищ погоди для різних регіонів України» (№ ДР 0125U000647, 2025–2029 рр.).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Комплексний звіт Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО/WHO) [1] підтверджує рекордне підвищення глобальної температури повітря та океану, фіксуючи інтенсивне накопичення тепла у верхніх шарах Світового океану, що безпосередньо впливає на атмосферну циркуляцію, морські екосистеми та умови судноплавства. Дослідження [2] доводить прискорене потепління Північної Атлантики, яке змінює характер Атлантичної багаторічної коливальності (AMV) і впливає на термохалінну циркуляцію. Робота [3] фіксує нові рекорди температури океану у 2023 р., що посилює ризики зміни атмосферної динаміки та підвищує частоту екстремальних погодних явищ. Класичне дослідження [4] акцентує на важливості природної кліматичної мінливості, яка накладається на антропогенні тренди, ускладнюючи прогнозування регіональних змін. У свою чергу [5, 6] демонструють, що клімат Північної Атлантики має вищу передбачуваність, ніж припускали попередні моделі, однак можливі сценарії майбутніх змін варіюють у широких межах. Статті [7, 8] підкреслюють ключову роль атмосферно-океанічних телезв'язків у перерозподілі енергії, що визначає траєкторії циклонів і структуру хвильового поля. Дослідження [10–11] розглядають взаємозв'язок судноплавства та клімату, наголошуючи на необхідності адаптації транспортних систем до нових кліматичних умов.

Отже Північна Атлантика є одним із ключових регіонів кліматичної перебудови, де поєднання підвищення температури повітря та океану, зміни

атмосферної циркуляції й зростання частоти екстремальних явищ створює передумови для трансформації системи трансокеанічних перевезень. Ці процеси можуть призвести до зміщення традиційних морських маршрутів, зростання ризиків навігації та необхідності перегляду стратегій адаптації світового судноплавства до умов глобального потепління.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Попри значну кількість досліджень, присвячених вивченню кліматичних змін у Північній Атлантиці, недостатньо опрацьованими залишаються питання просторово-часової взаємодії між приземною температурою повітря, температурою поверхні океану (SST) та тиском на рівні моря у сучасний період потепління. Особливо актуальним є аналіз останніх років (2021–2024), коли спостерігається рекордне зростання температури океану та інтенсифікація атмосферної циркуляції. Наявні дослідження здебільшого зосереджені на довгострокових кліматичних трендах, тоді як короткоперіодні аномалії та їхній зв'язок з індексом Північноатлантичного коливання (NAO) досліджено фрагментарно.

Метою цього є визначення характеру зміни індикаторів кліматичної мінливості (приземна температура повітря, температура поверхні океану) за 2021–2024 рр. в Північній Атлантиці та оцінка їх можливого впливу на трансокеанічне судноплавство.

Новизна дослідження полягає у комплексному аналізі сучасних кліматичних аномалій Північної Атлантики (2021–2024 рр.) з використанням просторових даних приземної температури повітря, температури поверхні океану (SST) та тиску на рівні моря відносно базового періоду 1991–2020 рр. Вперше для цього регіону здійснюється зіставлення просторових полів середніх значень і аномалій зазначених параметрів із фазами індексу Північноатлантичного коливання (NAO), що дає змогу виявити актуальні закономірності взаємодії атмосфери та океану в умовах потепління.

Методологічне значення дослідження полягає у застосуванні комплексного підходу до аналізу атмосферно-океанічних взаємозв'язків на основі порівняння карт аномалій приземної температури повітря, температури поверхні океану (SST), середніх значень і аномалій тиску на рівні моря з індексом Північноатлантичного коливання (NAO). Поєднання методів просторово-статистичного та кореляційного аналізу забезпечує можливість кількісної оцінки взаємозв'язку між параметрами атмосфери й океану та їхніх змін у часі. Запропонований підхід може бути використаний як методична основа для моніторингу кліматичних процесів у Північній Атлантиці, а також для подальших досліджень впливу кліматичних аномалій на морську навігацію, погодні та економічні ризики інших регіонів Світового океану.

