Для заказа доставки данной работы воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>

Одеський державний екологічний університет

Хаджи-Страті Олена Дмитрівна

## УДК 551.555.9

### Струминні течії нижніх рівнів у полях

**підвищеного тиску в холодний період**

11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія

### Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата географічних наук

###### Одеса – 2005

###### Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Одеському державному екологічному університеті

Міністерства освіти і науки України.

**Науковий керівник:**

кандидат географічних наук, доцент

Івус Галина Петрівна,

Одеський державний екологічний університет,

завідувач кафедрою теоретичної метеорології та

метеорологічних прогнозів

**Офіційні опоненти:**

доктор географічних наук, професор

Польовий Анатолій Миколайович,

Одеський державний екологічний університет,

завідувач кафедрою агрометеорології та

агрометеорологічних прогнозів;

кандидат географічних наук

Кульбіда Микола Іванович,

Український гідрометеорологічний центр, начальник

**Провідна установа:**

#### Київський національний університет

#### імені Тараса Шевченка,

#### географічний факультет,

#### кафедра метеорології і кліматології, м. Київ

Захист відбудеться “ 13 ” жовтня 2005 р. о 13.30 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 41.090.01 в Одеському державному екологічному університеті за адресою: 65016, м. Одеса-16, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Одеського державного екологічного університету за адресою: 65016, м. Одеса-16, вул. Львівська, 15, ОДЕКУ.

Автореферат розісланий “ 07 ” вересня 2005 р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради Чугай А.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Умови, при яких виникає сильний вітер у нижньому шарі тропосфери, небезпечні в першу чергу для роботи авіації через підвищені навантаження на літаючий апарат під час зльоту та посадки. Крім того, струменеподібні посилення вітру в граничному шарі атмосфери завдають значної шкоди різним галузям народного господарства та супроводжуються аномальними атмосферними явищами.

Ріст швидкості вітру при ясній антициклонічній погоді можна пояснити енергетичною перебудовою в синоптичному процесі, що призводить до істотної зміни погодних умов на великому просторі та, згідно з дослідженнями Блинової О.М., Єфімова В.А., Степаненко С.М., Шакіної Н.П., є предиктором макромасштабних синоптичних перетворень, які змінюють фізичну основу поточного процесу. Проблемі аналізу причин виявлення аномальних явищ у загальній течії великомасштабних синоптичних процесів дотепер не приділялося достатньої уваги, тому дана робота може служити початком дослідження взаємозв'язку макро- та мезомасштабних процесів з метою прогнозу як самих аномальних атмосферних явищ, так і змін у великомасштабних синоптичних процесах.

**Зв'язок дисертації з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертаційної роботи відповідає основним напрямкам наукової діяльності кафедри теоретичної метеорології та метеорологічних прогнозів Одеського державного екологічного університету і виконується в складі держбюджетних науково-дослідних робіт “Дослідження аномальних атмосферних процесів в Україні”, № ДР 0199U001139 та “Моделювання аномальних атмосферних процесів в Україні”, розділ “Ідентифікація та моделювання мезомасштабних вітрових аномалій”, № ДР 0104U000291.

**Мета і задачі дослідження.** Метою дисертаційної роботи є знаходження надійних предикторів для прогнозу мезомасштабних вітрових аномальних течій в антициклонічних циркуляціях зимового періоду, які, в свою чергу, можуть бути предикторами глобальних перебудов у синоптичному процесі.

Основні задачі наукового дослідження:

* виявити головні синоптико-кліматичні особливості атмосферних процесів, які безпосередньо впливають на формування погодних умов над Україною;
* встановити вплив фізико-географічного фактора на статистичні та динамічні характеристики струминних течій нижніх рівнів (СТНР) над Україною;
* створити інформаційну базу для моделювання низькотропосферних струменів на основі даних, доступних у практиці синоптичного аналізу;
* здійснити фізико-математичне моделювання вітрових аномальних мезомасштабних потоків, визначення їх інтенсивності та місць локалізації.

*Об'єкт дослідження* – температурно-вітровий режим нижнього трикілометрового шару атмосфери над територією України при різних циркуляційних умовах.

*Предмет дослідження* – струменеподібні вітрові течії у граничному шарі атмосфери в полях підвищеного тиску.

*Методи дослідження* – синоптико-кліматичний аналіз; фізико-статистичний аналіз; просторово-часове узагальнення даних; математичне моделювання та чисельний експеримент.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертаційній роботі вперше:

* проведено фізико-статистичне дослідження струминних течій нижніх рівнів над Україною в полях підвищеного тиску в холодний період з використанням великого обсягу матеріалу за 25 років;
* виконано аналіз фізики гребеневих вторгнень на Європейську територію за даними синоптико-динамічного аналізу;
* дано пояснення виходу гребенів антициклонів на територію Східної Європи за рахунок внеску характеристик густини повітря;
* введено визначення поняття блокування та пов'язаних із ним синоптичних перебудов на основі термодинаміки та хвильової механіки, а не лише синоптичного аналізу атмосферних процесів;
* виділено основні типи циркуляційних процесів при виникненні тривалих та інтенсивних струминних течій у нижній тропосфері та аномальних атмосферних явищ над територією України;
* виконано моделювання низькотропосферних струменів у полях підвищеного тиску з урахуванням механізму солітонних коливань;
* отримано предиктори аномальних атмосферних явищ у вигляді посилених низькотропосферних струминних вітрів, які зі свого боку також служать індикаторами перебудови глобального процесу;
* запропоновано моделювання вертикального профілю швидкості вітру та температури при СТНР на матеріалах з високою просторово-часовою дискретністю та розроблено методику, яка може бути використана для оперативного впровадження.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає в тому, що вони складають наукову основу для побудови методик діагнозу та прогнозу струминних течій нижніх рівнів і можуть бути використані:

* для поліпшення якості прогнозів та штормових оповіщень про атмосферні явища, які є небезпечними для авіації та інших галузей народного господарства ;
* при складанні довгострокових прогнозів завдяки можливості виявлення нових предикторів довгоперіодних (понад 5–7 діб) перебудов у глобальному процесі, що являє цінність, в першу чергу, для сільського господарства;
* для виявлення додаткових предикторів при прогнозуванні аномальних явищ, які складно визначити у фоновому прогнозі, що є цінним додатковим засобом у загальній службі прогнозів, особливо при телескопізації глобальних прогнозів на конкретний географічний регіон, в якому на хід мезопроцессів впливають ландшафтні та інші особливості;
* при прогнозах рівня забруднення повітря і забезпечення безпеки населення у випадках техногенних та природних катастроф.

