

УДК : 551.51

## СИНОПТИЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ УТВОРЕННІ НИЗЬКОТРОПОСФЕРНИХ ТЕЧІЙ НАД ПІВДНЕМ УКРАЇНИ У ТЕПЛЕ ПІВРІЧЧЯ

Г. П. Івус, проф., канд. геогр. наук, зав. кафедрою  
Е. В. Агайар, канд. геогр. наук, доц.  
А. Б. Семергей-Чумаченко, канд. геогр. наук, доц.,  
А. П. Дмитренко, аспірант

Одеський державний екологічний університет, вул. Львівська,  
15, 65016, Одеса, Україна, dmitrenkon2604@ukr.net

Виявлення і прогнозування струминних течій нижніх рівнів атмосфери є одним із складних завдань синоптичної метеорології. Причина подібних утруднень полягає в різноманітності фізичних механізмів, що призводять до посилення швидкості повітряного потоку у вузькій зоні в межах пограничного шару атмосфери. Визначення типу макро- і мезомасштабних баричних полів, сприяючих утворенню низьких струменів, може значно полегшити розробку прогностичних методик.

У статті розглянуті циркуляційні процеси над південно-західною територією України у тепле півріччя за період з 2001 по 2010 роки при формуванні струминних течій низьких рівнів на прикладі міст Одеса та Сімферополь. За допомогою типізації синоптичних ситуацій над зазначеними регіонами з урахуванням елементарних циркуляційних механізмів, запропонованих Б. Л. Дзердзеєвським, В. М. Курганською і З. М. Вітвицькою, виявлені найбільш імовірні атмосферні процеси та типи синоптичних ситуацій, які створюють умови над півднем України для виникнення низькотропосферних струменів і формування режиму вітру у граничному шарі.

**Ключові слова:** струминна течія нижніх рівнів, інтенсивність, елементарний циркуляційний механізм, типізація, синоптичні процеси.

### 1. ВСТУП

Без урахування змін у характері циркуляції атмосфери, що відбулися на початку XXI сторіччя, які виразилися у збільшенні кількості та площ, займаних циклонами, і зменшенні антициклонічних областей в Антарктиці та Азії [1, 2], важко передбачити майбутні синоптичні процеси, що визначають погоду на будь-якій частині Європейської території, включаючи Україну.

Діагноз і прогноз струминних течій нижніх рівнів (СТНР) атмосфери проблемою синоптичної метеорології, що пояснюється відносно незначним розміром низьких течій та утрудненням контактного вимірювання їх інтенсивності, потужності та горизонтальних розмірів. Тому виявлення і, тим більш, прогноз СТНР можливий лише за типом макро- і мезо-масштабних баричних полів та цілому комплексу характеристик різного типу масштабу, присутній в самому процесі утворення струменів [3].

Несподіване посилення швидкості вітру вище  $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  в нижній тропосфері може спричинити значні проблеми у різних сферах діяльності людини, насамперед при зльоті та посадці повітряних суден [4, 5], а також при висотному будівництві, експлуатації вітроенергетичних генераторів та ін. Отже тому вивчення умов утворення та

прогноз подібних вітрових аномалій не втрачає актуальності, починаючи з 1952 р., коли вперше про їх практичне значення згадав Л. Л. Мінс [6]. Існує гіпотеза [4, 7] щодо впливу низьких струменів на формування деяких особливостей ландшафту, а саме, що формування полонин на пологих вершинах та в сідловинах, а також розташування верхньої межі поширення лісу в Українських Карпатах можливо пов'язані із впливом низькотропосферних струменів. Крім безпосередньої небезпеки для авіації СТНР впливають на формування шквалових ліній та інших конвективних явищ, особливо у тепле півріччя [7-9].

Зіставлення літературних джерел з цього явища трохи ускладнює використання різними дослідниками неоднакових критеріїв при виявленні струминних течій нижніх рівнів. Очевидно, це обумовлено вимогами щодо прикладного завдання та фізико-географічними особливостями регіону, тобто орографією, наявністю великих водних об'єктів та інше. Наприклад, в ряді досліджень [7, 10, 17, 18] не накладають ніяких обмежень на значення швидкості вітру на осі струменя, тобто СТНР визначають як горизонтальні потоки відносно великої швидкості, обмежені зверху і знизу потоками з меншою швидкістю.

В більшості робіт прийнято наступне визна-

чення [4, 5, 9-15]: СТНР – це пік швидкості вітру більший або рівний  $15 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  у межах граничного шару атмосфери, якщо зменшення швидкості вітру в 300 метрових шарах вище та нижче рівня максимуму не менше ніж на  $4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

## 2. МЕТА РОБОТИ ТА ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є виявлення циркуляційних процесів, які сприяють виникненню струминних течій нижніх рівнів над територією півдня України за теплий період 2001-2010 рр.

В якості вихідних матеріалів використовуються данні аерологічного зондування на станціях Одеса і Сімферополь за 00 UTC теплих півріч за вказаний період, каталог типових синоптичних процесів, складений на кафедрі метеорології та кліматології, і календар елементарних циркуляційних механізмів Дзердзеєвського Б. Л. [2]. Для уточнення конкретних синоптичних ситуацій долучались також синоптичні карти усіх рівнів (кільцева, приземна, АТ-925, АТ-850, АТ-700, АТ-500, ВТ-500/1000) з архіву АРМсин кафедри.

## 3. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ

Перш ніж приступити до аналізу атмосферної циркуляції за вказаний вище період, яка сформувала СТНР над Одесою та Сімферополем, коротко зупинимось на типізації Дзердзеєвського Б. Л. [2] та типізації синоптичних процесів над Україною, створеній на кафедрі [4, 16].

