

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут  
Кафедра метеорології та  
кліматології

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ**  
рівень вищої освіти: «спеціаліст»

на тему: «Траскторії південних циклонів та умови погоди пов'язані з ними на території України»

Виконала студентка 1 курсу групи МСА- 51а  
спеціальності 103 – Науки про Землю  
спеціалізація Метеорологія та кліматологія  
Довганич Яна Валеріївна

Керівник к. геогр. н., доц.  
Міщенко Наталя Михайлівна

Консультант к.геогр.н, доц.  
Боровська Галина Олександрівна

Рецензент к.геогр.н., доц.  
Грушевський Олег Миколайович

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет, відділення	Гідрометеорологічний інститут
Кафедра, циклова комісія	Кафедра метеорології та кліматології
Освітньо-кваліфікаційний рівень	Спеціаліст
Спеціальність	103 - Науки про Землю
Спеціалізація	Метеорологія та кліматологія (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Івус Г.П.

“ 10 ” березня \_\_\_\_\_ 2017 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Довганич Яні Валеріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Траєкторії південних циклонів та умови погоди пов'язані з ними на території України

Керівник проекту Міщенко Наталя Михайлівна, к.геогр.н., доц  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” грудня 2016 р. №372 «С»

2. Строк подання студентом проекту 1 червня 2017 р.

3. Вихідні дані до проекту В якості вихідних в представленому дипломному проекті використовувалися дані аеросиноптичного матеріалу (карти приземного аналізу та баричної топографії за 2011-2017 рр), робота з яким велася з використанням АРМСин.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) відбір синоптичних ситуацій за останні роки, центри яких досягали території України; 2) провести типізацію південних циклонів за траєкторіями їх переміщення 3) визначення середнього вектору руху південних циклонів різних типів та їх вплив на формування погодних умов над територією України в період з 2011 по 2017 рр.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

В третьому розділі присутні три таблиці та чотири графіки, в четвертому розділі одна таблиця та чотири графіки.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
3	Боровська Г.О., к.геогр.н., доц..		

7. Дата видачі завдання 10 березня 2017 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

з/п	Назва етапів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Оцінка виконання етапу	
			У %	За 4-х бальною шкалою
1	Огляд наукової літератури, сучасних Публікацій за темою дослідження.	3.04.17	88	добре
	Формування теоретичної частини диплому			
2	Вибір вихідних даних, робота з архівними Матеріалами АРМСин.	8.04.17	90	відмінно
		8.04.17	95	відмінно
	<b>Перша Атестація</b>	03-08.04.17	<b>91</b>	відмінно
3	Проведення розрахунків, складання таблиць, графіків та гістограм	10.04.17	92	відмінно
4.	Проведення аналізу отриманих результатів Побудова карти середніх векторів руху циклонів	24.04.17	88	добре
		3.05.17	90	відмінно
5	Складання висновків. Редагування тексту.	5.05.17	90	відмінно
	Підготовка презентації та доповіді		90	відмінно
	<b>Друга атестація</b>	03-06.05.17	90	відмінно
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>91</b>	відмінно

Студент \_\_\_\_\_ Довганич Я. В.

( підпис )

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Міщенко Н. М.

( підпис )

(прізвище та ініціали)

## ДОДАТОК А

Довідка

Кафедри метеорології та кліматології

на дипломний проект Довганич Яни Валеріївни на тему:

«Траєкторії південних циклонів та умови погоди пов'язані з ними на території України»

Тема дипломного проекту виконана в рамках кафедральної тематики «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України»

Результати дипломного проекту будуть використані в звітах даної тематики.

Керівник  
дипломного проекту

Міщенко

Н.М.

## ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Фізико-географічний та кліматичний опис території України .....	5
1.1 Загальні властивості синоптичних процесів над Україною.....	13
1.2 Характеристика сезонних особливостей синоптичних процесів .....	17
1.3 Вплив орографії на циклонічну діяльність над півднем Європи .....	17
2 Південні циклони. види та умови формування.....	28
2.1 Типи південних циклонів.....	31
3 Циклонічна діяльність в Україні з 2011-2017 рр. у порівнянні з 1993 – 2000 рр. ....	38
3.1 Повторюваність південних циклонів над територією України з 1945 по 2000 рр. ....	38
3.2 Повторюваність південних циклонів над територією України з 2011 по 2017 рр. ....	42
3.3 Зміни швидкості переміщення південних циклонів різної траєкторії	46
3.4 Погодні умови, пов'язані з виходом на територію України південних циклонів різних типів .....	48
4 Визначення середніх траєкторій південних циклонів при переміщенні на територію України .....	51
Висновки .....	56
Література .....	58
Додаток А.....	60
Додаток Б .....	61

## ВСТУП

Циклонічні утворення, які виходять на територію України у теперішній час, характеризуються більшою інтенсивністю та порівняно меншими, ніж у середині ХХ століття, швидкостями переміщення, які за рахунок створення меридіонального перенесення повітря порушують зональний розподіл метеорологічних величин.

Зміна районів формування циклонів, траєкторій їх переміщення та інтенсивності зумовила зміну територіального розподілу небезпечних та стихійних явищ погоди та їх інтенсивності.

Тип синоптичного процесу, район формування та траєкторія, за якою переміщується циклон, формують його термодинамічну індивідуальність і визначають інтенсивність та локалізацію явищ погоди, створюючи регіональні особливості їх розподілу. Зміна синоптичного процесу, району формування та траєкторій переміщення циклонів, призводить до зміни територіального розподілу явищ погоди та їх інтенсивності.

**Метою** дипломного проекту є проведення типізації південних циклонів за траєкторіями їх переміщення та визначення середнього вектору руху південних циклонів різних типів та їх вплив на формування погодних умови над територією України в період з 2011 по 2017 рр.

В якості вихідних в представленому дипломному проекті використовувалися дані аеросиноптичного матеріалу (карти приземного аналізу та баричної топографії за 2011-2017 рр), робота з яким велася з використанням АРМСин.

Дипломний проект викладений на 78 сторінках і складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків.

## 1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНИЙ ТА КЛІМАТИЧНИЙ ОПИС ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

Україна розміщена на південному заході Східноєвропейської рівнини. На заході території підносяться Українські Карпати, на півдні уздовж Південного берега Кримського півострова - Кримські гори. Із заходу на схід (від 22° до 40° сх. д.) її територія простягається на 1300 км, а з півночі на південь (від 52° до 45° пн. ш.) ~ майже на 900 км. Площа території України становить 603,7 тис. км [8].

На території України розміщуються високі гірські масиви, височини, низовинні рівнини, її оточують теплі моря. Своєрідним кліматом відрізняється Південний берег Криму, Українські Карпати, Кримські гори [8].

Україна розташована у центральній частині Європейського континенту в складних фізико-географічних умовах, що зумовлює своєрідність впливу основних кліматоутворюючих факторів на формування клімату – надходження сонячної радіації, циркуляції атмосфери, а також антропогенної діяльності. Особливості їх прояву залежать від широти місцевості, висоти над рівнем моря, орографії тощо і є індикаторами кліматичних умов місцевості [8].

Клімат України, виходячи із загального уявлення про закономірності його формування, відзначається великою різноманітністю. Україна отримує достатню кількість тепла і вологи, що створює сприятливі природно-кліматичні умови на її території [8].

Особливості регіональної циркуляції атмосфери проявляються у збільшенні континентальності із заходу на схід. Різноманітність клімату також пов'язана з видами підстильної поверхні, що змінюється від рівнинної території до гірської (Українські Карпати, Кримські гори). Широтний хід

метеорологічних величин порушують височини. Значна протяжність морської берегової лінії впливає на клімат прибережних районів [8].