Отримані в дисертації наукові результати впроваджені в навчальні дисципліни «Авіаційна метеорологія», «Синоптична метеорологія», «Спеціалізовані прогнози погоди», «Аномальні погодні умови», «Стихійні метеорологічні явища в Україні».

**Особистий внесок здобувача** полягає в тому, що автором:

* проведено фізико-статистичний аналіз характеристик струминних течій нижніх рівнів над Україною в полях підвищеного тиску за холодні періоди з 1975 по 2005 рр. з використанням даних радіозондування та приземних синоптичних карт, карт баричної топографії (АТ–925, 850, 700, 500, ОТ–500/1000), карт максимального вітру, даних метеорологічних радіолокаторів (МРЛ), супутникових знімків та щоденників погоди;
* виявлено типові синоптичні ситуації, при яких формуються найбільш небезпечні низькі струмені та супроводжуючі їх аномальні погодні явища;
* використано комплекс відомих з інших областей методів фізико-математичного аналізу стосовно явища виникнення струменів у нижньому шарі атмосфери та доведено їх зв'язок із низкою процесів глобального масштабу;
* проведено чисельні експерименти, верифікація яких заснована на конкретних даних аномального процесу, а також на логічному аналізі фізико-географічної основи прояву зазначених аномалій у конкретних ландшафтних зонах України та суміжних територій;
* виявлено предиктори для прогнозу струминних течій нижніх рівнів у зимових антициклонічних циркуляціях.

У наукових працях, опублікованих здобувачем спільно з керівником, керівнику належить постановка наукової задачі й узагальнення результатів, а дисертанту практична реалізація проекту [2, 3, 5, 8]. У публікаціях [4, 6, 7, 9, 10, 14] авторський внесок полягає у зборі, систематизації та аналізі різноманітної метеорологічної та аэросиноптичної інформації, що висвітлює різні аспекти формування і розвитку струминних течій нижніх рівнів. У роботах [1, 11–13, 15, 16] автору належить постановка наукової задачі та узагальнення результатів.

**Апробація результатів дисертації.** Основні результати роботи були представлені на наукових конференціях ОДЕКУ (2000 – 2005 рр.), на нараді-семінарі “Обмін досвідом гідрометеорологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва України в сучасних умовах” (Ялта, жовтень 2001 р.); на науково-практичній конференції “Перспективи розвитку науково-практичного забезпечення та ефективності використання гідрометеорологічної інформації в галузях національної економіки” (Київ, листопад 2001 р.); на IV міжнародній науково-технічній конференції “АВІА-2002” (Київ, квітень 2002 р.); на міжнародній конференції “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища-2002” (Одеса, вересень 2002 р.); на нараді-семінарі синоптиків з “Метеорологічного забезпечення галузей народного господарства України” (Київ, листопад 2002 р.); на нараді-семінарі з “Гідрометеорологічного забезпечення морських галузей господарства” (Одеса, червень 2003 р.); на нараді-семінарі з “Питань стану й удосконалення метеорологічного забезпечення споживачів усіх рівнів” (Київ, травень 2004 р.), на науково-технічній конференції “Наукових та науково-педагогічних працівників ОДЕКУ” (Одеса, січень 2005 р).

**Публікації.** Основні результати дисертації опубліковані в 16 наукових працях, 5 із них у виданнях, що входять у відповідний перелік ВАК України.

**Структура й обсяг роботи.** Повний обсяг дисертації становить 195 сторінок, містить 46 рисунків та 12 таблиць, складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (171 найменування) і трьох додатків на 33 сторінках.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовуються актуальність, наукове та практичне значення роботи, формулюються мета і задачі дослідження, викладаються основні положення та наукові результати, що виносяться на захист.

**У першому розділі** наводиться огляд сучасного стану дослідження струминних течій нижніх рівнів та атмосферної циркуляції над Європейською територією; визначаються основні напрямки авторських розробок.

Дослідження багатьох вчених, зокрема Бурмана Е.А., Воронцова П.А., Глазунова В.Г., Івус Г.П., Ківганова А.Ф., Мастерських М.А., Проха Л.З., Снітковського А.І., Вагнера А., Блакейдера А.К., Клозе Б., Сволінськи М., свідчать про те, що струминні течії нижніх рівнів спостерігаються при будь-якому типі атмосферної циркуляції та різноманітному фоні метеорологічних величин. Рідкість виникнення низьких струменів, дискретність мережі зондування та частоти спостережень обмежують можливості їх докладного вивчення. На сьогодні існує дуже мало відомостей про характеристики низькотропосферних струменів у полях підвищеного тиску і, тим паче, в антициклонах різних типів.