Головною ознакою, за якою проведена типізація атмосфери поза тропічних широт [2], є наявність, напрямок і кількість блокуючих процесів на півкулі або їх відсутність. Виділено 4 групи циркуляції, 13 типів, 41 підтип та елементарний циркуляційний механізм - ЕЦМ (основна одиниця типізації). Число позначає тип ЕЦМ, букви алфавіту (а, б, в, г) – відмінності ЕЦМ в межах одного типу в напрямках арктичних вторгнень або виходу південних циклонів, а букви "з" (зимовий) і "л" (літній) – сезонні відмінності ЕЦМ по знаку баричних полів. В типах 4, 9 та 10 зимові ЕЦМ позначені першими літерами алфавіту (4а, 9б і 10а). Для кожного типу ЕЦМ складені динамічні схеми циркуляційних процесів. Наведено докладний опис кожного ЕЦМ [2], за яким можна проаналізувати динамічну схему і внутрішньорічний хід тривалості ЕЦМ. Календар послідовної зміни ЕЦМ за 1899 – 2008 рр. представлений в [2], а з 2008 по 2014 рр. на сайті [www.atmospheric-circulation.ru](http://www.atmospheric-circulation.ru).

Далі дамо більш детальну характеристику кла-

сифікації синоптичних процесів над Україною, яку можна використовувати як в оперативній прогностичній роботі [4, 16], так і для вивчення циркуляційних умов, при яких спостерігаються СТНР над досліджуваною територією. Структура макроциркуляційних умов, характерних для України, в тому числі і регіональні особливості синоптичних процесів, які формуються на цьому макроциркуляційному фоні та призводять, в поєднанні з місцевими фізико-географічними умовами, до встановлення "конкретного" вітрового режиму, зведено до шести основних типів і 17 підтипів.

**Тип 1.** Периферійні атмосферні процеси, до яких відносяться переноси всіх напрямків: підтип 1.1 – західний і північно-західний, підтип 1.2 – південний, 1.3 – східний і 1.4 – північний перенос.

**Тип 2.** Циклонічна циркуляція. До цього типу належать області зниженого тиску, які розташовуються над Україною (підтипи 2.1 і 2.2).

**Тип 3.** Антициклонічна циркуляція. Цей тип (підтипи 3.1, 3.2, 3.3) являє собою антициклони, які орієнтовані із заходу і сходу, а також малоградієнтні поля підвищеного тиску.

**Тип 4.** Малоградієнтні баричні поля (підтип 4.1, 4.2).

**Тип 5.** Периферійні атмосферні процеси, пов'язані з проходженням атмосферних фронтів (підтипи 5.1 і 5.2).

**Тип 6.** Циклонічні циркуляції з великими баричними градієнтами ( $dP/dn \geq 2,5 \text{ гПа}/111 \text{ км}$ ). Цей тип поділяється на 4 підтипа (6.1, 6.2, 6.3, 6.4).

В табл. 1 і 2 приведені каталоги підтипів синоптичних процесів, типів ЕЦМ і структурних параметрів СТНР за 00 UTC теплих півріч 2001–2010 рр. У якості структурних параметрів струменів використовуються:  $dd_0$  і  $V_0$  – напрямок і швидкість вітру на осі струменя;  $H_0$  і  $\Delta H$  – висота осі і товщина струменя у декаметрах (дам) для поліпшення наочності результатів дослідження, тобто 10 дам дорівнюватиме 100 м. В таблицях також дані швидкість ( $V$ ,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) і напрямок ( $dd$ , град.) вітру біля поверхні землі, а тип стратифікації у граничному шарі позначений аббревіатурою: БІ – без інверсії, ПІ – піднесена, ПЗ – приземна інверсії. В табл. 1 і 2 розміщена тільки частина каталогу даних о СТНР над досліджуваними пунктами за вказаний період, яка дозволяє чіткіше представити предмет дослідження. Низькотропосферні струмені над Одесою і Сімферополем одночасно спостерігаються вісім разів (11.07.2002, 14.04.2003, 15.04.2007, 14.07.2007, 27.04.2008, 27.09.2008, 17.07.2009, 08.04.2010). Як правило, напрямок у цих струменів північно-східний (50–75 град.), швидкість вітру на осі коливається від

16 до 22 м·с<sup>-1</sup> ( $V_{сер.} = 18,5$ ) над Одесою, і від 16 до 23 м·с<sup>-1</sup> ( $V_{сер.} = 18,9$ ) над Сімферополем, струмені потужніше і вище розташовані над Кримом, і частіше пов'язані з інверсіями над всією територією.

За період, що досліджується, в Одесі було проведено 1219 (67 %) випусків радіозондів, а в Сімферополі – 1054 (58 %). Незважаючи на по-

рівняно невелику різницю в кількості випусків, як показує аналіз даних табл. 1 і 2, над Одесою СТНР утворювались частіше в два рази (94 випадки), чим над Сімферополем (46 випадків). Чому, мабуть, сприяють орографічні особливості території, на якій розташована Одеса.

Таблиця 1 – Фрагмент каталогу підтипів синоптичних процесів, типів ЕЦМ та структурних параметрів СТНР. Одеса 00 UTC. Тепле півріччя 2001-2010 рр.

