

Н. О. Приходько

аспірантка III року навчання, ОР Доктор філософії

спеціальність **Е4 «Науки про Землю»**

ОП «Гідрометеорологія»

науковий керівник: **І. А. Хоменко**

канд.геогр.наук, доцент кафедри метеорології та кліматології

ГЕНЕРАЦІЯ І ПІДТРИМАННЯ ХВИЛЬ ТЕПЛА НАД ТЕРИТОРІЄЮ УКРАЇНИ

Актуальність дослідження: Хвилі тепла зі стійкими екстремально високими температурами, які мають катастрофічні наслідки для здоров'я людей, економіки та екосистем, відбуваються все частіше в останні десятиліття. Через глобальне потепління ймовірність таких хвиль тепла надалі тільки зростатиме, тому для зменшення впливу майбутніх хвиль тепла є необхідним всебічне дослідження фізичних механізмів, які зумовлюють виникнення і підтримання аномально спекотної погоди.

Метою роботи є виявлення великомасштабних умов і циркуляційних аномалій, які сприяли встановленню і підтриманню аномально спекотної погоди над територією України.

Результати досліджень та їх аналіз. Для виявлення процесу блокування було використано (1) поля висоти геопотенціала на ізобаричній поверхні 500 гПа NCEP/NCAR за строк 00 і 12 СВЧ [1] і (2) поля осереднених за період існування хвилі тепла значень температури на рівні 2 м, атмосферного тиску на рівні моря, геопотенціальної висоти 500 гПа, зональної швидкості вітру і відносної вологості [2] у вузлах регулярної широтно-довготної сітки розділенням 2,5°x2,5° для території, обмеженої 30 і 85°півн.ш. та 0 і 60°сх.д.

Для повітряних часток було побудовано зворотні траєкторії за допомогою онлайн-моделі NOAA HYSPLIT Trajectory Model [3].

Виявлення атмосферного блокінгу здійснювалося за стандартним алгоритмом, запропонованим Тібальді-Мольтені [6] і модифікованим в роботі Тріга [7].

За період з 1961 по 2019 рр. було виявлено 11 випадків мега-хвиль тепла. Найпотужнішими хвилями тепла вважались епізоди з середнім значенням індексу HWMId (запропонований в роботі [4]) більшим за порогове значення 15 і максимальним – за 20.

В полі Тібальді-Мольтені добре була виражена найпотужніша з усіх хвиль тепла – випадок 2010 р., що вказує на атмосферне блокування, яке розвилось внаслідок обвалення хвилі Росбі. Інші випадки гірше виявлялись в полі критерію Тібальді-Мольтені.

Хвилі тепла зазвичай реалізуються при додатних аномаліях поля тиску біля поверхні землі і на висоті 500 гПа в добре розвинених гребенях і

відрогах, а низхідні рухи, які дуже часто мають місце в антициклональному полі, підсилюють таку антициклональну циркуляцію і посушливу аномально спекотну погоду, оскільки, опускання повітря сприяє встановленню ясної погоди і адіабатичному нагріванню, а, отже, підвищенню температури, зниженню відносної вологості і зменшенню вентиляції.

Найчастіше антициклони, які викликають інтенсивні хвилі тепла, формуються в гребнях, які поширюються від Азорського максимуму, а повітря надходить з акваторії Атлантики або Північної Африки.

Для більшості випадків характерне зменшення швидкості вітру і наявність інверсій температури, що додатково підсилювало ефект нагрівання прилежового шару атмосфери. У ряді випадків фіксувалося тривале збереження умов блокування, що вказує на стійкість синоптичної ситуації та складність її руйнування стандартними механізмами атмосферної циркуляції.

Всі хвилі тепла були досить добре вираженими у перерізах уздовж довготи, і уздовж широти: додатні аномалії температури охоплювали всю товщу тропосфери до 300 гПа, найбільші аномалії, зазвичай, концентрувались в нижній тропосфері до 700 гПа.

В усіх випадках в області антициклону або баричного гребеню, де спостерігаються додатні аномалії температури, мають місце додатні аномалії геопотенціалу, які сягають іноді досить високих значень. Найбільші аномалії геопотенціалу під час хвиль тепла мають місце у верхній тропосфері і нижній стратосфері і їх значення коливаються в межах від 60 до 200 геоп.м.