Загальнонаукове значення дослідження полягає у поглибленні розуміння механізмів взаємодії

атмосфери та океану в Північній Атлантиці в умовах сучасного глобального потепління.

Викладення основного матеріалу. Для проведення обрано Ресурс Climate Reanalyzer [12], оскільки він є одним із найнадійніших та найзручніших інструментів для візуалізації й аналізу кліматичних даних у реальному часі. Платформа розроблена на основі реаналізів провідних світових центрів, зокрема ECMWF (ERA5), NOAA (NCEP/NCAR) та NASA GISS, що забезпечує високу точність і достовірність кліматичних параметрів.

Використання Climate Reanalyzer дозволило:

- отримати середньорічні поля температури повітря, температури поверхні океану (SST), тиску на рівні моря тощо в єдиному форматі (рис. 1–3);
- порівнювати сучасні дані з кліматичною базою 1991–2020 рр. та будувати карти аномалій;
- забезпечити візуальну узгодженість і просторову деталізацію даних для подальшого картографічного аналізу.

Отже, вибір цього ресурсу обґрунтовується його науковою достовірністю, відкритим доступом, широкими можливостями для порівняльного аналізу та інтеграції даних, що робить його оптимальним інструментом для вивчення сучасних кліматичних процесів у Північній Атлантиці.

Кліматичний період 1991–2020 рр. обрано відповідно до рекомендацій Всесвітньої метеорологічної організації (ВМО), яка встановила його як нову офіційну кліматичну норму для порівняння сучасних кліматичних умов із базовими багаторічними показниками. Згідно з документом [13], кліматична норма визначається як середнє значення метеорологічних параметрів за 30-річний період, який оновлюється кожні десять років (наприклад, 1961–1990, 1981–2010, 1991–2020). ВМО рекомендує використовувати період 1991–2020 як поточну кліматичну базу для усіх офіційних кліматичних досліджень і звітів, оскільки він відображає найновіші кліматичні тенденції в умовах глобального потепління та забезпечує більш релевантне порівняння сучасних аномалій.

Карти аномалій температури повітря (рис. 1) за 2021–2024 рр. (за даними ECMWF ERA5, ClimateReanalyzer) свідчать про сталий позитивний температурний тренд над більшою частиною Північної Атлантики, з особливо вираженим потеплінням у високих широтах та над східною частиною Канади.

У 2021 р. спостерігається значне підвищення температури (до +4 °C) у західній частині Північної Атлантики, над Лабрадором і Гренландією, що вказує на посилення меридіональної циркуляції та зменшення стійкості арктичного повітря.

2022 р. характеризується відносним послабленням позитивних аномалій – зниження температури на північному заході Атлантики, але збереженням загального потепління в центральній та східній частині басейну (+1...+2 °C).

У 2023 р. знову простежується зростання температури, особливо над північно-західною Атлантикою та узбережжям Канади (+3...+5 °C), що може бути пов'язано з фазою позитивного індексу NAO та активним теплообміном між океаном і атмосферою.

2024 р. демонструє найінтенсивніше потепління за весь період спостережень: над північно-східною частиною Канади та Гренландським морем фіксуються аномалії понад +6 °C, а над більшістю акваторії Північної Атлантики – у межах +2...+4 °C.

Отже у 2021–2024 рр. спостерігається чітка тенденція до наростання позитивних аномалій температури повітря над Північною Атлантикою, що свідчить про інтенсифікацію процесів потепління атмосфери в цьому регіоні. Найбільші відхилення від норми фіксуються у високих широтах – над Канадою, Гренландією та Північною Атлантикою.

Карти SST на рис. 1 показують переважання позитивних температурних аномалій у більшості акваторії Північної Атлантики протягом 2021–2024 рр., що свідчить про стабільне потепління океанської поверхні:

- 2021 рік: значні позитивні аномалії (+2...+4 °C) уздовж північно-західного узбережжя Атлантики, особливо в районі течії Гольфстрім, що вказує на посилений теплообмін між океаном та атмосферою.
- 2022 рік: зберігається загальне потепління океанської поверхні, але аномалії помірніші (+1...+2 °C); найтепліші ділянки зосереджені в центральній частині Атлантики.
- 2023 рік: позитивні відхилення стають більш рівномірними по всій акваторії, особливо в південній і тропічній Атлантиці.
- 2024 рік: фіксується подальше посилення потепління – над центральною Атлантикою формується зона з аномаліями понад +3 °C, що вказує на стійку тенденцію нагрівання поверхневих вод.