№	Дата	Підтип син. процесів	Тип ЕЦМ	Земля		СТНР				Тип стратифікації
				dd, град.	V, м·с <sup>-1</sup>	dd <sub>0</sub> , град.	V <sub>0</sub> , м·с <sup>-1</sup>	H <sub>0</sub> , дам	ΔH, дам	
1	01.04.2001	5.2	12а	020	4	070	18	90	70	Б1
2	09.04.2001	3.2	1а	180	3	155	17	87	15	ПЗ
3	11.04.2001	6.2	13з	045	5	080	21	72	190	Б1
4	22.04.2001	6.1	12а	200	8	145	26	38	60	ПЗ
5	21.05.2001	5.1	9а	315	5	320	21	250	130	ПЗ
6	29.05.2001	6.2	13л	290	5	315	19	70	200	Б1
7	31.05.2001	6.2	13л	270	5	310	23	180	150	Б1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
17	09.06.2002	5.1	13л	290	3	290	20	73	150	ПШ
18	11.06.2002	6.1	13л	045	8	140	27	104	140	Б1
19	29.06.2002	5.2	13л	200	5	180	16	180	15	ПЗ
20	11.07.2002	5.1	13л	340	2	060	18	80	110	ПШ
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
28	07.04.2003	6.2	13л	270	4	275	21	50	11	Б1
29	11.04.2003	5.2	2б	135	5	140	19	84	80	Б1
30	12.04.2003	5.2	8гл	135	7	170	18	53	50	ПШ
31	14.04.2003	5.2	13л	360	7	070	21	54	80	ПЗ
32	15.04.2003	6.2	13л	360	8	070	19	58	20	ПЗ
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
59	27.05.2007	4.2	3	225	2	195	34	84	70	ПЗ
60	14.07.2007	5.1	3	360	2	345	16	92	20	Б1
66	27.04.2008	3.1	12а	045	3	065	22	53	120	ПШ
67	08.05.2008	5.1	12бл	045	1	355	16	162	165	Б1
68	18.05.2008	6.1	3	200	5	220	18	72	10	ПШ
69	21.05.2008	6.1	9а	135	1	210	22	70	140	ПЗ
70	05.07.2008	6.4	9а	270	5	180	21	75	100	ПЗ
71	16.09.2008	5.1	13л	135	10	120	21	48	80	Б1
72	19.09.2008	6.4	10а	315	11	320	25	42	120	Б1
73	26.09.2008	5.1	10а	045	5	130	29	83	90	Б1
74	27.09.2008	5.1	7бз	020	10	050	16	120	10	Б1
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
83	09.06.2009	3.2	12а	180	3	015	25	23	30	ПЗ
84	25.06.2009	6.1	12а	090	5	215	34	171	30	ПЗ
85	17.07.2009	5.1	9а	020	2	005	19	59	15	ПЗ
86	20.07.2009	5.1	3	340	6	345	19	51	25	Б1
87	06.08.2009	6.2	12бл	020	7	020	22	48	100	ПЗ
88	08.08.2009	6.2	12бл	020	5	095	19	72	40	ПЗ
89	08.04.2010	6.2	10а	070	5	055	18	45	25	Б1
90	25.06.2010	6.2	7ал	020	4	005	16	47	10	ПШ
91	02.07.2010	4.1	12бл	315	3	015	16	110	90	Б1
92	31.08.2010	6.2	13л	045	10	075	16	32	15	Б1
93	12.09.2010	3.2	12а	055	3	080	17	120	50	ПЗ
94	27.09.2010	6.3	12а	130	2	200	19	100	65	ПЗ

Таблиця 2 – Фрагмент каталогу синоптичних процесів, типів ЕЦМ та структурних параметрів СТНР. Сімферополь 00 UTC. Тепле півріччя 2001-2010 рр.

№	Дата	Підтип син. процесів	Тип ЕЦМ	Земля		СТНР				Тип стратифікації
				dd, град.	V, м·с <sup>-1</sup>	dd <sub>0</sub> , град.	V <sub>0</sub> , м·с <sup>-1</sup>	H <sub>0</sub> , дам	ΔH, дам	
1	05.06.2001	6.4	12а	225	10	235	20	100	100	ПЗ
2	04.07.2001	5.1	9а	070	8	070	19	57	60	ПЗ
						095	20	210	100	ПЗ
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	20.04.2002	5.1	13л	070	5	085	24	120	170	БІ
10	21.04.2002	5.1	13л	070	5	055	21	150	175	БІ
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
13	11.07.2002	5.1	13л	045	6	075	19	80	150	ПЗ
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
16	14.04.2003	5.2	13л	070	4	070	22	110	90	ПІ
17	15.04.2003	5.2	13л	070	7	075	23	90	150	ПІ
18	16.04.2003	5.2	13л	070	4	060	18	100	80	ПІ
19	19.04.2003	6.1	12бл	090	10	110	16	150	10	ПІ
20	20.04.2003	6.1	3	070	8	070	24	100	120	БІ
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
33	14.07.2007	5.1	3	090	3	350	18	93	40	ПЗ
34	07.04.2008	6.1	12а	135	6	170	16	85	100	БІ
35	27.04.2008	3.1	12а	070	4	070	17	91	80	ПІ
36	13.05.2008	3.1	3	225	3	270	20	100	20	БІ
37	16.08.2008	5.2	13л	070	7	080	18	160	60	ПЗ
38	18.09.2008	6.4	13л	180	3	195	18	91	70	ПЗ
39	27.09.2008	5.1	7бз	090	5	070	18	78	140	БІ
40	22.05.2009	5.2	4в	045	8	085	16	118	15	ПЗ
41	17.07.2009	5.1	9а	020	4	055	16	84	60	ПЗ
42	08.04.2010	6.2	10а	045	5	065	18	94	145	БІ
43	27.04.2010	5.1	9а	090	4	065	18	110	90	ПЗ
44	26.05.2010	6.2	9а	200	5	235	16	67	70	ПІ
45	07.06.2010	5.1	12а	045	3	070	17	178	70	БІ

Як відомо [1, 7, 8, 17, 18], підстильна поверхня, поряд із сонячною радіацією та циркуляцією атмосфери, сильно впливає на формування погоди та її чинники. Одеса розташована на Причорноморській низовині, а Сімферополь - над річкою Салгір, на північних схилах Кримських гір, між двома пасмами його передгір'я. Вплив рельєфу на метеорологічні величини різнобічний і визначається зміною висоти місцевості над рівнем моря, різноманітністю форм рельєфу, крутизною схилів та їх орієнтацією відносно сторін світу та повітряних течій. Значний вплив на метеорологічні параметри, в тому числі й вітер, приземного шару атмосфери оказує ландшафт. У Степу більша частина території розорана і зайнята культурною рослинністю, ліси збереглися лише у вигляді невеликих ділянок (байрачні

ліси, діброви, соснові бори) і становлять 9 %. Для Криму характерна висотна поясисть ландшафтів [1]. Різноманітність земної поверхні у теплий період року значною мірою впливає на формування контрастів у розподілі температури, конвекції, швидкості та напрямку вітру як у поверхні землі, так і у граничному шарі.