У формуванні клімату України важливу роль відіграє мікроклімат, що проявляється неоднорідністю горизонтальних і вертикальних градієнтів кліматологічних показників внаслідок складної взаємодії діяльної поверхні у системі природних і перетворених ландшафтів [8].

Розгалужена річкова мережа, великі озера, штучні водосховища беруть участь у формуванні своєрідних кліматичних умов, які виникають при взаємодії водних об'єктів з оточуючим суходолом і атмосферою. Велика кількість крупних міст і промислових об'єктів створює специфічний клімат як результат впливу господарської діяльності людини на клімат природного ландшафту [8].

Складність фізико-географічних умов і синоптичних процесів зумовлюють часту повторюваність різних атмосферних, у тому числі і стихійних явищ, які в окремих випадках мають катастрофічний характер і завдають великих матеріальних збитків економіці країни [8].

Сонячна радіація зумовлює нерівномірне прогрівання земної поверхні, що призводить до переміщення повітряних мас – циркуляції атмосфери. Під дією відхильної сили обертання Землі формується зональна циркуляція, яка періодично порушується меридіональним перенесенням повітря [8].

Основними механізмами міжширотного обміну повітряними масами є циклонічна й антициклонічна діяльність, яка виникає у межах планетарної висотної фронтальної зони (ПВФЗ). Циркуляція атмосфери, яка залежить від термічної різниці між материками та океанами має яскраво виражений сезонний характер [8].

У процесі формування клімату радіаційний фактор тісно взаємодіє з циркуляцією атмосфери, яка забезпечує перерозподіл на території тепла та вологи. На територію України досить часто переміщуються морські повітряні маси з північних районів Атлантики (рідше – з центральної частини



Атлантичного океану і Середземного моря) та арктичне повітря з арктичних морів. Однак найбільшу повторюваність має континентальне повітря, яке формується над великими рівнинами Євразії з арктичного або морського повітря помірних широт. За наявності малоградієнтних областей підвищеного тиску територія країни може служити осередком формування континентального повітря. У рідкісних випадках на південному сході під час інтенсивного прогрівання континентальне повітря помірних широт може трансформуватися у тропічне [8].

Повторюваність (5 – 15 %) розташування планетарної висотної фронтальної зони над Україною дає уявлення про інтенсивність синоптичних процесів. Зона максимальної повторюваності ПВФЗ розташовується на північ і південь від країни. Взимку та навесні під впливом термічної неоднорідності суходолу та моря вона формується над Середземним морем. Друга її гілка знаходиться приблизно на 52. пн. ш.. Влітку та восени, коли температурні контрасти більш згладжені, відмічається тільки одна ПВФЗ – над центральними районами Європейської території Росії [8].

У зв'язку з цим найчастіше циклони й антициклони переміщуються за межами України, що є характерною особливістю циркуляції атмосфери над її територією. Циркуляція західного напрямку зі швидким переміщенням баричних утворень на схід та північний схід спостерігається у 40% випадків. Найчастіше вона відмічається наприкінці літа та на початку осені, рідше наприкінці зими та навесні [8].

Синоптичні процеси зі сходу становлять 24,6% і характеризуються впливом антициклонів зі сходу та південного сходу, найбільша їх ймовірність припадає на зиму, найменша – на літо [8].

Під час меридіональної циркуляції атмосфери відбувається інтенсивний міжширотний обмін повітря, повторюваність якого дорівнює 35,4%. Найчастіше така циркуляція буває навесні та на початку літа [8].

Циклонічна діяльність розвивається на арктичній, полярній і рідко тропічній ділянках висотної фронтальної зони. У системах приземних циклонів спостерігаються арктичні і помірні або помірні та тропічні повітряні маси, а під час особливо активних процесів відбувається взаємодія усіх перелічених повітряних мас [8].