У працях Багрова Н.А., Блинової О.М., Гірса О.О., Каца А.Л., Кондратовича К.В., Мартазінової В.Ф., Педя Д.А., Россбі К.Г., Гаурвіца Б. доведено, що антициклогенез над Східною Європою можливий при трьох (W, C, E) формах атмосферної циркуляції, які відрізняються за полем тиску, походженням гребеневої структури та характером хвильового процесу. У роботі вперше дається пояснення процесу виходу гребеневих структур на територію Східної Європи за рахунок зміни характеристик густини повітря. Погодні умови над Україною істотно залежать від генезису та структури блокуючих процесів, при ідентифікації яких необхідний як детальний синоптичний аналіз, так і дослідження хвильових та термодинамічних умов їх виникнення та розвитку. У роботі пропонується з урахуванням хвильової механіки, визначати блокуючий гребінь як довгоперіодну відокремлену хвилю, що носить назву солітона Россбі і не вступає в енергетичну взаємодію з іншими хвилями при своєму тривалому існуваннні. Солітон містить у собі не тільки гребінь, але й блокований процес у вигляді циклону з фронтальними системами та може бути описаний моделлю хвильового процесу типу солітон.

**В другому розділі** представлений аналіз температурно-вітрового режиму та циркуляційних характеристик атмосфери при низьких струменях над Україною. Дослідження виконано на основі даних радіозондування атмосфери над Києвом, Кривим Рогом, Львовом, Одесою, Сімферополем, Ужгородом, Харковом, Чернівцями та Шепітівкою. За холодні періоди з 1975 по 1989 рр. у розпорядженні автора були дані 4–разових (00, 06, 12, 18 СГЧ) спостережень, з 1990 по 1995 рр. – 2-разових (00, 12 СГЧ) та з 1996 по 2000 рр. – одноразових (00 СГЧ). В окремих випадках залучалися дані радіозондування атмосфери над Кишиневом, Москвою, Смоленськом, Курськом, Ростовом-на-Дону, Мінськом, Брестом, Гомелем, Новоросійськом, Краснодаром, Тбілісі, Сухумі, Батумі, а також дані метеорологічних радіолокаторів, нефаналізу та щоденників погоди. Для перевірки результатів дослідження на статистично незалежному матеріалі була створена контрольна вибірка на основі даних радіозондування атмосфери за холодні періоди з 2000 по 2005 рр. над Україною. Для аналізу фізики гребеневих вторгнень на територію Східної Європи детально досліджені синоптико-динамічні процеси, що протікають над Атлантико-Європейським регіоном та Азіатським континентом до 80о схід.д., з використанням щоденних приземних карт погоди та карт баричної топографії за період з 1975 по 2005 рр.

За холодні сезони з 1975 по 2000 рр. розглянуто 144600 випадків радіозондування над Україною, у 9820 з яких виявлені струминні течії нижніх рівнів. Аналіз умов виникнення струменеподібних посилень вітру показав, що 68% низьких струменів формується в циклонах, 22% – в антициклонах, 9% – у перехідних зонах між високим і низьким тиском, 1% – у малоградієнтних полях підвищеного та пониженого тиску. Таким чином, за період дослідження в антициклонах зареєстровано 2160 низьких струменів над Україною.

У роботі вперше проведено детальне дослідження повторюваності струминних течій нижніх рівнів та їх характеристик при різних типах антициклонічних процесів із урахуванням фізико-географічних особливостей території України. Дані табл. 1 свідчать про те, що структурні параметри низьких струменів змінюються в залежності від рельєфу місцевості. Найнижчі, найтонші і найслабші струмені формуються в умовах низького рельєфу, а найвищі, найпотужніші та найбільш інтенсивні – у передгір'ї Карпат і на узвишшях. Незважаючи на те, що модальні значення швидкості вітру на осях антициклонічних струменів в Одесі та Сімферополі невеликі та складають 18 мс-1, саме тут, у районах зі складним рельєфом, формуються найбільш інтенсивні струмені зі швидкостями 41 та 38 мс-1, відповідно.

Таблиця 1

Параметри струминних течій нижніх рівнів

в антициклонах над Україною в холодні періоди з 1975 по 2000 рр.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Станція | Найбільш ймовірні значення | Максимальна швидкість на осі струменя,*V* max , мс-1 |
| Потужність струменя,, м | Висота осі струменя,, м | Швидкість на осі струменя,, мс-1 |
|
| Київ  | 450 | 600 | 18 | 34 |
| Кривий Ріг  | 350 | 300 | 16 | 30 |
| Львів  | 450 | 700 | 19 | 36 |
| Одеса  | 400 | 500 | 18 | 41 |
| Сімферополь | 500 | 600 | 18 | 38 |
| Ужгород | 550 | 900 | 17 | 28 |
| Харків  | 500 | 600 | 17 | 32 |
| Чернівці | 400 | 700 | 18 | 31 |
| Шепетівка | 600 | 800 | 19 | 33 |

Частота виникнення низьких струминних течій залежить від швидкості та напрямку переміщення баричних утворень, в яких вони виникають. Найбільша кількість струменів (55%) формується в транзитних антициклонах (табл. 2), однак термін їх існування малий. Струмені, які утворюються у малорухомих і блокуючих антициклонах, найбільш тривалі та значно впливають на погодні умови в Україні. Повторюваність СТНР та їх параметри також істотно залежать від рельєфу, типу і частини баричного утворення, в якій вони виникають.

Струминні течії нижніх рівнів в антициклонах супроводжуються зсувами вітру різної інтенсивності, частіше за все – слабкими та помірними. Найбільш інтенсивні зсуви вітру при струминних течіях формуються в транзитних західних і північно-західних антициклонах нижче осі струменя.