Для зручності аналізу особливостей утворення СТНР при різних синоптичних процесах усі дані про струмені занесені в табл. 3 – 5.

Табл. 3 і 4 містять повторюваність СТНР, які спостерігались на півдні України у теплий сезон 2001 – 2010 рр., у відповідній групі циркуляційних умов за Дзердзеєвським або класифікації синоптичних процесів, розробленій на кафедрі метеорології та кліматології ОДЕКУ [4, 16].

**Таблиця 3** – Повторюваність (%) низьких струменів за типами ЕЦМ та підтипами синоптичних процесів. Одеса. Тепле півріччя 2001–2010 рр.

Тип ЕЦМ	Підтип синоптичних процесів										
	3			4		5		6			
	3.1	3.2	3.3	4.1	4.2	5.1	5.2	6.1	6.2	6.3	6.4
1а,б		1,1				1,1					
2б							1,1				
3					1,1	4,2		1,1			
4б						1,1				1,1	
6							1,1	1,1	1,1		
7ал, бз						2,1	1,1		1,1		
8а, бл, гл	1,1		1,1			1,1	2,1				
9а						2,1		1,1			1,1
10а,б						1,1			2,1		1,1
12а, бл, вл	1,1	3,1		1,1		10,5	2,1	2,1	6,3	2,1	
13л, з		1,1	1,1			11,6	9,5	1,1	11,6	2,1	
<b>Всього</b>	<b>2,2</b>	<b>5,3</b>	<b>2,2</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>	<b>34,9</b>	<b>17,0</b>	<b>6,5</b>	<b>22,2</b>	<b>5,3</b>	<b>2,2</b>

Примітка: 100 % - 94 випадки СТНР, тобто 1 випадок – 1,1 %.

**Таблиця 4** – Повторюваність (%) низьких струменів за типами ЕЦМ та підтипами синоптичних процесів. Сімферополь. Тепле півріччя 2001 – 2010 рр.

Тип ЕЦМ	Підтип синоптичних процесів									
	1	3			5		6			
	1.3	3.1	3.3	5.1	5.2	6.1	6.2	6.3	6.4	
3	2,2	2,2		2,2		4,3				
4в					2,2	2,2		2,2		
7бз				2,2						
8а			2,2							
9а				8,6	8,6		4,3			
10а, б			2,2	2,2			2,2			
12а, бл, вл		2,2		4,3		4,3			2,2	
13л	2,2	2,2		13,1	10,8	2,2	4,3		2,2	
<b>Всього</b>	<b>4,4</b>	<b>6,6</b>	<b>4,4</b>	<b>32,6</b>	<b>21,6</b>	<b>13,0</b>	<b>10,8</b>	<b>2,2</b>	<b>4,4</b>	

Примітка: 100 % - 46 випадків СТНР, тобто 1 випадок – 2,2 %.

Кожна клітина в табл. 5 (це фрагмент загальної таблиці) являє свого роду кластер параметрів СТНР. У верхній частині клітини приведена повторюваність (%) струменів при "конкретному" поєднанні підтипу синоптичної ситуації і типу ЕЦМ, а в стовпчик – швидкість на осі ( $V_0$ , м·с<sup>-1</sup>), висота осі ( $H_0$ , дам) і товщина струменя ( $\Delta H$ , дам), ще нижче – стратифікація. Наприклад, в табл. 5 у клітині на перетині підтипу 5.1 і типу ЕЦМ 13л і 13з читаємо: повторюваність струменів – 11,6 %,  $V_0$  коливається від 16 до 21 м·с<sup>-1</sup>,  $H_0$  від 300 до 1600 м,  $\Delta H$  від 100 до 1500 м, стратифікація атмосфери була, як безінверсійна, так з наявністю піднесеної інверсії.

Більшість СТНР утворюються при синоптичних процесах, віднесених до 5 і 6 типу класифікації, при ЕЦМ 13л, 13з, 12а, бл, вл (над Оде-

сою – 35,9 і 23,1 %) 13л, 9а (над Сімферополем – 32,6 і 21,5 %). Взагалі при 5 і 6 типах синоптичних ситуацій над Одесою СТНР відзначаються в 88,1 % випадків при всіх типах ЕЦМ, окрім 5 та 11, над Сімферополем – в 84,6 % (відсутній тип ЕЦМ - 1, 2, 5, 11).

Над Одесою СТНР не зустрічалися при 1 і 2 типах синоптичних процесів, а над Сімферополем – при 2 і 4. Як відомо [4] при типах 1 – 4 біля поверхні землі простежується частіше слабкий вітер, при якому СТНР спостерігаються досить рідко [13], за період дослідження – це 11 (Одеса) і 7 (Сімферополь) випадків.

**Таблиця 5** – Фрагмент повторюваностей (%) СТНР і структурних параметрів за типами ЕЦМ та підтипами синоптичних процесів. Одеса. Тепле півріччя 2001 - 2010 рр.

Тип ЕЦМ	Підтип синоптичних процесів																		
	3				4	5					6								
	3.1, 3.2, 3.3				4.1, 4.2	5.1					5.2		6.1		6.2			6.3	
12а 12бл 12вл	4,2				1,1	10,5					2,1		2,1		6,3			2,1	
	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>26</b>	<b>34</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>17</b>
	53	23	90	120	110	80	60	96	73	94	110	90	38	171	79	93	60	100	70
	120	30	25	50	90	10	15	10	45	25	140	70	60	30	60	10	10	65	90
	ПІ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	БІ	ПЗ	ПЗ	БІ	ПЗ	БІ	БІ	БІ	ПЗ	ПЗ	ПЗ	БІ	БІ	ПЗ	ПІ
						<b>17</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>18</b>						<b>20</b>	<b>22</b>	<b>19</b>		
						98	98	162	60						73	48	72		
						10	50	165	10						70	100	40		
						БІ	БІ	БІ	ПЗ						ПІ	ПЗ	ПЗ		
	13л 13з	2,2					11,6					9,5			1,1	11,6			2,1
<b>17</b>			<b>17</b>			<b>16</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>16</b>
43			96			30	55	160	80	50	70	75	180	104	72	70	180	55	52
10			40			10	30	60	20	30	40	60	15	140	190	200	150	120	20
ПЗ			ПЗ			ПІ	ПІ	БІ	БІ	БІ	ПІ	БІ	ПЗ	БІ	БІ	БІ	БІ	БІ	БІ
						<b>20</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>21</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>17</b>		<b>16</b>	<b>21</b>	<b>17</b>		
						73	80	94	95	48	150	74	76		80	50	73		
						150	110	35	80	80	20	60	20		10	11	20		
						ПІ	ПІ	БІ	ПІ	БІ	БІ	БІ	БІ		ПЗ	БІ	БІ		
						<b>16</b>					<b>17</b>	<b>21</b>	<b>19</b>		<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>		
						70					36	54	58		150	92	85		
						40					54	80	20		60	20	20		
						БІ					БІ	ПЗ	ПЗ		БІ	БІ	БІ		
														<b>17</b>	<b>16</b>				
														76	32				
														20	15				
														БІ	БІ				

