

УДК 911.482 + 551.79.312

Холопцев О. В., доктор геогр. наук, проф.
Севастопольський нац. техн. університет,
кафедра практичної екології та охорони праці,
вул. Гоголя, 14, Севастополь-53, 99053, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ТЕПЛООБМІНУ МІЖ ПІВНІЧНОЮ І ПІВДЕННОЮ АТЛАНТИКОЮ У ПЕРІОД ЗАВЕРШЕННЯ ПІЗНЬО-ВЮРМСЬКОГО ЗЛЕДЕНІННЯ

Встановлено, що однією з вірогідних причин завершення Пізньо-Вюрмського заledenіння було суттєве підвищення поверхневих температур вод тропічної зони Північної Атлантики, обумовлене зниженням інтенсивності її водобміну з Південною Атлантикою, в період, коли річний приток сонячної радіації у Північну півкулю був на 7% більше ніж у Південну.

Ключові слова: Атлантика, теплообмін, заledenіння, водообмін, клімат, потепління, океанічні течії, Північно-Атлантичне коливання.

Вступ

Теплообмін між Північною та Південною Атлантикою, відчутно впливає на сучасні зміни клімату та розвиток ландшафтної оболонки планети [1]. Тому визначення ролі цього чинника у відповідних фізико-географічних процесах, що відбувались у минулі епохи, являє собою актуальну проблему фізичної географії. Ураховуючи те, що в сучасному періоді темпи потепління клімату відчутно зросли [2], найбільший інтерес вирішення цієї проблеми має для епох, коли характер змін клімату на планеті був аналогічним. Однією з них є епоха завершення Плейстоцена, за яку площі крижаних покривів у Північній півкулі помітно скоротились, а глобальні температури на планеті зросли більше ніж на 10°C [3-5]. Вкрай необхідним стало визначення природного механізму, здатного викликати різке підвищення поверхневих температур Північної Атлантики на стадії завершення зазначеного зledenіння. Аналіз таких явищ і є *метою даної роботи*.

Дослідження фізико-географічних процесів, що відбувались протягом найновішої природної історії у Північній Атлантиці, Європі, Африці та Північній Америці, розпочались ще в середині XIX сторіччя,

© Холопцев О. В.

в роботах Ф. Ф. Беллінсгаузена, О. Є. Коцебу, Е. Х. Ленца, Д. Росса, М. Морі, Д. Пилсбері та ін. Згодом, важливу роль у них відігравали роботи Г. І. Танфильєва [6], О. І. Воєйкова [7], І. Д. Лукашевича [8]. У ХХ сторіччі найбільш суттєвим був внесок у розвиток уявлень про них таких вчених, як М. О. Боголепов [9], І. П. Герасимов та К. К. Марков [10], Л. С. Берг [11], К. Брукс [12]. Основою сучасних уявлень про згадані процеси є результати їх дослідження М. Ф. Векличем [3, 14], Н. П. Герасименко [5], L. G. Bell [15], А. С. Моніним [16], М. І. Будико [17] та ін. Відповідно до них, на початку епохи завершення Плейстоцену (у 16 тисячоріччя до н. е) Пізньо-Вюрмське гляцювання досягло максимуму свого розвитку. Льодовики вкривали значні території Європи та Північної Америки, а їх товщина перевищувала 2 км. Товстий льодовий покрив охопив шельф Баренцового, Білого, Карського, Балтійського морів. Ареали багатьох рослин та тварин, які сьогодні панують у Субарктичному кліматичному поясі, в ті минулі часи були зсунуті далеко на південь. На величезних просторах материків встановилося домінування холодного і сухого клімату.

Враховуючи це, *об'єктом* цього дослідження було обрано зміни розподілу поверхневих температур у Північній Атлантиці, а також їх природні чинники, що діяли у сучасному та попередніх періодах суттєвого потепління глобального клімату. *Предметом* дослідження були особливості теплообміну між Північною та Південною Атлантикою у період завершення Пізньо-Вюрмського зледеніння. На підставі розробленої автором методики палеоландшафтознавство отримало можливість визначити зміни природи різних територій, що є суттєвим внеском в науку.