Отже у 2021–2024 рр. над Північною Атлантикою спостерігається узгоджене потепління атмосфери й океану, яке проявляється у стійких позитивних аномаліях як приземної температури повітря, так і температури поверхні океану. Найбільше потепління фіксується в північно-західній частині Атлантики – регіоні Гольфстріму та південного Лабрадору, що свідчить про активну взаємодію океану й атмосфери та посилення вертикального теплообміну. Така синхронізація аномалій вказує на зміцнення позитивного зворотного зв'язку між температурними процесами в океані та атмосфері, що сприяє інтенсифікації циркуляції та може впливати на фазу й амплітуду Північноатлантичного коливання (NAO).

Карти сумісного розподілу кореляцій між індексом NAO, температурою повітря (2 м) та температурою поверхні океану (SST) за 1950–2023 рр. відображають просторові закономірності кореляції між фазами NAO та ключовими індикаторами кліматичної мінливості. Вони узгоджено демонструють дзер-

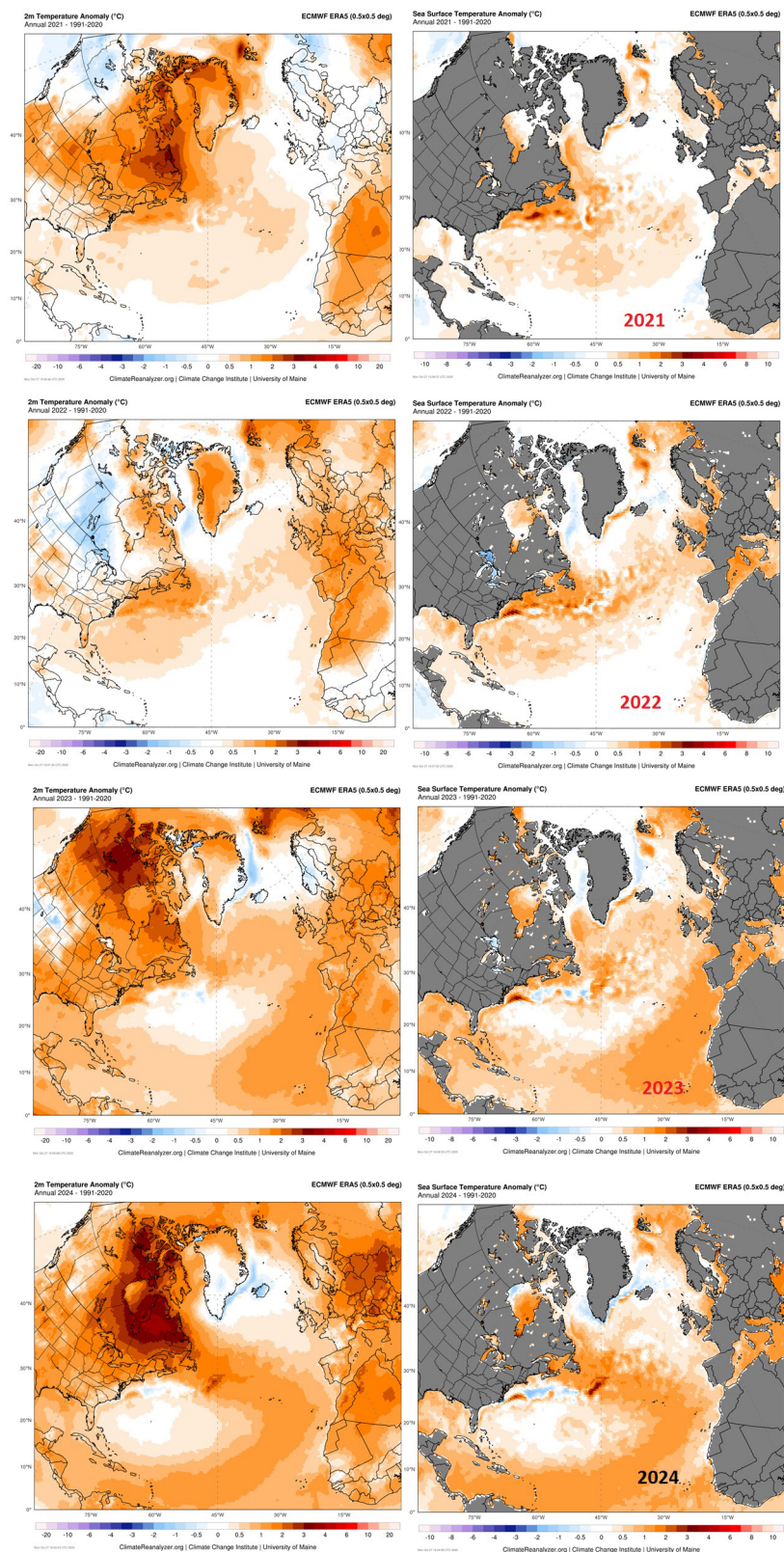


Рис. 1. Карты аномалий середньорічних приземної температури (T , °C) та температури поверхні океану (SST, °C) у Північній Атлантиці (регіон LEA) за 2021–2024 рр. при кліматичній нормі 1991–2020 рр.

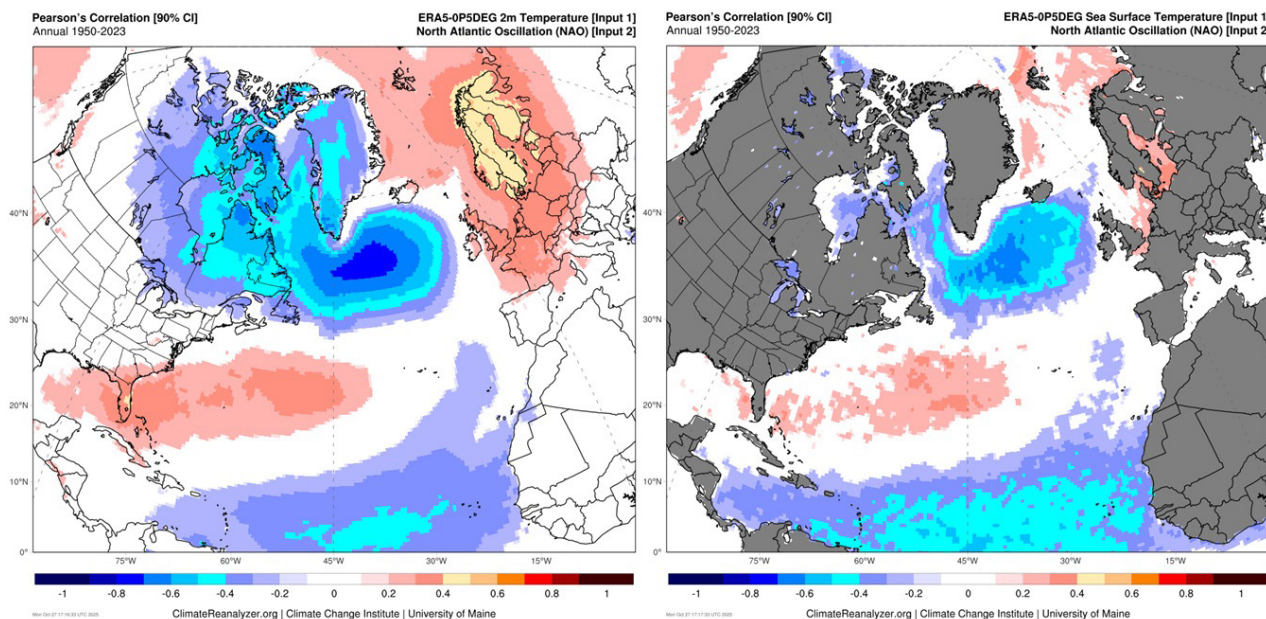


Рис. 2. Карти коефіцієнту кореляції середньорічних приземної температури (T , °C) та температури поверхні океану (SST, °C) і індексу Північноатлантичного коливання (NAO) у Північній Атлантиці (регіон LEA) за 1950–2023 рр.