Найбільш інтенсивна ( $34 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ ) струминна течія відмічена над Одесою 25.06.2009 року при підтипі 6.1 і типі ЕЦМ 12а. Територія України знаходилась між двома баричними утвореннями: циклоном з центром над Белградом і обширним антициклоном, центр якого знаходився в районі Архангельська. Це струмись по типу течії Пуазейля [3], коли мало місце тривале за часом меридіональне вторгнення впродовж декількох діб.

Ще одне СТНР зі швидкістю вітру на осі  $34 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  над Одесою спостерігається 27.05.2007 року при підтипі 4.2, тип ЕЦМ 3. При таких умовах СТНР з'являється в міжфронтальному просторі арктичного і полярного фронтів. Язика теплого сухого повітря субтропічних широт зустрічаються з відносно холодним і зволеним на полярним фронті клином повітря, що проник до півдня. Тепле сухе повітря, підіймаючись на холодне субполярне повітря, утворює приземну інверсію. Відносно вологе повітря, яке знаходиться під інверсією, формує підінверсійну структуру, сприяючи розвитку потоків довгохвильового вихолодження. Ці потоки загострюють інвер-

сію і посилюють інтенсивність СТНР.

Нагадаємо, що низькотропосферні струмені частіше розташовуються в 300 – кілометровій зоні перед теплим фронтом, попереду чи перетинаючи холодний фронт і в штормовій зоні зіткнення анти- і циклонічних циркуляцій.

В залежності від місця їх розташування вони будуть мати різну інтенсивність (за типом Куетта або Пуазейля) і протяжність, тобто відноситись до мезо- або  $\alpha$  – синоптичного масштабу [3]. У теплу пору року над Одесою і Сімферополем (табл. 1 і 2) в основному спостерігаються плоскі підінверсійні струмені по типу течій Куетта. Їх інтенсивність не перевищує  $16 - 17 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , а товщина 100 – 200 м.

Над Сімферополем 04.07.2001 р. у граничному шарі атмосфери формується каскадний профіль СТНР (рис. 1), при наявності приземної інверсії до висоти 160 м, інтенсивністю  $1,6^\circ\text{C}$ . Утворенню струменя сприяли, як синоптичний процес (підтип 5.1, ЕЦМ – 9а) (рис. 2а, б), так і рельєф місцевості.

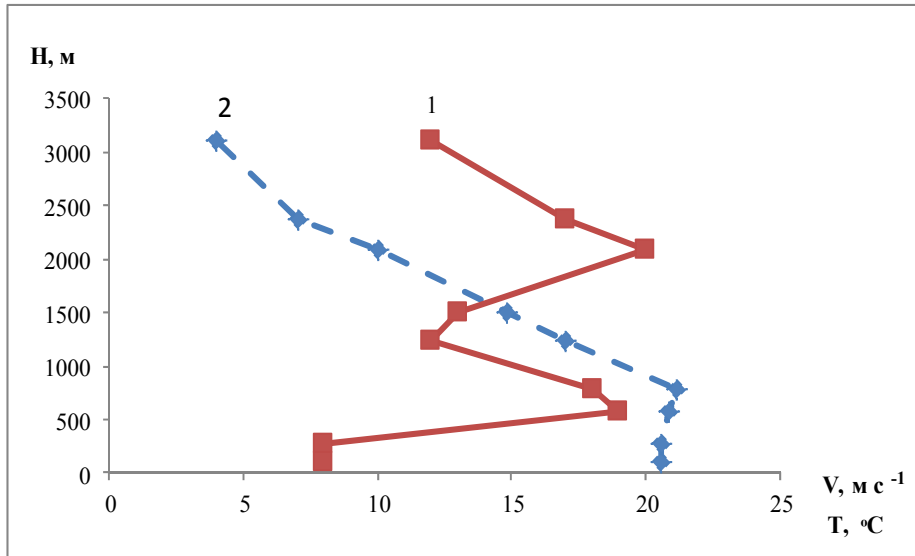


Рис. 1 – Вертикальний профіль швидкості вітру та температури при інтенсивному СТНР над Сімферополем 04.07.2001 р. (1 - швидкості вітру, 2 – температура)