Методика і фактичний матеріал

У епоху завершення Пізньо-Вюрмського зледеніння головними чинниками мінливості розподілу поверхневих температур Північної Атлантики були зміни потоку сонячної радіації, що поглинається її водами, об'ємів талих вод, що утворюються у неї або її узбережжях, а також характеристик водообміну з Південною Атлантикою.

В період сучасного потепління клімату мінливість розподілу поверхневих температур Північної Атлантики обумовлена головним чином змінами потоку зворотного теплового випромінювання атмосфери (обумовленого посиленням парникового ефекту), сонячної радіації, об'ємів холодних опріснених вод, що надходять до неї з Арктики, а також ха-

рактистик водобміну з Південною Атлантикою. Суттєвим чинником є взаємодія Атлантичного океану та атмосфери, особливості якої відчутно залежать від структури його поверхневих течій.

Спрощена схема циркуляції поверхневих вод Атлантики в сучасний період (згідно [18]) відображає провідні траси руху тепла в Атлантичному океані в складі течій (рис. 1). Поточного часу, останніми десятиріччями основними водними потоками поверхневого шару Атлантики, що перетинають екватор, є Південно-Пасатна течія (8) і Гвінейська течія (6) (рис. 1). Потік тепла, який надходить до Північної Атлантики з водами Південно-Пасатної течії, є переважаючим. Він в системі Гольфстрім (1) — Північно-Атлантична течія (2) — течія Ірмінгера (3) поширюється на поверхню більшої частини Північної Атлантики, зігріваючи атмосферне повітря понад нею.

Водобмін між Північною та Південною Атлантикою і в епоху завершення Пізньо-Вюрмського зледеніння, і в поточні століття, обумовлений вступом в Північну Атлантику вод, що утворюють північні струмені Південно-Пасатної течії, а також відходом з неї вод Гвінейської течії. Обидві течії належать до поверхневих, внаслідок чого значення їх витрат і розташування завжди визначалися характеристиками поля швидкості вітру понад Атлантикою. Неважко бачити, що провідні закономірності формування розподілу поверхневих температур Північної Атлантики, на стадії завершення Пізньо-Вюрмського зледеніння, практично співпадають із закономірностями цього процесу, що мають місце протягом сучасних століть. Це дозволяє розглядати сучасні процеси у Північній Атлантиці як модель процесу, що відбувався у предголоценову епоху (гляціація протягом фази Вюрм-II), наприкінці льодовикового періоду.

У сучасній фазі прецесії Південна півкуля Землі отримує за рік сонячної радіації на 7% більше, ніж її Північна півкуля [14]. У протилежній фазі прецесії, що мала місце 13 тис. років тому, за 1 рік Північна півкуля отримувала сонячній радіації на 7% більше, ніж Південна. Основну частину потоків радіації, що перетворюються підлеглою поверхнею нашої планети у тепло, як і в сучасному голоцені, поглинали тропічні зони цих півкуль.

26 тис. років тому фаза прецесії була такою ж, як і зараз, у верхньому голоцені. Потік сонячної радіації, що поглинається Південною півкулею Землі, був відчутно більший, ніж її потік, що поглинається Північною півкулею, хоча і менше, ніж потік, що поглинається нею у сьогоденні (оскільки відтоді значення сонячної постійної монотонно зростають). Мабуть, це і призвело до розвитку в Північній півкулі Пізньо-Вюрмської гляціації.