Таблиця 2

Повторюваність (%) струминних течій нижніх рівнів

в антициклонах над Україною в холодні періоди 1975 – 2000 рр.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Типибаричнихутворень | Західна траєкторія | Північно-за­хідна траєкторія | Східна траєкторія | Окремі анти-циклони | Повто-рюва-ність |
| Транзитні |  25 |  28 | 2 | - | 55 |
| Малорухомі |  15 | 3 | 6 | 2 | 26 |
| Блокуючі | 2 | 3 | 6 | - | 11 |
| Антициклони, які руйнуються | 1 | 1 | 1 | - |  3 |
| Смуга підвищеного тиску | 1 | 1 | 1 | - |  3 |
| Одноденні | - | - | - | 2 |  2 |
| Всього  |  44 |  36 |  16 | 4 |  100 |

Антициклонічні умови сприяють формуванню затримуючих шарів, які можуть бути адвективного чи радіаційного походження. Також над територією України і Північного Причорномор'я можливе утворення інверсій в антициклонах під впливом орографії. При бароклинній перебудові процесів у гребенях на енергетично незалежний хвильовий процес виникають інверсії «солітонного» типу. Низькі струмені в антициклонах у 75% випадків узимку супроводжуються затримуючими шарами. Їх повторюваність у значній мірі залежить від типу та частини антициклону, а також від фізико-географічних умов. Найбільш потужні та високі інверсії відзначаються над Українськими Карпатами, а найбільш тонкі та низькі – у районах зі зниженим рельєфом.

Багато дослідників, серед яких такі як Новожилов Н.І., Шакіна Н.П., Крук Н.А. та ін, вважають, що одним з основних процесів утворення струменів є хвильовий рух в нижній атмосфері.Сприятливими для присутності СТНР є умови, при яких значення числа Річардсона (Ri) мають бути більше критичного (Ri > 25), але не занадто великим, тому що нейтральні хвилі можуть існувати у стійко стратифікованому шарі з великими зсувами вітру. В роботі проаналізовано гідродинамічний стан нижнього шару атмосфери при струменях в полях підвищеного тиску. Наприклад, для випадку довготривалого струменю, який зберігався над Сімферополем протягом 102 годин у лютому 1979 р., найбільші значення швидкості вітру на осі струменя сформувалися на тлі стійкої стратифікації та значних зсувів вітру (від 8 до 19 мс-1/100 м). Також у січні 2001 р. над Сімферополем, Одесою, Львовом та Шепетівкою СТНР спостерігалися при найбільш сприятливих гідродинамічних умовах, коли число Ri незначно перевищувало критичне на рівні струменя. Шар найбільшої турбулентності присутній в межах струминної течії, а вище значення числа Річардсона стають більшими і турбулентність слабшає.

Відомо, що затримуючі шари в атмосфері, які часто виникають при наявності низьких струменів, призводять до ослаблення вертикального перемішування і в значній мірі сприяють накопиченню шкідливих домішок, а також самі струминні течії переносять забруднюючі речовини на велику відстань. В роботі розраховано потік енергії за формулою , де  – густина повітря, *V* – швидкість вітру, *S* – площа поперечного перерізу, *t*  – час.

Енергетичні характеристики отримано для періодів 1 та 6 годин, який є найбільш характерним терміном існування струминних течій нижніх рівнів. У випадках, коли присутні низькі струмені, значення потоку енергії найбільше. Наприклад, у Львові та Шепетівці 24.01.2001 р., де швидкість на осі струменя дорівнює 19 мс-1, він досягає 25,7 кДж/6 годин. При значеннях швидкості 15 мс-1 Е = 12,6 кДж/6 годин. При слабкому вітрі, коли струмені відсутні, потік енергії малий. Енергетичні характеристики потоку при наявності низькотропосферних струменів дозволяють визначити відстань, на яку переносяться шкідливі домішки та врахувати зміни вітрового режиму атмосфери, який значно впливає на стан ґрунту та може призвести до його ерозії.

**У третьому розділі** представлена методика математичного моделювання низькотропосферних струминних течій у полях підвищеного тиску. Приведено методику побудови полів функції течії та вертикальних профілів температурно-вітрових характеристик нижньої тропосфери при струминних течіях.

На підставі аналізу умов утворення низькотропосферних струменів у холодні періоди з 1975 по 2000 рр. виявлені три основних типи циркуляційних процесів, при яких антициклонічні струмені найбільш тривалі та супроводжуються несприятливими погодними явищами над Україною. По-перше, це блокування траєкторій південних циклонів гребенем азіатського антициклону; по-друге, – ультраполярне вторгнення, яке виникає під впливом великого блоку сибірського антициклону та гребеня високого тиску від субтропічних широт; по-третє – формування сідловини в результаті вторгнення західних циклонів в антициклонічні циркуляції.

Для більш точного визначення типу процесу синоптичний аналіз доповнено модельною параметризацією, яка отримана з рівняння балансу, запропонованого Бай Ши-и, що дозволяє побудувати поля функції течії при різних циркуляційних умовах:

, (1)

де  – параметр Кориоліса;

 – функція течії;

 – потенціал швидкості, функція якого колінеарна функції геопотенціалу 925гПа;

*t*  – час;

вісь *x* спрямована уздовж осі гребеня;

*z* – вертикальна вісь.

На рис. 1 (а, в, д) зображені поля функції течії на поверхні 925 гПа для типових ситуацій формування антициклонічних струменів над Україною. Позитивні значення функції течії відповідають зонам циклонічного вихору, негативні – антициклонічного. Згущення ізоліній пропорційно модулю швидкості вітру, що відповідає його посиленню та утворенню струминних течій нижніх рівнів. Струмені в антициклонах можуть виникати, як з появою хвильових структур типу солітонів Россбі, так і в процесах безсолітонних перебудов за рахунок радіаційного вихолоджування земної поверхні та прилеглих шарів повітря в зимовий час. Для того, щоб перевірити чи є гребеневі структури типовими для солітонів Россбі, їх необхідно параметризувати N-солітонним рішенням рівняння Картвега-де-Фріза:

, (2)

де  – хвильовий вектор в координатах   .