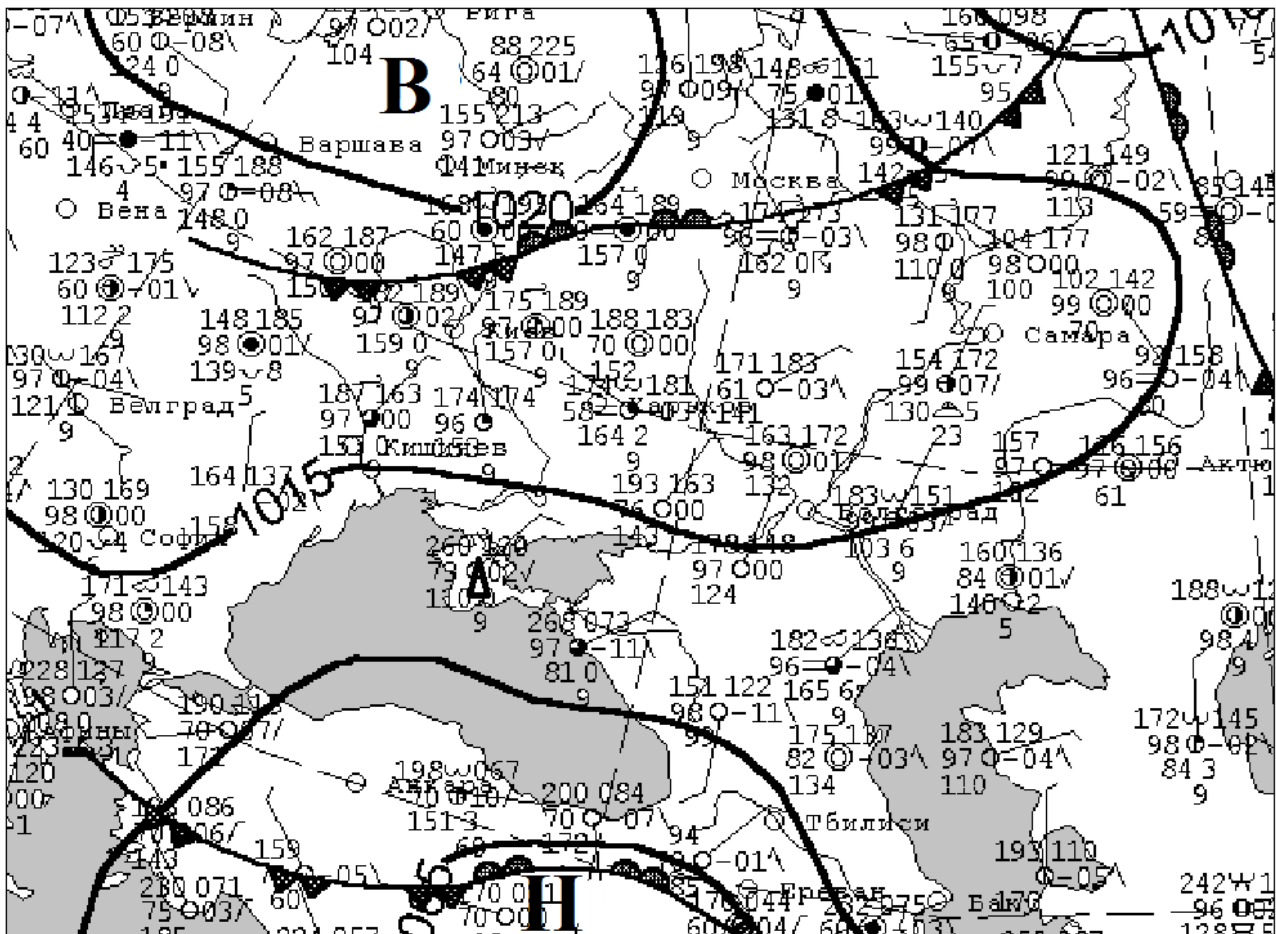


Рис. 2а – Приземний аналіз за 4 липня 2001 р.

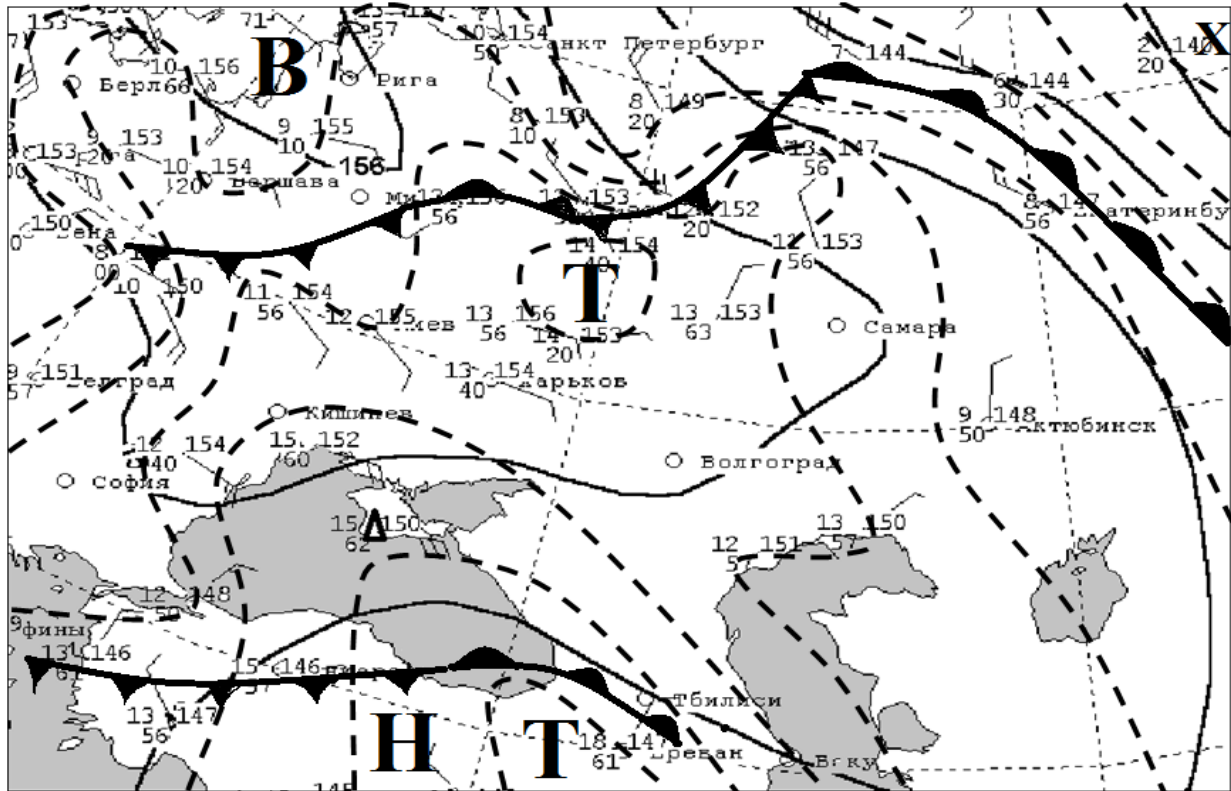


Рис. 26 – Карта АТ-850 за 4 липня 2001 р.