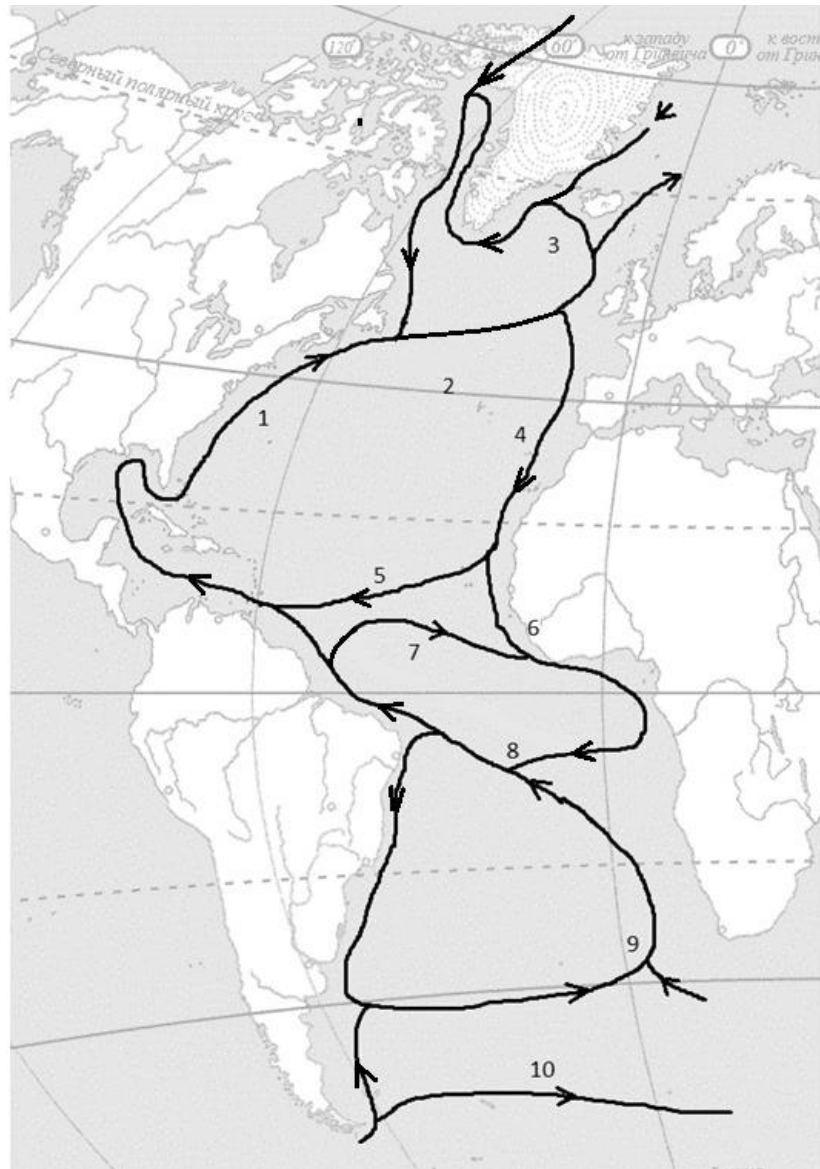


Рис. 1. Сучасні положення основних поверхневих течій Атлантичного океану. 1 — Гольфстрім; 2 — Північноатлантична; 3 — Ірмінгера; 4 — Канарська; 5 — Північно-пасатна; 6 — Гвінейська; 7 — Міжпасатна протитечія; 8 — Південно-пасатна; 9 — Бенгельська; 10 — Західних Вітрів; 11 — Бразильська.

За період від 26 до 13 тис. років тому частка потоку сонячної енергії, який надходить до земної атмосфери, котру отримувала рік Північна півкуля планети, зростала, а його доля, що припадала на її Південну півкулю, зменшувалась. Як результат, річні потоки сонячної енергії, що поглинались тропічною зоною Північної Атлантики, збільшувалися. Відповідні характеристики тропічної зони Південної Атлантики зменшувалися. 18 тис. років тому ці потоки зрівнялися, а далі Північна Атлантика почала отримувати за рік сонячної енергії більше, ніж Південна.

Як наслідок, температури вод Північно-пасатної течії, Гольфстріму і Північно-атлантичної течії в період з 18 до 13 тис. років назад повинні були збільшуватися і 13 тис. років назад відчутно перевершувати їх сучасні рівні. При цьому теплові потоки, що підігрівали води цих течій, атмосферу, суходол, а також криги Північної Атлантики, повинні були зростати. Це прискорювало танення льодовиків, що покривали великі території північного заходу Європи та північну частину Північної Америки. Оскільки у Вюрмі-II Південна півкуля отримувала сонячній енергії менше, ніж Північна, то температури Бенгельської течії повинні бути нижчі, а їх щільність — вище, порівняно до часу сучасних століть. Тому поверхневі температури вод Південно-Пасатної течії визначалися головним чином більш високими температурами води в Гвінейській течії.