кальну просторову структуру кліматичної відповіді атмосфери й океану на зміни NAO, що підтверджує їх тісну взаємодію.

Зони негативної кореляції розташовані над північно-західною Атлантикою, Лабрадором, Ісландією та Гренландським морем спостерігається стійкий негативний зв'язок ($r = -0,6 \dots -1,0$) як для температури повітря, так і для SST. Тобто під час позитивної фази NAO (підсилення Азорського максимуму та Ісландського мінімуму) у цих регіонах формується охолодження як повітря, так і поверхневих шарів океану.

Зони позитивної кореляції ($r = +0,4 \dots +0,8$) простежуються над Європою, Скандинавією, Північною Африкою, а також у тропічній Атлантиці, де спостерігається нагрів атмосфери та океану в періоди позитивного NAO. Це вказує на посилення західного переносу і проникнення теплих атлантичних повітряних мас, що призводить до потепління континентальних регіонів Європи та зміцнення Гольфстріму.

Обидві карти демонструють високу просторову узгодженість – області з негативною кореляцією для повітря та SST збігаються, утворюючи північно-атлантичну дипольну структуру. Тобто зміни NAO одночасно впливають на термічний режим атмосфери й океану, причому повітряна реакція є швидшою, а океанська – більш інерційною.

Аналіз середньорічних полів атмосферного тиску на рівні моря (Mean Sea Level Pressure / MSLP, гПа) та їх аномалій (рис. 3) виявив, що у 2021–2024 рр. зберігалася класична двоцентрична структура циркуляції:

Ісландський мінімум (центр зниженого тиску – 980–995 гПа) у північній частині Атлантики поблизу Ісландії та Гренландії;

Азорський максимум (центр підвищеного тиску – 1020–1030 гПа) у субтропічній частині океану між 25–35° пн. ш.

У 2021–2024 рр. обидва центри зберігали стабільне положення, але їх інтенсивність змінювалася щороку, що свідчить про варіабельність фази NAO. В 2021 р. була виражена негативна аномалія над Ісландським регіоном (до -6 гПа) і позитивна над Гренландією ($+4 \dots +6$ гПа), що свідчить про ослаблення Ісландського мінімуму та розвиток негативної фази NAO. В 2022 р. формується протилежна ситуація – позитивні аномалії в центральній Атлантиці та Західній Європі, що вказує на позитивну фазу NAO, коли посилюється західний перенос і зміщується зона циклонічної активності на північ. В 2023 р. баричне поле нагадує 2021 р., але з меншою амплітудою – змішана фаза NAO, а в 2024 р. аномалії свідчать про переважання нейтрально-позитивної фази, коли над Гренландією зберігається слабе підвищення тиску, але над Середньою Атлантикою формується знижений фон ($-2 \dots -3$ гПа), що активізує циклоногенез у північному секторі океану.

Загалом протягом 2021–2024 рр. спостерігається зміна інтенсивності баричних систем – від негативної фази NAO (2021) до позитивної (2022–2024), що підтверджує періодичні коливання в атмосферній циркуляції. Такі зміни прямо впливають на температурний режим: у роки зі зміцненням Азорського максимуму (NAO+) переважають теплі зими в Європі та охолодження в північній Атлантиці.

Аналіз кореляції між середньорічним атмосферним тиском на рівні моря (MSLP) та індексом NAO у Північній Атлантиці за 1950–2023 рр. виявив, що просторовий розподіл (рис. 4) коефіцієнтів кореля-