## ВИСНОВКИ

Аналіз струменевих течій низьких рівнів над Одесою та Сімферополем за різних синоптичних умов з використанням класифікації елементарних циркуляційних механізмів за тепле півріччя десятирічного періоду початку XXI сторіччя дозволяє:

- виділити синоптичні процеси і типи ЕЦМ, які відповідають за створення низькотропосферних струменів над півднем України у теплий період року;
- виявити найбільш ймовірні атмосферні процеси, які обумовлюють виникнення найбільш інтенсивних нічних СТНР над Одесою та Сімферополем;
- пов'язати різницю у кількості СТНР над Одесою та Сімферополем у тепле півріччя з особливостями взаємодії рельєфу, підстильної поверхні, ландшафту територій, які розглядаються, з атмосферою циркуляцією при формуванні структури граничного шару.

## ПОДЯКИ

Глибока вдячність від авторів інженеру I категорії В. Б. Герасименко за технічну допомогу при роботі з матеріалами синоптичного архіву.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Клімат України / за ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. К.: Видавництво Раєвського, 2003. 343 с
2. Кононова Н. К. Классификация циркуляционных механизмов Северного полушария по Б. Л. Дзердзевскому / отв. ред. А. Б. Шмакин. Москва, 2009. 372 с.
3. Івус Г. П., Ефимов В. А. Фізика антициклогенеза: монографія. К.: КНТ, 2005. 208 с.
4. Івус Г. П. Спеціалізовані прогнози погоди: підручник. Одеса, 2012. 407 с.
5. Івус Г. П., Іванова С. М. Структура мезоструй над Україною і Молдовою // Труды УкрНИГМИ. 1987. Вып. 225. С. 68–73.
6. Means L. L. On thunderstorm forecasting in the central United States. *Mon. Wea. Rev.*, 1952, vol. 80, pp. 165–189.
7. Логвинов К. Т., Раевский А. Н., Айзенберг М. М. Опасные гидрометеорологические явления в Украинских Карпатах. Л.: Гидрометеоздат, 1973. 200 с.
8. Стихійні метеорологічні явища на території України за останнє двадцятиріччя (1986–2005 рр.) / за ред. В. М. Ліпінського, В. І. Осадчого, В. М. Бабіченко. К.: Ніка-Центр, 2006. 312 с.
9. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б. Смерчи і струйні течення низьких рівней (обзор литературных источников) // Культура народов Причерноморья. 2006. № 73. С. 156–158.
10. Бызова Н. Л., Глазунов В. Г. Об особенностях формирования вертикального профиля ветра в слое приземной инверсии температуры при сильных сдвигах ветра, опасных для работы авиации // Труды ГМЦ СССР. 1985. Вып. 260. С. 72–87.
11. Івус Г. П., Кивганов А. Ф., Хоменко Г. В. Струйные



- течения нижних уровней над югом Европейской части СССР и возможность их диагноза по данным объективного анализа // Труды Роскомгидрометцентра. 1992. Вып. 321. С. 131–135.
12. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б. К вопросу о струйных течениях нижних уровней над Одессой // Метеорология, климатология и гидрология. 1998. Вып. 35. С. 121–129.
  13. Івус Г. П., Кивганов А. Ф., Тимофеев В. Е. Струйные течения пограничного слоя атмосферы. К.: УМК ВО при Минвузе УССР, 1991. 49 с.
  14. Івус Г. П., Семергей-Чумаченко А. Б., Агайар Э. В., Дмитренко А. П. Влияние адвекции тепла на образование струйных течений нижних уровней // Український гідрометеорологічний журнал. 2011. № 9. С. 66–72.
  15. Ivus G. P., Semergey-Chumachenko A. B., Agayar E. V., Dmitrenko A. P., Syhov O. O. *Scientific Journal «ScienceRise»*, 2016, no 7/1 (24), pp. 11–15. (In Ukrainian)
  16. Івус Г. П., Агайар Е. В., Гурська Л. М., Зубкович С. О. До питання про типізацію синоптичних процесів над територією України // Вісник ОДЕКУ. 2015. Вип. 19. С. 41–47.
  17. Brandon Storm, Jimmy Dudhia, Sukanta Basu, Andy Swift, Ian Giammanco. Evaluation of the Weather Research and Forecasting Model on Forecasting Low-level Jets: Implications for Wind Energy. *Wind Energy*, 2008. DOI: 10.1002/we.288.
  18. Song J, Liao K, Coulter R. L., Lesht B. M. Climatology of the low-level jet at the Southern Great Plains atmospheric boundary layer experiments site. *Journal of Applied Meteorology*, 2005, no. 44, pp. 1593–1606.
  - United States. *Mon. Wea. Rev.*, 1952, vol. 80, pp. 165–189.
  7. Logvinov K. T., Raevskiy A. N., Ayzenberg M. M. *Opasnyye gidrometeorologicheskie yavleniya v Ukrain-skikh Karpatakh* [Dangerous Hydrometeorological Phenomena in the Ukrainian Carpathians]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973. 200 p.
  8. Lipinskyy V. M., Osadchyy V. I., Babichenko V. M. (Eds). *Stykhyni meteorolohichni yavyshcha na terytorii Ukrainy za ostannye dvadtsiatyrichchia (1986-2005 rr.)* [Natural Meteorological Phenomena in Ukraine over the Past Twenty Years (1986-2005)]. Kyiv: Nika-Tsentr, 2006. 312 p.
  9. Ivus G. P., Semergey-Chumachenko A. B. *Kultura narodov Prichernomorya – Culture of the Peoples of Black Sea Regions*, 2006, no. 73, pp. 156–158. (In Russian)
  10. Byizova N. L., Glazunov V. G. *Trudy GMTs SSSR – Proc. HMC USSR*, 1985, issue 260, pp. 72–87. (In Russian)
  11. Ivus G. P., Kivganov A. F., Khomenko G. V. *Trudy Roskomgidromettsentra – Proc. HMC of Russia*, 1992, issue 321, pp. 131–135. (In Russian)
  12. Ivus G. P., Semergey-Chumachenko A. B. *Meteorologiya, klimatologiya i gidrologiya – Meteorology, Climatology and Hydrology*, 1998, issue 35, pp. 121–129. (In Russian)
  13. Ivus G. P., Kivganov A. F., Timofeev V. E. *Struynnye techeniya pogranychnoy sloya atmosfery* [Jet streams of the boundary layer of the atmosphere]. Kyiv: EMC HE at the Ministry of Higher Education of the USSR, 1991. 49 p.
  14. Ivus G. P., Semergey-Chumachenko A. B., Agayar E. V., Dmitrenko A. P. *Ukr. gidrometeorol. zh. – Ukr. hydrometeor. j.*, 2011, no. 9, pp. 66–72. (In Russian)
  15. Ivus G. P., Semergey-Chumachenko A. B., Agayar E. V., Dmitrenko A. P., Syhov O. O. *Scientific Journal «ScienceRise»*, 2016, no 7/1 (24), pp. 11–15. (In Ukrainian)
  16. Ivus G. P., Agayar E. V., Hurska L. M., Zubkovich S. O. *Visn. Odes. derz. ekol. Univ. – Bull. of OSENU*, 2015, vol. 19, pp. 41–47. (In Ukrainian)
  17. Brandon Storm, Jimmy Dudhia, Sukanta Basu, Andy Swift, Ian Giammanco. Evaluation of the Weather Research and Forecasting Model on Forecasting Low-level Jets: Implications for Wind Energy. *Wind Energy*, 2008. DOI: 10.1002/we.288.
  18. Song J, Liao K, Coulter R. L., Lesht B. M. Climatology of the low-level jet at the Southern Great Plains atmospheric boundary layer experiments site. *Journal of Applied Meteorology*, 2005, no. 44, pp. 1593–1606.