 - апроксимаційні коефіцієнти;

вісі ,  спрямовані відповідно на північ вздовж осі гребеня та на схід;

 – хвильові числа для конструкції багатосолітонного рішення.

В результаті отримуємо декілька змінені ситуації на рис. 1 (б, г, е). У випадках блокування по типу солітона Россбі утворюються більш інтенсивні струминні течії, які самі по собі викликають значну загрозу, а також можуть призвести до низки небезпечних явищ погоди.

Математичне описання процесів, які протікають в атмосфері при струменеподібніх посиленнях вітру у граничному шарі, можна здійснити, використовуючи рівняння енергії:

, (3)

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| а) | б) |
| 10о схід.д. 60о півн.ш. 55о схід.д.10о схід.д. 40о півн.ш. 55о схід.д. | 10о схід.д. 60о півн.ш. 55о схід.д.10о схід.д. 40о півн.ш. 55о схід.д. |
| в) | г) |
| 10о схід.д. 60о півн.ш. 55о схід.д.10о схід.д. 40о півн.ш. 55о схід.д. | 10о схід.д. 60о півн.ш. 55о схід.д.10о схід.д. 40о півн.ш. 55о схід.д. |
| д) | е) |
| 10о схід.д. 60о півн.ш. 55о схід.д.10о схід.д. 40о півн.ш. 55о схід.д. | 10о схід.д. 60о півн.ш. 55о схід.д.10о схід.д. 40о півн.ш. 55о схід.д. |

Рис. 1. Функція течії на рівні 925 гПа для типової ситуації блокування

 південних циклонів (а, б), ультраполярного вторгнення (в, г)

 та формування сідловини (д, е) над територією України.

де  – густина повітря;

 – швидкість вздовж осі гребеня;

 – питома теплоємкість при постійному тиску;

 – температура;

 – об'ємна густина енергії випромінювання;

 і  – потоки випромінювання і схованої енергії.

Вирази в дужках у правій частині рівняння (3) переводяться в одиниці енергії (Дж) за допомогою коефіцієнтів турбулентного механічного  та теплового обмінів . Вологовміст повітря враховується за допомогою потоку випромінювання , який залежить від оптичної густини середовища. При хмарній погоді середовище приймається оптично товстим, при відсутності хмарності – оптично тонким.

Модель дозволяє ідентифікувати струмені за типом течій Куетта та Пуазейля. Перші утворюються між двома поверхнями, верхня з яких рухається зі швидкістю ведучого потоку та відповідає верхній границі шару 1000 – 700 гПа. Посилені струмені по типу течій Пуазейля здебільшого виникають на стадії кінцевого встановлення багатосолітонної структури в гребеневих відрогах від центрів дії атмосфери, або в самостійних антициклонах.

**У четвертому розділі** розглядаються результати чисельного експерименту на основі фактичних даних, а також представлені результати перевірки моделі на статистично незалежному матеріалі та пропонується використання наведеного в роботі математичного апарату для розв’язання прикладних задач.

Вибірки, для яких здійснено математичне моделювання у всіх трьох типах циркуляційних процесів за 25 років, є статистично значущі. Були виконані розрахунки для 48 випадків блокування траєкторій південних циклонів, 42 випадків ультраполярних вторгнень та 28 випадків формування сідловини, при яких виникають низькотропосферні струмені над Україною. При цьому місцеположення струменів співпадає з зонами найбільшого згущення ліній функції течії на рівні 925 гПа, та відхилення розрахункових значень від фактичних складає 3 мс-1 та 100 м при першому типі процесів, 3 мс-1 та 200 м – при другому і 2 мс-1 та 200 м – при третьому.

Як приклад приведемо результати математичного моделювання довготривалого струменя, який сформувався на периферії великого малорухомого антициклону в період з 16 по 21 лютого 1979 р., коли над усією територією України та прилеглих регіонів Росії, Білорусі та Молдови відзначаються низькотропосферні струминні течії. За допомогою чисельного моделювання отримано поля функції течії на поверхні 925 гПа для території, яка розташована між 40 і 60о півн.ш. та 10 і 55о схід.д., із часовим кроком, що дорівнює 6 годинам. Для кожного з фіксованих моментів часу побудовано вертикальні профілі швидкості та температури в межах граничного шару атмосфери. Розрахункові та фактичні значення добре узгоджуються між собою, про свідчить аналіз рис. 2. У Сімферополі середовище задається оптично товстим, оскільки там відзначається хмарна погода, а в Ростові-на-Дону хмарність незначна, тому середовище приймається оптично тонким. У Сімферополі струмінь присутній на висоті 700 м, що також отримано і за результатами чисельного експерименту.

(а)

(б)

Рис. 2. Розрахункові (1,3) і фактичні (2,4) вертикальні профілі

швидкості вітру (а) та температури (б) 19.02.1979 р., 06 СГЧ:

1, 2 – Сімферополь; 3, 4 – Ростов-на-Дону.

Результати чисельного моделювання, проведеного на статистично незалежному матеріалі, який отримано на базі вибірки, яка складена за даними радіозондування атмосфери в холодні сезони 2000 – 2005 рр., також дали позитивні результати. За розглянутий період виявлено 11 випадків блокування південних циклонів на територію України гребенем азіатського антициклону, 12 випадків ультраполярного вторгнення і 4 випадки формування сідловини. При цьому відхилення розрахункових значень швидкості вітру на осі струменя та її висоти від фактичних складає 3 мс-1 та 200 м при першому типі процесів, 4 мс-1 та 200 м – при другому і 3 мс-1 та 300 м – при третьому.