У циклонах упродовж всього року середній атмосферний тиск становить 1004 - 1005 гПа. Взимку циклони зміщуються в Україну, у більшості випадків ще не набувши максимального розвитку. Надалі вони поглиблюються і уповільнюють швидкість руху. В інші сезони року надходять циклони, які досягли стадії максимального розвитку, і швидкість переміщення їх зменшується [8].

Взимку середні значення атмосферного тиску в центрі антициклонів досягають 1033 гПа, навесні – 1025, влітку – 1018, восени – 1028. Влітку вплив антициклонів посилюється, здебільшого в процесі розповсюдження виступів або гребнів Азорського максимуму, які під час адвекції холодного повітря у приземному шарі уповільнюють свій рух, але збільшуються за площею. В інші сезони року антициклони, досягнувши території України, послаблюються і починають руйнуватися [8].

У середньому за рік циклонічна діяльність спостерігається 129-136 днів, антициклонічна – 229-242. Максимальне число днів з антициклонічним характером погоди буває восени, мінімальне – взимку, а з циклонічним – максимальне взимку і навесні. Найбільше число циклонів переміщується над Лісостепом, у Степу переважають антициклони [8].

Сезонні особливості циркуляції атмосфери в Україні залежать від глобального розподілу теплих і холодних повітряних мас і проявляються у розподілі поля геопотенціалу у середній атмосфері ( $AT_{500}$ ) та відносного геопотенціалу у шарі 1000 -500 гПа [8].

У зимові місяці над північною Атлантикою формується потужний гребінь тепла, вісь якого спрямована далеко на північ, а улоговина від

основного осередку холоду над Східним Сибіром та басейном Північного Льодовитого океану направлена через Карське море на Біле і далі на південь Франції [8].

У літні місяці баричні градієнти та інтенсивність адвекції повітря значно зменшуються. Осередок холоду зміщується у район Північного полюсу, термічні градієнти незначні і майже не змінюються з широтою. Аналогічним є розподіл і осередненого поля абсолютного геопотенціалу в ці місяці. [8]

Отже, зменшення контрасту температури підстильної поверхні та середньої тропосфери призводить до послаблення інтенсивності синоптичних процесів на півдні Східної Європи [8].

Середні величини альbedo за рік на теренах України змінюються від 24% на півночі до 17% на півдні (за зимовий період від 60% до 25% відповідно). Значні відмінності взимку, в основному, пов'язані зі стійкістю снігового покриву, а влітку вони згладжуються. На території України, яка розмішена в помірних широтах, середньорічна величина сумарної сонячної радіації становить від  $95 \text{ ккал/см}^2$  ( $4200 \text{ МДж/м}^2$ ) на півночі до  $125 \text{ ккал/см}^2$  ( $5200 \text{ МДж/см}^2$ ) на Південному узбережжі Криму за рік [8].

Різницю між поглинутою сонячною радіацією і величиною теплового випромінювання підстильної поверхні називають радіаційним балансом. Він може бути додатним (удень, улітку) і від'ємним (вночі, взимку). Визначається він у тих самих одиницях, що й сонячна радіація –  $\text{МДж/м}^2$ . На півночі середня величина його становить близько  $1700 \text{ МДж/м}^2$ , у центральній частині держави –  $1850 \text{ МДж/м}^2$ , а на півдні – до  $2650 \text{ МДж/м}^2$  [8].

Характеризуючи погоду, говорять про температуру повітря, опади, вологість а також деякі атмосферні процеси [8].

Температура повітря змінюється відповідно до сонячної радіації, а отже знижується з півдня на північ. Середньорічна температура повітря в

Україні коливається від  $+11\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+13\text{ }^{\circ}\text{C}$  на півдні до  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+7\text{ }^{\circ}\text{C}$  на півночі [8].

Пересічна середня температура найхолоднішого місяця (січня) змінюється від  $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$  на північному сході країни до  $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  на Південному узбережжі Криму. В окремі роки спостерігаються зниження середньомісячних температур до  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  [8].