## REFERENCES

## SYNOPTIC PROCESSES DURING FORMATION OF LOW-TROPOSPHERIC STREAMS OVER THE TERRITORY OF SOUTHERN UKRAINE IN WARM HALF-YEAR

**G. P. Ivus**, professor, candidate of sciences, Head of Department  
**E. V. Ahayar**, candidate of sciences, associate professor  
**A. B. Semergey-Chumachenko**, candidate of sciences, associate professor  
**A. P. Dmytrenko**, graduate student

*Odessa State Environmental University,  
 15, Lvivska St., 65016 Odessa, Ukraine, dmitrenkon2604@ukr.net*

Identification and forecasting of jet streams within at low levels of the atmosphere is one of the

challenging tasks of synoptic meteorology. The reason for such difficulties lies in diversity of physical mechanisms causing increased air flow speed in a narrow zone within the boundary layer of the atmosphere.

Specification of the type of macro- and mesoscale baric fields which contribute to formation of low jets can greatly facilitate development of forecasting techniques.

According to radiosonde data low jets in warm half-years of 2001-2010 were detected over two locations (Odessa and Simferopol). Once estimate of their structural parameters had been complete a prevailing wind direction at a stream core and a type of temperature stratification with a studied wind anomaly in place were determined.

Synoptic situations over the territory of south-western Ukraine taking into account the elementary circulation mechanisms proposed by B. L. Dzerdzevsky, V. M. Kurganskaya and Z. M. Vitvitskaya were standardized.

A catalogue bringing all the information about structure and conditions of formation of low streams together was developed and compiled.

Circulation processes of warm half-year over the regions in question were characterized as such that favour formation of low-level jet streams.

The most probable macroscale atmospheric processes and types of synoptic situations which create conditions for formation of the most intense low-tropospheric jets over the south-western part of Ukraine were singled out taking into consideration physical and geographical features of research locations.

**Keywords:** lower-level jet streams, intensity, elementary circulation mechanism, standardizing, synoptic processes.

## СИНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ НИЗКОТРОПОСФЕРНЫХ ТЕЧЕНИЙ НАД ЮГОМ УКРАИНЫ В ТЕПЛОЕ ПОЛУГОДИЕ

Г. П. Ивус, профессор, канд. геогр. наук, зав. кафедрой

Э. В. Агайар, канд. геогр. наук, доцент

А. Б. Семергей-Чумаченко, канд. геогр. наук, доцент

А. П. Дмитренко, аспирант

*Одесский государственный экологический университет,  
ул. Львовская, 15, 65016, Одесса, Украина, dmitrenkon2604@ukr.net*

Выявление и прогнозирование струйных течений нижних уровней атмосферы является одной из сложных задач синоптической метеорологии. Причина подобных затруднений заключается в разнообразии физических механизмов, приводящих к усилению скорости воздушного потока в узкой зоне в пределах пограничного слоя атмосферы. Определение типа макро- и мезомасштабных барических полей, способствующих образованию низких струй, может значительно облегчить разработку прогностических методик.

В статье рассмотрены циркуляционные процессы над юго-западной территорией Украины в теплое полугодие в период с 2001 по 2010 годы при формировании струйных течений низких уровней на примере городов Одесса и Симферополь. С помощью типизации синоптических ситуаций над указанными регионами с учетом элементарных циркуляционных механизмов, предложенных Б. Л. Дзердзевским, В. М. Курганской и З. М. Витвицкой, выявлены наиболее вероятные атмосферные процессы и типы синоптических ситуаций, которые создают условия над югом Украины для возникновения низкотропосферных струй и формирование режима ветра в пограничном слое.

**Ключевые слова:** струйные течение нижних уровней, интенсивность, элементарный циркуляционный механизм, типизация, синоптические процессы.

*Дата першого подання.: 15. 03. 2017*

*Дата надходження остаточної версії : 25. 06. 2017*

*Дата публікації статті : 29. 06. 2017*