Гвінейська течія на стадії завершення Пізньо-Вюрмської гляциації була основним водним потоком, що транспортує тепло з Північної Атлантики у Південну. Потік тепла, яке ця течія доставляла у Південну Атлантику, отримували води, які рухав потік Південно-Пасатної течії. Відчутну частину цього потоку північні гілки зазначеної течії повертали назад до Північної півкулі. При цьому залишок тепла надходив далі на південь з водами Бразильської течії. Таким чином, у епоху наприкінці голоцену, як і в попередні часи, коли фаза прецесії земної вісі по відношенню до її сучасної фази була протилежною, Півн. Атлантика певним чином зігрівала Південну Атлантику.

У давні епохи, коли Південна півкуля отримувала за рік сонячної енергії більше, ніж Північна, відбувалося зворотне, а водообмін Південної Атлантики з Північною, як і протягом останніх століть, призводив до підвищення її температур. При цьому умови, необхідні для розвитку в Північно-Атлантичному регіоні материкових гляциацій, мали місце в ті з цих часів, коли досягався мінімум сонячною постійної (у циклі Міланковича, що присутній у змінах ексцентриситету земної орбіти [21]).

В подальшому викладанні виходим з того, що потік тепла, який йде з Північної Атлантики в Південну, взагалі є пропорційним витраті потоку Гвінейської течії. Витрата останнього була тим більше, чим більше були витрати Міжпасатної протитечії та Північно-Африканської течії, яка являє собою саме південну гілку Північно-Атлантичної течії. Тому витрати обох зазначених течій, так само як і витрати Північно-Атлантичної течії, визначалися, кінець кінцем, енергетичною напруженістю зональних вітрів над Північною Атлантикою. Через це вони залежали від баричного градієнта між областями Азорського максимуму та Ісландського мінімуму. Значення модулю цього енергетичного вектора залежало від різниці поверхневих температур відповідних акваторій Атлантики.

При збільшенні потоку сонячної радіації, що поглинається поверхнею Північної Атлантики, температури поверхні її акваторії в межах розташування головної частини Ісландського мінімуму, збільшувалися, а тиск атмосфери — зменшувався. Відповідно збільшувалися і поверхневі температури Атлантики в області Азорського максимуму. Відтак, як бачимо, коливання термічного режиму повітря над Північною Атлантикою услід за змінами значень сонячної радіації, веде до відповідних змін теплого режиму води, а це не виключає його впливу на суміжний суходол.

У періоди, коли значення різниці поверхневих температур на акваторії розташування Азорського максимуму та Ісландського мінімуму зменшувалися, західні вітри понад Північною Атлантикою слабшали, що призводило до зменшення витрат Гвінейської течії. Остання викликає зменшення потоку тепла, яке вона несе з Північної Атлантики. Зростання цього потоку відбувалось у періоди, коли різниця цих температур зростала, а західні вітри посилювалися. Разом з ними зростав і викид тепла з Північної Атлантики. Питання про те, чи можливо в період швидкого потепління клімату в Північно-Атлантичному регіоні, зниження значень різниці поверхневих температур в Азорському максимумі та в Ісландському мінімумі, вивчався стосовно процесів, що відбувалися останніми століттями.

Як впливає з викладеного вище, однією з причин сучасного потепління клімату у Північно-Атлантичному регіоні може бути підвищення поверхневих температур вод, що транспортуються у Північну півкулю (і далі у Карибське море) північним струменем Південно-Пасатної течії, а також Гвіанською течією. Тому для відповіді на це питання зіставлялися залежності від часу пересічних за десятиріччя пересічних значень аномальних поверхневих температур акваторії Атлантики, обмеженої екватором

і паралеллю 20°S, також меридіанами 30°W і 10°E (через яку проходять майже всі струмені Південно-Пасатної течії), а також значень індексу Північноатлантичного коливання [22]. До того ж здійснювалось порівняння залежностей усереднених аналогічним чином пересічних значень аномалій поверхневих температур усієї акваторії Північної Атлантики та швидкостей вітру у різних пунктах Європи, розташованих в зоні впливу вітрів західних напрямків.