Слід зазначити, що синоптичні умови, які призводять до небезпечних явищ погоди над Україною при струменеподібних посиленнях вітру в нижньому 1,5-кілометровому шарі атмосфери, зазвичай виникають при блокуваннях по типу солітону Россбі та існують довгий час, що сприяє тривалому збереженню аномалій. Такі циркуляційні процеси викликають лісові вітровали, шквали, смерчі, грози, пилові бурі, заметілі у зимовий період, заморозки у перехідні сезони, посухи та суховії у літню пору. У роботі застосовано модель для вирішення прикладних задач, таких як моделювання орографічного низькотропосферного струменя у випадку катастрофічної Новоросійської бори 15 – 18 грудня 1997 р. та моделювання струминних течій нижніх рівнів при суховійно-посушливих явищах у 1999 р., який був дуже небезпечним для сільського господарства. Район формування низьких струменів, виявлений за допомогою чисельного експерименту, відповідає їх фактичному розташуванню. Розрахункові значення швидкості вітру на осі струменя при борі менш ніж реальні на 5 мс-1, а при посухах – перевищують фактичні на 4 мс-1. Висота осі струменя більше фактичної на 100 м у першому випадку і на 300 м у другому.

Таким чином, модель дозволяє описати сутність процесів, які відбуваються у граничному шарі атмосфери, у тому числі: блокування, наявність інверсійної стратифікації та підінверсійних струминних течій нижніх рівнів. Можливість визначення за допомогою чисельних розрахунків району, над яким виникають низькі струмені, особливо важлива у теперішній час, коли кількість пунктів зондування та частота випуску радіозондів значно знизилися. Запропонована методика може бути взята до уваги при прогнозуванні струминних течій нижніх рівнів та пов'язаних із ними небезпечних явищ.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та здійснено нове рішення наукової задачі, що полягає в комплексному дослідженні струменеподібних посилень вітру в полях підвищеного тиску в холодний період року шляхом аналізу фізики процесу виникнення та розвитку струминних течій нижніх рівнів у різних фізико-географічних і синоптичних умовах, а також їх моделювання з метою діагнозу та прогнозу над територією України.

В результаті виконаної роботи можна зробити висновки:

1. Частіше за все антициклонічні процеси над територією Східної Європи виникають при Е-формі циркуляції, яка при короткочасному існуванні являє собою фазу хвильового процесу, котрий зміщується в зональному напрямку, а при тривалому існуванні здійснюється вихід на територію Східної Європи відрогів субтропічних або Азіатських антициклонів, що не відповідає зональному хвильовому процесу.
2. Повторюваність струминних течій нижніх рівнів та їх характеристики, за результатами спільного аналізу циркуляційних умов та даних радіозондування атмосфери за холодні періоди з 1975 по 2000 рр., істотно залежать від синоптичної ситуації та фізико-географічних особливостей території України. Повторюваність низькотропосферних струминних течій залежить від типу, швидкості та напрямку переміщення баричних утворень, в яких вони виникають. Найбільша кількість струменів приходиться на антициклони західної (44%) і північно-західної (36%) траєкторій. Найбільша кількість струменів (55%) формується в транзитних антициклонах, однак термін їх існування малий. Струмені, які виникають в малорухомих та блокуючих антициклонах, найбільш тривалі та значно впливають на погодні умови в Україні, хоча їх повторюваність декілька нижча і складає 26 та 11% відповідно.
3. Повторюваність струминних течій нижніх рівнів у різних частинах одного і того ж самого баричного утворення неоднакова. Найменша кількість струменів виникає в центрі антициклонів, що складає до 5%, а більш за все – на периферії, де їх частота коливається в широких межах від 10 до 64% в залежності від частини антициклону, його швидкості та напрямку переміщення, а також від фізико-географічних умов.
4. Над територією України низькі струмені в антициклонах у 75% випадків супроводжуються затримуючими шарами. Половина з них приходиться на північно-західні антициклони, по 21% – на західні та східні, 8% – на окремі. Найчастіше за все та найбільш потужні затримуючі шари формуються на південно-східній периферії північно-західних транзитних антициклонів, що складає 18%.
5. Виявлено три основних типи циркуляційних процесів, при яких струминні течії над Україною найбільш тривалі та супроводжуються несприятливими погодними умовами: блокування траєкторій південних циклонів гребенем азіатського антициклону; ультраполярне вторгнення, яке виникає під впливом блоку сибірського антициклону та гребеня високого тиску від субтропічних широт; формування сідловини в результаті вторгнення західних циклонів в антициклонічні циркуляції.
6. Запропонована в роботі модель дозволяє описати сутність процесів, які відбуваються у граничному шарі атмосфери, зокрема, блокування, утворення інверсійної стратифікації та підінверсійних струменів. На формування профілю вітру в граничному шарі, крім термічної стратифікації, істотно впливає оптична густина середовища, що залежить, у першу чергу, від хмарності. Модель дозволяє ідентифікувати низькі струмені за типом течій Куетта та Пуазейля. Солітони Россбі, які визначають основу блокування, задовільно описуються рівняннями Картвега-де-Фріза та синус-Гордона; відмінності в описанні їх тим чи іншим із вищевказаних рівнянь незначні. Енергетичною основою підтримки блокування солітонного типу, яке відбувається над Україною здебільшого в холодний період року, є процеси радіаційного вихолоджування земної поверхні з наступним поглинанням довгохвильової витратної радіації хмарністю в підінверсійних шарах.
7. Можливість визначення чисельним шляхом району, над яким можуть спостерігатися струминні течії нижніх рівнів, особливо важлива в теперішній час, коли кількість пунктів зондування та частота випуску радіозондів значно знизилися. Запропонована методика може бути взята до уваги при прогнозуванні низьких струменів та пов'язаних із ними небезпечних явищ.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ праць за темою дисертації**