У найтеплішому місяці (липні) середньомісячна температура змінюється від  $+17\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+19\text{ }^{\circ}\text{C}$  на півночі та північному заході країни до  $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+23\text{ }^{\circ}\text{C}$  у південних районах,  $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$  – на Південному узбережжі Криму [8].

Січневі ізотерми мають, в основному, напрямок з північною заходу на південний схід, а липневі — з південного заходу на північний схід. Отже, йдуть вони майже перпендикулярно одні до одних, а тому різниця температур найхолоднішого і найтеплішого місяця (амплітуда температур) змінюється з заходу на схід. Ця особливість клімату пов'язана з зменшенням впливу на нього Атлантичного океану. Водночас посилюється вплив материка, тобто континентальність клімату [8].

Зростання континентальності клімату з заходу на схід підтверджується і тим, що абсолютні мінімальні температури (нижче  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) спостерігаються на сході, а абсолютні максимуми ( $+41\text{ }^{\circ}\text{C}$  ...  $+42\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) - на південному сході України [8].

На рівнинній території України річна кількість опадів також змінюється в напрямку з заходу на схід (від 700 мм на заході Полісся і лісостепу до 300-350 мм у південних районах). Найбільше опадів випадає на гірських хребтах Карпат (в окремих місцях – понад 1500 мм), а у Кримських горах – понад 1000 мм за рік. Кількість опадів розподіляється нерівномірно за сезонами. У теплу пору їх випадає у 2-3 рази більше, ніж у холодну. Винятком є Південний берег Криму, де опади є переважно в холодну пору

року. Це пов'язано з тим, що влітку тут панують повітряні маси з високим тиском і низхідним рухом повітря. Максимальна кількість опадів на більшості території України припадає на червень - липень, причому у червні вона різко зростає порівняно з травнем. Улітку спостерігаються часті грози і зливи, що становлять 200 мм опадів на рівнині й до 300 мм у Карпатах. Різною на території України є середня кількість днів з опадами. На півдні Причорноморської низовини вона коливається від 5 до 9, а у північній і західній частині країни - від 10 до 16 днів за місяць. Найбільше їх взимку, а найменше – в серпні - вересні [8].

Перший сніг випадає наприкінці жовтня - в листопаді. Сталий сніговий покрив утворюється на півночі у кінці листопада і лежить до першої декади квітня. На півдні України сніг вкриває землю у середині грудня, а тане на початку березня. На території країни зими, коли б сніг лежав постійно протягом 3 - 4 місяців, бувають дуже рідко, а у південних районах половина зими не має стійкого снігового покриву. Висота снігового покриву на Поліській низовині змінюється від 30 до 20 см, а в Причорномор'ї – до 10 см. Сильні вітри на півдні часто здувають сніг з відкритих місць у долини річок, балки, що не дає можливості створити достатній запас вологи на полях [8].

Зима в Україні характеризується морозною погодою з випаданням снігу і встановленням снігового покриву. Триває вона 4 – 3 місяці, а починається у кінці листопада – на початку грудня, коли утворюється сталий сніговий покрив. Сніг впродовж зими декілька разів сходить і випадає знову. Приходить зима в Україну з північного сходу і найпізніше досягає Кримського півострова. Для неї характерна значна мінливість погодних процесів: сильні похолодання часто змінюються різкими потепліннями з відлигами; періоди хмарної і теплої погоди з опадами у вигляді мокрою снігу і дощу змінюються безхмарною погодою. Відлиги (8 – 10 днів протягом зими) охоплюють більшу частину території, іноді і всю країну, що спричиняється перенесенням теплих повітряних мас з Атлантики [8].

Весна на теренах України найраніше настає на південному заході і широко просувається на північний схід. Бувають заморозки, викликані вторгненням холодного арктичного повітря з півночі. Весна закінчується цвітінням акації. Якщо середньодобова температура переходить через +15 °С, настає літо [8].