Фактичний матеріал, використаний при побудові цих залежностей, включає інформацію про зміни поверхневих температур Атлантики з січня 1950 р. по грудень 2010 р., отримані з [22], а також відомості про зміни вітрового режиму в Європі з січня 1973 по грудень 2010 р., представлені в [23]. Він містить часові ряди пересічномісячних значень даних характеристик, з яких, шляхом розрахунку їх пересічних значень, було отримано відповідні їх часові ряди. Ось такі довгі методичні пояснення процедури дослідження були застосовані для більш детального розуміння суті виявлених природних фізико-географічних процесів. Аналіз отриманих матеріалів та розрахунків наведені тут далі по тексту.

Отримані результати та їх аналіз

Відповідно до розглянутої методики, розраховано пересічнорічні значення аномалій поверхневих температур зазначеної акваторії у сфері впливу Північно-Пасатної течії, а також індексу Північно-Атлантичного коливання для кожного року з 1950 по 2001 рр. За допомогою цих рядів розраховано залежності від часу відповідних характеристик, усереднених в ковзаючому вікні завдовжки 10 років (рис. 2).

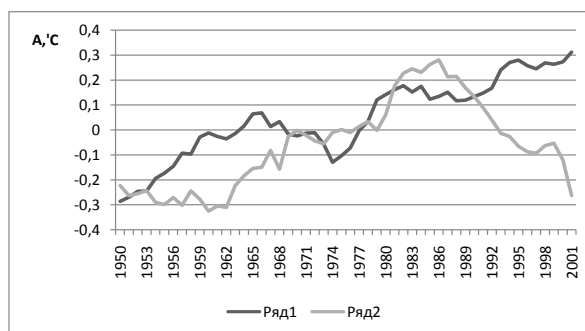


Рис. 2. Зміни усереднених в ковзаючому вікні завдовжки 10 років пересічнорічних значень аномалій температур вод Південно-Пасатної течії (ряд 1) і індексу Північно-Атлантичного коливання (ряд 2).

Відтак, можна побачити, що упродовж усього періоду з 1950 р. по 2001 р. переважали тенденції до збільшення пересічнорічних температур вод, що поступають з Південної Атлантики в Північну. При цьому, у період з 1950 по 1986 рр., коли суттєвого потепління глобального клімату не спостерігалось, кількість теплоти, яку приносили до Північної Атлантики гілки Південно-Пасатної течії, було порівняно невеликим. У цей період також переважали тенденції до збільшення значень індексу Північно-Атлантичного коливання.

У період з 1987 по 2001 р., коли глобальне підвищення кліматичних температур в шарі приземної атмосфери призвело до підвищення температур води, що надходить з Південної Атлантики в Північну, значення індексу Північно-Атлантичного коливання стійко знижувались (рис. 3). Це викликало відчутне зменшення пересічнорічних швидкостей західних вітрів на західних узбережжях та на багатьох інших місцевостях Європи. Існування цього зменшення підтверджують типові залежності від року початку ковзаючого вікна, тривалістю 10 років, усереднених в його межах пересічнорічних значень аномалій пересічної поверхневої температури Північної Атлантики, а також швидкостей вітру в деяких пунктах Європи, розташованих в зоні впливу західного перенесення повітря (рис. 3).

Наведені графіки показують, що у період з 1973 р. в Північній Атлантиці відбувалося загальне потепління клімату. Переважаючими реакціями на цей процес вітрових режимів в регіонах Європи, що розташовані у зоні впливу західних вітрів, було зменшення пересічнорічних швидкостей вітру. У різних регіонах Європи, які розташовані в одному широтному поясі, мала місце аналогічна реакція. У різних регіонах ця реакція характеризувалась тим чи іншим запізнюванням, і її значення зростали при збільшенні видалення від Атлантики. У містах Брест і Нант на Атлантичному узбережжі Франції вона виникла з 1980 р., в Парижі, розташованому в глибині території країни, — з 1984 р., у Празі та Одесі — з 1992 р. У регіонах, що розташовані у різних широтних поясах, запізнювання згаданої реакції були теж різними. У місті Глазго (Великобританія) відчутне зниження середньорічних швидкостей вітру почалося пізніше, ніж у Франції — з 1989 р. Встановлено, що подібна реакція на потепління у Північній Атлантиці спостерігається практично на всій території Європи, за винятками окремих гірських місцевостей. В загальному вигляді тренд є чітко вираженим підвищенням протягом останніх 40 років. Складно сказати, чи буде ця тенденція продовжуватися, особливо в окремих пунктах, що розташовані в різних широтах, на різному віддаленні від океану, в горах чи на рівнині тощо.