1. Хаджи-Страти Е.Д. Особенности нижнетропосферного струйного течения в антициклоне над Украиной // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2000. – Вип. 40. – С. 45 – 51.
2. Ивус Г.П., Хаджи-Страти Е.Д. Подинверсионные струи в зимних антициклонических циркуляциях // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2001. – Вип. 41. – С. 137-141.
3. Ивус Г.П., Хаджи-Страти Е.Д. Аномальные струйные течения нижних уровней в антициклонах // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2001. – Вип. 43. – С. 83 – 89.
4. Лепеха І.Г., Хаджи-Страті О.Д., Івус Г.П., Ляшенко Г.В. Метеорологічні аспекти прогнозування посух та суховіїв // Метеорологія, кліматологія і гідрологія. – Вип. 45. – 2002. – С. 68 – 73.
5. Ефимов В.А. Ивус Г.П., Хаджи-Страти Е.Д. К вопросу об условиях возникновения струйных течений нижних уровней // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2002. – Вип. 46. – С. 90 – 94.
6. Хаджи-Страти Е.Д., Ивус Г.П. Нижнетропосферные струи в зимних антициклонических циркуляциях: ІІ наукова конференція молодих вчених ОГМІ. Тези доповідей. – Одеса: ОГМІ, 2001. – С. 16.
7. Івус Г.П., Ляшенко Г.В., Хаджи-Страті О.Д., Лепеха І.Г. Особливості формування посух при блокуючих процесах // Матеріали наради-семінару “Обмін досвідом гідрометеорологічного забезпечення сільськогосподарського виробництва України у сучасних умовах”, 15 – 20 жовтня 2001р, м. Ялта. – К., 2001. – С. 137 – 140.
8. Ефимов В.А., Ивус Г.П., Хаджи-Страти Е.Д. Влияние нижнетропосферных струй на безопасность полетов // Сучасні авіаційні технології: Секція “Аеродинаміка та динаміка польотів”: Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції “АВІА–2002”, 23 – 25 квітня 2002 р. – Т.3. – К.: НАУ, 2002. – С. 33.15 – 33.18.
9. Семергей-Чумаченко А.Б., Хаджи-Страти Е.Д. Новороссийская бора как частный случай орографической низкотропосферной струи // Тези міжнародної конференції “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002” – Одеса, 2002. – С. 87 – 88.
10. Хаджи-Страти Е.Д., Семергей-Чумаченко А.Б. Орографические низкотропосферные струи на примере новороссийской боры // Матеріали міжнародної конференції “Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002”. Ч.1. – Одеса, 2003. - С. 164 – 171.
11. Хаджи-Страти Е.Д. Особенности формирования антициклонических струйных течений нижних уровней зимой // ІІІ наукова конференція молодих вчених ОДЕКУ. Тези доповідей. – Одеса: ОДЕКУ, 2003. – С. 101 – 104.
12. Кириченко А.В., Хаджи-Страти Е.Д. Вертикальные сдвиги ветра при струях в нижней тропосфере // Студентська наукова конференція ОДЕКУ. Тези доповідей. – Одеса: ОДЕКУ, 2003. – С. 32 – 33.
13. Усик И.В., Хаджи-Страти Е.Д. Влияние вертикальных сдвигов ветра на взлет и посадку самолетов // Студентська наукова конференція ОДЕКУ. – Одеса: ОДЕКУ, 2003. – С. 30 – 31.
14. Хаджи-Страти Е.Д., Ивус Г.П. Струйные течения нижних уровней в гребневых структурах // Матеріали ІV наукової конференції молодих вчених ОДЕКУ. – Одеса: ОДЕКУ, 2004. – С. 115 – 117.
15. Паламарчук Ю.О., Ивус Г.П., Хаджи-Страти Е.Д. Антициклогенез Восточной Европы // Студентська наукова конференція ОДЕКУ. Тези доповідей. – Одеса: ОДЕКУ, 2004. – С. 41 – 42.
16. Усик И.В., Хаджи-Страти Е.Д. Сильный ветер при струйном течении нижних уровней в октябре 2003 г. // Студентська наукова конференція ОДЕКУ. Тези доповідей. – Одеса: ОДЕКУ, 2004. – С. 40.

**Анотації**

**Хаджи-Страті О.Д.**  Струминні течії нижніх рівнів у полях підвищеного тиску в холодний період. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата географічних наук. – Спеціальність 11.00.09 – метеорологія, кліматологія, агрометеорологія. – Одеський державний екологічний університет, Одеса, 2005.

Дисертація присвячена дослідженню струминних течій нижніх рівнів (СТНР) у полях підвищеного тиску в холодний період і розробці нових методів діагнозу та прогнозу явища.

Проведено фізико-статистичне дослідження антициклонічних струменів над Україною з використанням великого обсягу матеріалу за 25-років. Виконано синоптико-кліматичний аналіз процесів формування СТНР при різних типах антициклонічних процесів і фізико-географічних умовах.

Виділено основні типи циркуляційних процесів при виникненні тривалих і інтенсивних струминних течій у нижній тропосфері та супроводжуючих їх аномальних атмосферних явищ над територією України. Запропоновано визначати блокуючий гребінь як довгоперіодну відокремлену хвилю, що носить назву солітона Россбі.

Виконано математичне моделювання струминних течій нижніх рівнів у полях підвищеного тиску, що дозволяє виявити місце розташування низьких струменів і побудувати вертикальні профілі температури та швидкості вітру у граничному шарі атмосфери з метою визначення параметрів інверсій температури та низькотропосферних струминних течій.

**Ключові слова:** струминні течії нижніх рівнів, антициклон, солітон, інверсія температури.

**Хаджи-Страти Е.Д.** Струйные течения нижних уровней в полях повышенного давления в холодный период. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Специальность 11.00.09 – метеорология, климатология, агрометеорология. – Одесский государственный экологический университет, Одесса, 2005.

Диссертация посвящена комплексному исследованию струйных течений нижних уровней (СТНУ) в полях повышенного давления в холодный период и разработке новых методов диагноза и прогноза явления с помощью численного моделирования.