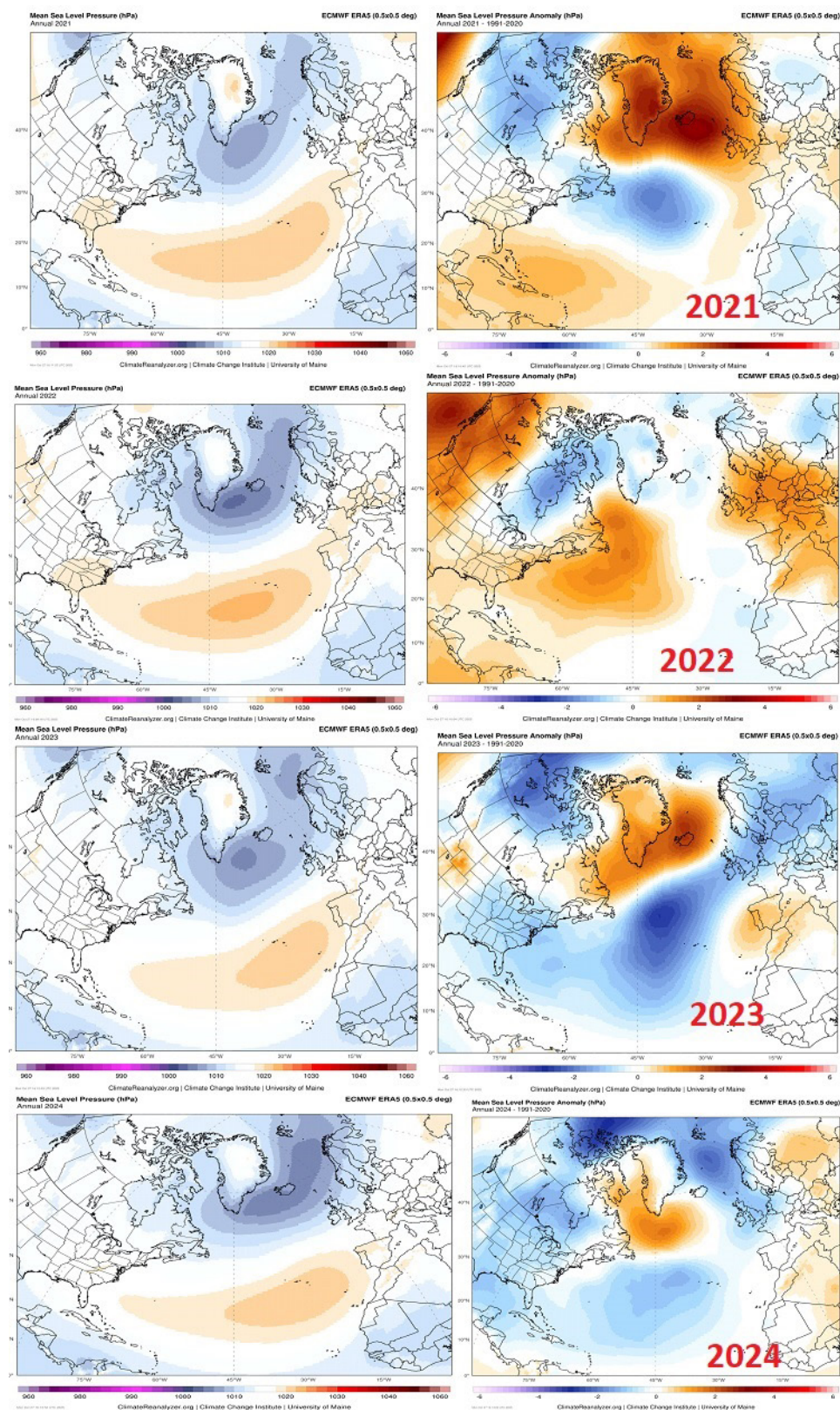


Рис. 3. Карти середньорічного значення атмосферного тиску на рівні моря (MSLP, гПа) та його аномалій у Північній Атлантиці (регіон LEA) за 2021–2024 рр. при кліматичній нормі 1991–2020 рр.