Приклади, які наведені, дозволяють припускати, що результатом потепління клімату в Північноатлантичному регіоні, що відбувався на стадії завершення Пізньо-Вюрмського зледеніння («Вюрм-II»), також могло бути зменшення пересічнорічних значень різниці атмосферних тисків у Азорському максимумі та Ісландському мінімумі. При цьому повинна була зменшитися інтенсивність зональних вітрів понад Північною Атлантикою, знизитися швидкості і витрати Північноатлантичної течії, Північно-Африканської течії, Міжпасатної протитечії, а також Гвінейської течії. Останнє повинне було викликати зменшення відтоку тепла з Північної півкулі в Південну, а також привести до ще більшого потепління в Північній Атлантиці.

Фактично, 13 тис. років тому, коли Північна Атлантика отримувала сонячної енергії суттєво більше, ніж Південна Атлантика, потепління призвело до дії механізм позитивного зворотного зв'язку. Цей процес викликав суттєве потепління як у Північній Атлантиці, так і на територіях Європи та Північної Америки, що розташовано у зоні її впливу, яке й призвело до руйнування їх крижаних покривів та підвищенню рівня Світового океану на 100–120 м.

Запропонований механізм різкого і значного потепління клімату, що спрацював, як нам здається, на межі Плейстоцена та Голоцена не є універсальним. Про це свідчить сучасне потепління клімату, що відбувається в протилежній фазі прецесії (у якій 28 тис. років тому почалося зледеніння Вюрм-II). Іншими, мабуть, також були причини що породили таке ж відчутне потепління, яке передувало виникненню Ранньо-Вюрмського гляцювання, а також Рісського гляцювання. Про це свідчать результати реконструкції змін глобальних температур на нашій планеті, обґрунтовані результатами дослідження кернів льоду, відібраних зі свердловин на антарктичних станціях Схід і EPICA, DOME C [24]. Зазначені результати дозволяють теоретично встановити моменти початку та закінчення періодів різкого потепління клімату, що мали місце на нашій планеті протягом останніх 400 тисяч років (табл. 1).

Як бачимо, часовий зміщення фази різкого потепління клімату, що відбувалася 330–323 тис. років тому, відносно потепління, що мало місце на рубежі Плейстоцена та Голоцену, точно відповідає 3 періодам циклу змін ексцентриситету (Міланковича) та 12 періодам циклу прецесії. Це дозволяє припускати, що обидві фази потепління викликав один і той же природний процес, який був описаний вище. Таким чином, періоди потепління клімату, що передували гляцюванням Рісс та Вюрм-I, відбувалися у іншими фазами згаданих циклів. Це дозволяє стверджувати, що причини, що породили їх, були іншими.