Струйные течения в пограничном слое атмосферы (ПСА) наблюдаются при любой форме атмосферной циркуляции и разнообразном фоне метеорологических величин. Повторяемость и характеристики низких струй при различных циркуляционных условиях существенно зависят от физико-географических особенностей, а также от типа синоптических процессов и части барических образований, в которых они возникают. В литературных источниках на сегодняшний день имеется достаточно подробная информация о низкотропосферных струях, возникающих в циклонах, в то время как практически отсутствуют какие-либо сведения о струеобразных усилениях ветра в антициклонах.

Анализ температурно-ветрового режима и циркуляционных характеристик атмосферы при низких струях над Украиной за 25-летний период показал, что в 22% случаев струйные течения нижних уровней образуются в полях повышенного давления. На повторяемость струй значительное влияние оказывает скорость и направление перемещения барического образования, в котором они существуют. Подавляющее большинство струйных течений формируется на периферии антициклонов, в то время как в центре – менее 5%. Как частота появления струй, так и их параметры существенно зависят от части барического образования, в которой они возникают. Также на характеристики струйных течений в полях повышенного давления значительное влияние оказывает разнообразный рельеф территории Украины.

Наибольшую опасность низкие антициклонические струи, как и циклонические, представляют для работы авиации, в первую очередь, из-за сопровождающих их сдвигов ветра. Кроме того, низкотропосферные струйные течения в антициклонах часто отмечаются при ясном небе и слабом ветре у земли, в результате чего неожиданность их появления усиливает негативное влияние на различные сферы хозяйственной деятельности. Самые опасные антициклонические струи формируются при блокирующих процессах, которые в летнее время могут вызывать суховейно-засушливые явления, а в зимнее – способствовать регенерации циклонов и развитию аномалий в полях ветра и осадков. В таких ситуациях струи наиболее интенсивны и продолжительны, а также могут сопровождаться рядом аномальных явлений, таких как метели и пыльные бури, шквалы и смерчи, ветровалы, грозы, заморозки и др.

Наиболее неблагоприятные погодные условия, связанные с наличием антициклонических струйных течений нижних уровней над территорией Украины, складываются, в основном, при трех типах циркуляционных процессов. Первый – блокирование траекторий южных циклонов, выходящих на территорию Украины, гребнем азиатского антициклона; второй – ультраполярное вторжение, возникающее под влиянием обширного блока сибирского антициклона и гребня высокого давления, идущего от субтропических широт; третий – формирование седловины в результате вторжения западных циклонов в антициклонические циркуляции.

В оперативной практике, зная, к какому из типов относится существующий процесс, можно дать предварительный прогноз возникновения СТНУ. Для определения более точного местоположения струй, их высоты и интенсивности, а также термических характеристик ПСА синоптический анализ целесообразно дополнить математическим моделированием. Численные расчеты позволяют отличить обычный процесс блокирования от блокирования солитонного типа, которое всегда сопровождается аномальными атмосферными явлениями. Такой блокирующий гребень представляет собой долгопериодную уединенную волну, носящую название солитона Россби и существующую за счет энергии, поступающей в результате длинноволнового излучения и адиабатических преобразований внутри самой гребневой структуры.

В модели учтены плотностные характеристики атмосферы, изменение которых приводит к преобразованиям циркуляционных условий. Численный эксперимент позволяет построить поля функции тока с целью выявления территорий, над которыми формируются струйные течения, а также вертикальные профили температуры и скорости ветра для определения параметров струй и инверсий в нижней тропосфере. Значительным достоинством модели является то, что она дает хорошие результаты при ограниченном объеме исходной информации, что особенно актуально в настоящее время в связи с резким снижением частоты выпуска радиозондов и густоты сети наблюдений.

Предложенная методика может найти применение в различных отраслях народного хозяйства, начиная от составления штормовых оповещений об опасных явлениях погоды для авиации, и заканчивая долгосрочным прогнозированием перестроек в крупномасштабных циркуляционных процессах, что представляет ценность, в первую очередь, для сельского хозяйства. Модель также может быть использована для предсказания возникновения аномальных явлений, которые сложно выявить в фоновом прогнозе, а также высоких уровней загрязнения воздуха с целью обеспечения безопасности населения в случаях техногенных и природных катастроф.

**Ключевые слова:**  струйные течения нижних уровней, антициклон, солитон, инверсия температуры.

**Khadzhy-Strati E.D.** Low Level Jets in the Fields of Heightened Pressure in the Cold Season. – Manuscript.

The thesis for a candidate’s degree of geographic sciences by speciality 11.00.09 - meteorology, climatology, agrometeorology. - Odessa State Environmental University, Odessa, 2005.

The thesis is dedicated to research of low level jets (LLJ) in the fields of heightened pressure in the cold season and investigating of new methods of diagnosis and forecast of the phenomenon.

The physics-statistical research of anticyclone low level jets over Ukraine with the usage of a large volume of a stuff during the 25-year's period is done. The synoptic-climatic analysis of processes of formation of low jets is made in different types of anticyclone processes and phisics-geographic conditions.

The main types of circulating processes are shown at appearing of long and intensive jets in the low troposphere and abnormal atmospheric phenomena, accompanying them, above the territory of Ukraine. It is offered to determine a blocking ridge as a long-period solitary wave, called Rossby soliton.

The mathematical modelling of LLJ in the fields of heightened pressure that allows to reveal the position of low jet and to construct vertical profiles of temperature and wind speed in a boundary layer of atmosphere to determine the parameters of temperature inversion and low level jets.

**Keywords:**  low level jets, anticyclone, soliton, temperature inversion.

воспользуйтесь поиском на сайте по ссылке: <http://www.mydisser.com/search.html>