В даній роботі до кожного епізоду з мега-хвилею тепла застосовано класифікацію хвиль тепла, запропоновану в роботі [5], який було виконано на основі аналізу поля тиску на рівні моря, поля адвекції температури на рівні 850 гПа і положення струминної течії на рівні 300 гПа.

Згідно з цією класифікацією всі одинадцять випадків було класифіковано за двома типами, а саме: радіаційно-адвективний, в якому найважливішу роль відіграє радіаційний фактор, і адвективно-радіаційний, в якому найбільшу роль відіграє адвективний чинник [5]. Більшість хвиль тепла (10 епізодів) належить до радіаційно-адвективного типу, що вказує на те, що в формуванні аномально спекотної погоди, найчастіше більшу роль відіграє радіаційний фактор. Радіаційно-адвективний тип зазвичай пов'язаний зі зрілим антициклоном, який простежується до верхніх шарів атмосфери і якому на рівні 300 гПа відповідає добре розвинена хвиля Россбі, а струминна течія орієнтована з південного заходу на північний схід Європи, якщо має місце другий підтип. Всі досліджувані мега-хвилі тепла цього типу було віднесено до підтипу з антициклональною траєкторією повітряних частинок, що вказує на формування відсіченого антициклону в хвилі Россбі.

Лише один з епізодів було віднесено до адвективно-радіаційного типу, хвилю тепла з 25 липня по 7 серпня 2012 року, коли спостерігалась адвекція теплого повітря на рівні 850 гПа з Північної Африки, а біля поверхні землі повітря надходило з півострова Малої Азії і Кавказьких гір. Цей випадок відноситься до другого підтипу, який характеризується місцем зародження повітряних частинок над Північно-Західною Африкою/Південно-Західною Європою.

Висновки. Найінтенсивніші хвилі тепла в Україні та суміжних регіонах формуються в умовах стійкого атмосферного блокування. У таких випадках простежується добре виражена антициклональна циркуляція, яка сприяє накопиченню тепла у всій тропосфері. Однак не всі хвилі тепла супроводжуються класичними ознаками блокування, що свідчить про існування альтернативних механізмів формування аномальної спеки, зокрема – локального прогріву та короткотривалих хвиль Россбі.

У більшості проаналізованих випадків хвилі тепла були пов'язані з гребенями або відрогами Азорського антициклону, які проникали далеко на схід Європи. Ці баричні утворення формували сприятливі умови для радіаційного прогріву та адвекції теплого повітря. Це підтверджує ключову роль великомасштабної циркуляції в генерації мега-хвиль тепла.

Тип хвилі тепла – радіаційно-адвективний чи адвективно-радіаційний – визначається переважно типом повітряної маси, напрямком її надходження, а також наявністю локального прогріву. Переважання радіаційно-адвективного типу в Україні вказує на вагомість стабільного антициклону та умов безхмарної погоди як чинників екстремального нагрівання приземного шару.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. <https://www.esrl.noaa.gov/psd/>
2. <https://psl.noaa.gov/data/composites/day/>
3. <https://psl.noaa.gov/data/atmoswrit/trajtool/>
4. Russo S., J. Sillmann and E.M. Fischer, 2015, Top ten European heatwaves since 1950 and their occurrence in the coming decades. Environ. Res. Lett.10, 124003
5. Sfîcă, Lucian, Adina-Eliza Croitoru, Iulian Iordache, and Antoniu-Flavius Ciupertea. 2017. "Synoptic Conditions Generating Heat Waves and Warm Spells in Romania" Atmosphere 8, no. 3: 50. <https://doi.org/10.3390/atmos8030050>.
6. Tibaldi S. and F. Molteni, 1990, On the operational predictability of blocking. Tellus, 42A, 343-365
7. Trigo R. M., I. F. Trigo, C. C. DaCamara and T. J. Osborn, 2004, Climate impact of the European winter blocking episodes from the NCEP/NCAR Reanalyses. Climate Dynamics (2004) 23: 17–28.