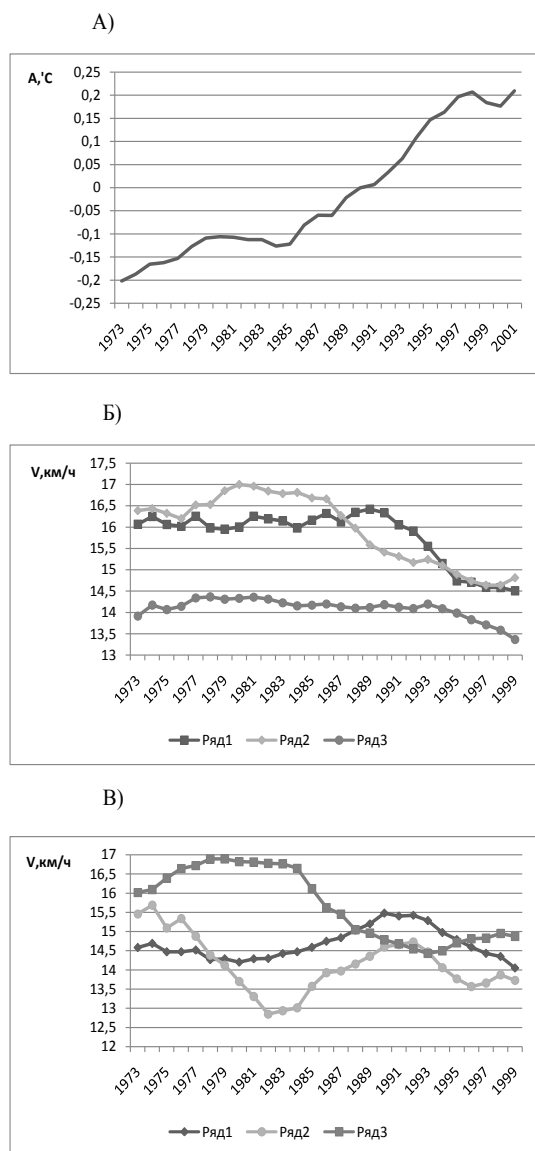


Рис. 3. Зміни усереднених в ковзаючому вікні завдовжки 10 років значень пересічноквадратичного відхилення (A °C) для поверхневої температури Північної Атлантики (графік А). Графік Б: зміни швидкостей вітру (V , км/год) на гідрометеорологічних станціях Великобританії (ряд 1 — Глазго) та Франції (ряд 2 — Брест, ряд 3 — Нант); Графік В: те ж саме, на станціях «Париж» (ряд 1), «Прага» (ряд 2), «Одеса» (ряд 3).

Таблиця 1
Терміни початку та кінця фаз різкого потепління глобального клімату, за даними [24].

1	Початок періоду потепління (тис. років тому)	Кінець періоду потепління (тис. років тому)	Зсув циклів прецесії (період)	Зсув циклів змін ексцентриситету (період)
1	330	323	12	3
2	249	239	8.82	2.18
3	139	129	4.59	1.13
4	18	11		

Висновки

Отже, з викладеного можна зробити декілька висновків.

1. Встановлено, що вірогідною причиною завершення Поздньо-Вюрмського (Вюрм-II) гляцювання було суттєве підвищення поверхневих температур вод Північної Атлантики, обумовлене зниженням інтенсивності її водообміну з Південною Атлантикою, яке мало місце у період, коли річне надходження сонячної радіації в Північну півкулю був відчутно суттєво більше, ніж в Південну півкулю.

2. Причиною послаблення водообміну між Північною і Південною Атлантикою було зменшення значень різниці пересічнорічних значень атмосферного тиску в Азорському максимумі і Ісландському мінімумі. Ця тенденція є стійкою реакцією на потепління регіонального клімату, котра є закономірною у період існування сучасної структури циркуляції вод на акваторії Атлантичного океану.

3. Наслідком цього процесу було зменшення пересічнорічних швидкостей вітру на усій території Північно-Атлантичного регіону та витрат його зональних поверхневих океанічних течій. Останнє спричиняє за собою зменшення витрати Гвінейської течії і потоку тепла, що відноситься цією течією в Південну півкулю, а також запускає механізм позитивного зворотного зв'язку, котрий різко прискорює потепління та деградацію покривних льодовиків.

4. Запропонований механізм завершення всесвітніх гляціювань, що зв'язує це явище з особливостями циркуляції у Атлантиці та теплооб-

міну між півкулями Землі, які спостерігаються в умовах збігу фаз циклів прецесії та змін ексцентриситету її орбіти, універсальним не є, але з п'яти періодів найсильніших потеплінь клімату, що сталися за останніх 400 тисяч років, два, мабуть, були викликані його дією.