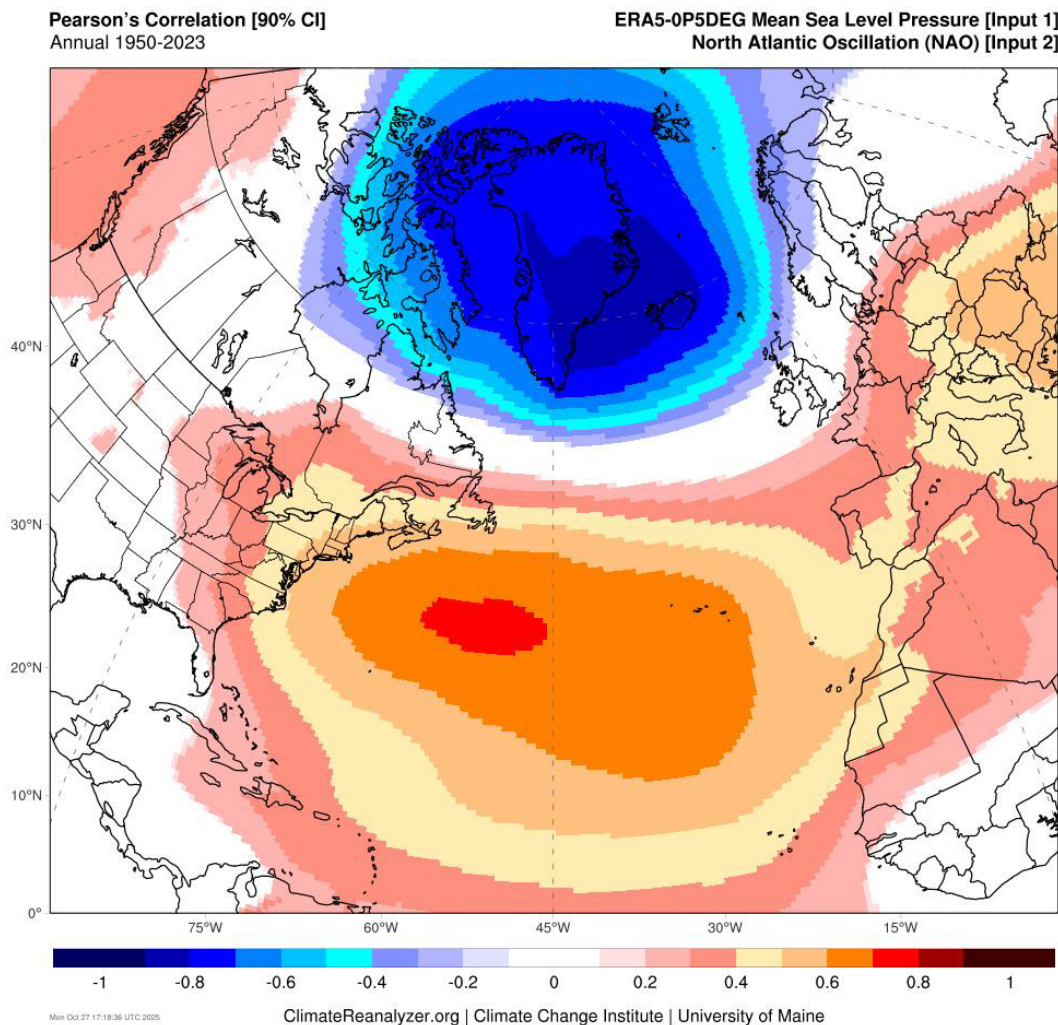


Рис. 4. Карти коефіцієнту кореляції середньорічного значення атмосферного тиску на рівні моря (гПа) і індексу Північноатлантичного коливання (NAO) у Північній Атлантиці (регіон LEA) за 1950–2023 рр.

ції Пірсона між MSLP та індексом NAO демонструє чітко виражену дипольну структуру кореляційного поля, що є характерною ознакою кліматичної системи Північної Атлантики.

Найнижчі значення кореляції (до $-1,0$) спостерігаються над північною частиною Атлантики, Гренландією, Ісландією та Норвезьким морем, що вказує на зниження тиску при зростанні індексу NAO (позитивна фаза), тобто посилюється Ісландський мінімум.

Виражена позитивна кореляція простежується над субтропічною Атлантикою, включно з районом Азорських островів, північним узбережжям Африки, півднем Європи та заходом Північної Америки, тобто посилюється Азорський максимум під час позитивної фази NAO.

Перехідна зона слабкої кореляції ($r \approx 0$) розташована у центральній Атлантиці ($40\text{--}50^\circ$ пн. ш.), що відповідає смузі найбільшої варіабельності атмосферних процесів, де зони дії Ісландського мінімуму та Азорського максимуму взаємодіють.

Така структура поля кореляції чітко відображає основний механізм Північноатлантичного коливання, що визначає кліматичні аномалії у всьому північноатлантичному регіоні.

Головні висновки. Підвищення температури повітря та океану призводить до зростання енергії штормів і зміщення траєкторій циклонів, що ускладнює планування трансокеанічних маршрутів. Зміна фаз NAO впливає на напрямки вітрів і висоту хвиль, формуючи періоди підвищеного ризику у північних транспортних коридорах. Тривале потепління океану може зумовити зміщення зон туманів та крижаного покриву, що потребує оновлення систем навігаційного прогнозування. У перспективі можливе переформатування головних судноплавних трас (особливо між Європою та Північною Америкою) з метою мінімізації впливу штормових систем і підвищення безпеки перевезень.

Перспективи використання результатів дослідження полягають у можливості їх застосування для вдосконалення систем кліматичного

моніторингу у Північній Атлантиці. Отримані результати можуть бути використані для оцінки кліматичних ризиків у сфері морських перевезень, зокрема для оптимізації маршрутів судноплавства з урахуванням змін циркуляційних умов і температурних аномалій.

Література

1. State of the Global Climate 2024 Geneva : World Meteorological Organization, 2024. URL: <https://wmo.int/publication-series/state-of-global-climate-2024> (Last accessed: 22.10.2025).
2. Zanchettin D., Rubino A. Accelerated North Atlantic surface warming reshapes the Atlantic Multidecadal Variability. *Communications Earth & Environment*. 2024. Vol. 5, 639. DOI: <https://doi.org/10.1038/s43247-024-01804-x>
3. Cheng L., et al. New record ocean temperatures and related climate indicators in 2023. *Advances in Atmospheric Sciences*. 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00376-024-3378-5>
4. Deser C., Knutti R., et al. Communication of the role of natural variability in future North American climate. *Nature Climate Change*. 2012. Vol. 2. P. 775–779.
5. Smith D. M., Scaife A. A., Eade R., et al. North Atlantic Climate far More Predictable than Models Imply. *Nature*. 2020. Vol. 583. P. 796–800. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2525-0>
6. Gu Q., Gervais M., Danabasoglu G., et al. Wide range of possible trajectories of North Atlantic climate in a warming world. *Nature*. 2024. Vol. 15, 4221. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-024-48401-2>
7. Dong B., Aksenov Y., et al. Key drivers of large-scale changes in North Atlantic atmospheric and oceanic circulations and their predictability. *Climate Dynamics*. 2025. Vol. 63, 113. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00382-025-07591-1>
8. Mentaschi L., Vourdoukas M. I., Voukouvalas E., et al. Global changes of extreme coastal wave energy fluxes triggered by intensified teleconnection patterns. *Geophysical Research Letters*. 2017. DOI: <https://doi.org/10.1002/2016GL072488>
9. Eyring V., Isaksen I. S. A., Berntsen T., et al. Transport Impacts on Atmosphere and Climate: Shipping. *Atmospheric Environment*. 2010. Vol. 44, Issue 37. P. 4735–4771. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.04.059>
10. Ching-Pong Poo M., Yang Z. Optimising the resilience of shipping networks to climate vulnerability. *Maritime Policy & Management*. 2024. Vol. 51, № 1. P. 15–34. DOI: <https://doi.org/10.1080/03088839.2022.2094488>
11. Rohli R. V., Snedden G. A., Martin E. R., et al. Impacts of ocean–atmosphere teleconnection patterns on the south-central United States. *Frontiers in Earth Science*. 2022. Vol. 10, 934654. DOI: <https://doi.org/10.3389/feart.2022.934654>
12. Climate Reanalyzer Climate Change Institute, University of Maine, 2024. URL: https://climatereanalyzer.org/research_tools/monthly_maps/ (Last accessed: 25.10.2025).
13. Guidelines on the Calculation of Climate Normals. *World Meteorological Organization*. WMO-No. 1203. Geneva : WMO, 2017. URL: https://library.wmo.int/doc_num.phexplnum_id=4166 (Last accessed: 25.10.2025).

Дата першого надходження рукопису до видання: 03.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025