Список використаної літератури

1. *Физическая география* Мирового океана / Под ред. К. К. Маркова. Ленинград: Наука., 1980. — 362 с.
2. *Climate Change 2007 — Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to Assessment Report Four of the Intergovernmental Panes of Climate Change (IPCC)* // Cambridge: Camb. Univ. Press. UK, 2007. — 973 p.
3. *Веклич М. Ф.* Проблемы палеоклиматологии. — Киев: Наукова думка, 1987. — 190 с.
4. *Величко А. А., Андреев А. А., Климанов В. А.* Динамика растительности и климата Северной Евразии в позднеледниковье и в голоцене // Короткопериодные и резкие ландшафтно-климатические изменения за последние 15000 лет: Сб. науч. трудов. — Москва: Наука, 1994. — С. 4–60.
5. *Герасименко Н. П.* Природная среда обитания человека на юго-востоке Украины в позднеледниковье и в голоцене // Археологический Альманах. — 1997. — № 6. — С. 3–64.
6. *Танфильев Г. И.* Доисторические степи Европейской России // Землеведение. — 1896. — Том 3. — Кн. 2. — С. 1–150.
7. *Воейков А. И.* К вопросу о колебаниях климата // Метеорологич. вестник. — 1902. — № 1 — С.18–25.
8. *Лукашевич И. Д.* О причинах ледниковой эпохи // Природа. — 1915. — № 6. — № 7. — С. 45–51.
9. *Боголепов М. А.* Возмущения климата и жизнь земли и народов. — Берлин: Springer Verlag. — 1923. — 24 с.
10. *Герасимов И. П., Марков К. К.* Ледниковый период на территории СССР. — Москва: Изд-во АН СССР, 1939. — 462 с.
11. *Берг Л. С.* Некоторые соображения о послеледниковых изменениях климата и о лесостепье // Вопросы географии. — 1950. — Сб. 23. — С. 16–25.
12. *Брукс К.* Климаты прошлого. — Москва: Изд-во Иностран. лит. — 1952. — 348 с.
13. *Рухин Л. Б.* Климаты прошлого // Известия ВГО. — 1955. — Вып. 2. — С. 46–56.

14. Веклич М. Ф. Основы палеоландшафтоведения. — Киев: Наукова думка, 1990. — 190 с.
15. Bell L. G. Ice Age mystery: a proposed theory for the cause of long term climate change // Theor. Appl. Climatology. — 2003. — Vol. 74. — P. 235–324.
16. Монин А. С., Шишков Ю. А. История климата. — Л.: Гидрометеоиздат, 1974. — 407 с.
17. Будыко М. И. Климат в прошлом и будущем. — Ленинград : Гидрометеоиздат, 1980.—350 с.
18. Гросвальд М. Г. Покровные ледники континентальных шельфов. — Москва: Наука 1983. — 216 с.
19. Шулейкин В. В. Физика моря. — Москва: Наука. — 1968. — 1083 с.
20. Milancovich M. Mathematische klimasch und astronomische theorie der klimathwankungen Hanab. der Klimat. — Bd. I. — Tail A. — Berlin: Springer Verlag, 1930. — 270 p.
21. Walker G. T., Bliss E. W. World weather, meteorology stage V // Royal Meteorology Society. — 1932. — V. 4. — № 36. — P. 53–84.
22. [http://www.esrl.noaa.gov/data/climateindices/list/ for info](http://www.esrl.noaa.gov/data/climateindices/list/)
23. <http://www.tutiempo.net/en/Climate>
24. Rapp, D. Ice Ages and Interglacials. Measurments, Interpretation and Models. — Springer, UK, 2009. — 263 p.

Стаття надійшла до редакції 4.09.2012

Холопцев А. В.

Севастопольский нац. технич. университет,
кафедра практической экологии и охраны труда,
ул. Гоголя, 14, Севастополь-53, 99053, Украина

Резюме

Установлено, что одной из вероятных причин завершения Поздне-Вюрмского оледенения (Вюрм-II) являлось существенное повышение поверхностных температур вод тропической зоны Северной Атлантики, обусловленное снижением интенсивности ее водообмена с Южной Атлантикой, в период, когда годовой приток солнечной радиации в Северное полушарие был на 7% больше чем в Южное.

Ключевые слова: Атлантика, теплообмен, оледенение, водообмен, климат, потепление, океанические течения, Северо-Атлантическое колебание.

Kholoptsev A. V.

Practical Ecology and Trade Defence,
National Technical Univer. Of Sevastopol,
14, Gogol Str., Sevastopol-53, Ukraine

Abstract

It is established that one of the probable causes of the completion of the Late-Vurm glaciation II was a significant increase in surface water temperatures of the North Atlantic Ocean, due to lower the intensity of its changing with the South Atlantic Ocean, in the period when the annual inflow of solar radiation in the Northern hemisphere was 7% more than in the South hemisphere.

Key Words: Atlantic Ocean, heat-changing, glaciation, water-interchange, climate, warm-snap, oceanic currents, North-Atlantic Oscillation.