Літо тепле, на півдні – спекотне. Максимальні температури повітря спостерігаються в серпні. Цей місяць характеризується часто безхмарною посушливою погодою. На всій території України влітку проходять грози та зливові дощі. На літо припадає близько 40% річної норми опадів. Тільки в південних районах літо посушливе [8].

Осінь у нас порівняно тепла і тривала, з ясними сонячними днями та прохолодними ночами, нерідко з заморозками. Негода з затяжними дощами, низькими температурами повітря настає в кінці осені (жовтень-листопад). Найбільше вона відображена на заході та півночі країни [8].

У помірно-континентальній області клімату України виділяють на рівнині атлантико-континентальну і континентальну під області, а у Карпатах – карпатську і закарпатську [8].

На Південному березі Криму погода взимку визначається впливом помірних повітряних мас, а влітку – тропічних. Тому опади тут характерні в основному взимку, бувають і у вигляді снігу, але сніговий покрив не утворюється. Літо сонячне, сухе і спекотне [8].

У літній період на території України часто спостерігаються грози, 25 - 30 днів (у Карпатах – до 40), які супроводжуються зливами, інколи градом. Град випадає на рівнинах 2 - 3 рази, а в Карпатах - до 4 - 6 разів [8].

15-30 днів у році з туманами (в горах до 130 днів). Значної шкоди сільському господарству завдають заморозки, восени (з другої половини вересня) і навесні (квітень - травень) [8].

Взимку для всієї території України характерні ожеледі, тривалість яких коливається від кількох годин до 10 днів і більше. Ожеледдю називають

удільний шар льоду, що утворюється на гілках дерев, телефонних та електропроводах, а також на поверхні землі при температурі від 0 °С до -3 °С внаслідок замерзання крапель дощу, мряки чи туману. Ожеледь, яка покриває дорогу називають ожеледицею. Хуртовини в Україні найчастіше спостерігаються у січні – лютому. Річна кількість днів з хуртовинами зменшується від 20 - 25 днів на північному сході країни до 3 - 5 днів на південному заході. На Донецькому кряжі 25 - 29 днів з хуртовинами, у Кримських горах – близько 35 днів. У Закарпатті та на Південному березі Криму в окремі зими хуртовин не буває [8].

У літній період (інколи навесні та восени) виникають посухи, котрі повторюються, як правило, через 2 - 3 роки і завдають чималих збитків сільському господарству, особливо на півдні та південному сході країни. У весняно-літній період спостерігаються пилові бурі, тривалість яких коливається від кількох хвилин до кількох діб [8].

### 1.1 Загальні властивості синоптичних процесів над Україною

Сонячна радіація зумовлює нерівномірне прогрівання земної поверхні, що призводить до переміщення повітряних мас – циркуляції атмосфери. Під дією відхильної сили обертання Землі формується зональна циркуляція, яка періодично порушується меридіональним перенесенням повітря [8].

Основними механізмами міжширотного обміну повітряними масами є циклонічна й антициклонічна діяльність, яка виникає у межах планетарної висотної фронтальної зони (ПВФЗ). Циркуляція атмосфери, яка залежить від термічної різниці між материками та океанами має яскраво виражений сезонний характер [8].

У процесі формування клімату радіаційний фактор тісно взаємодіє з циркуляцією атмосфери, яка забезпечує перерозподіл на території тепла та вологи. На територію України досить часто переміщуються морські повітряні маси з північних районів Атлантики (рідше – з центральної частини Атлантичного океану і Середземного моря) та арктичне повітря з арктичних морів. Однак найбільшу повторюваність має континентальне повітря, яке формується над великими рівнинами Євразії з арктичного або морського повітря помірних широт. За наявності малоградієнтних областей підвищеного тиску територія країни може служити осередком формування континентального повітря [8].

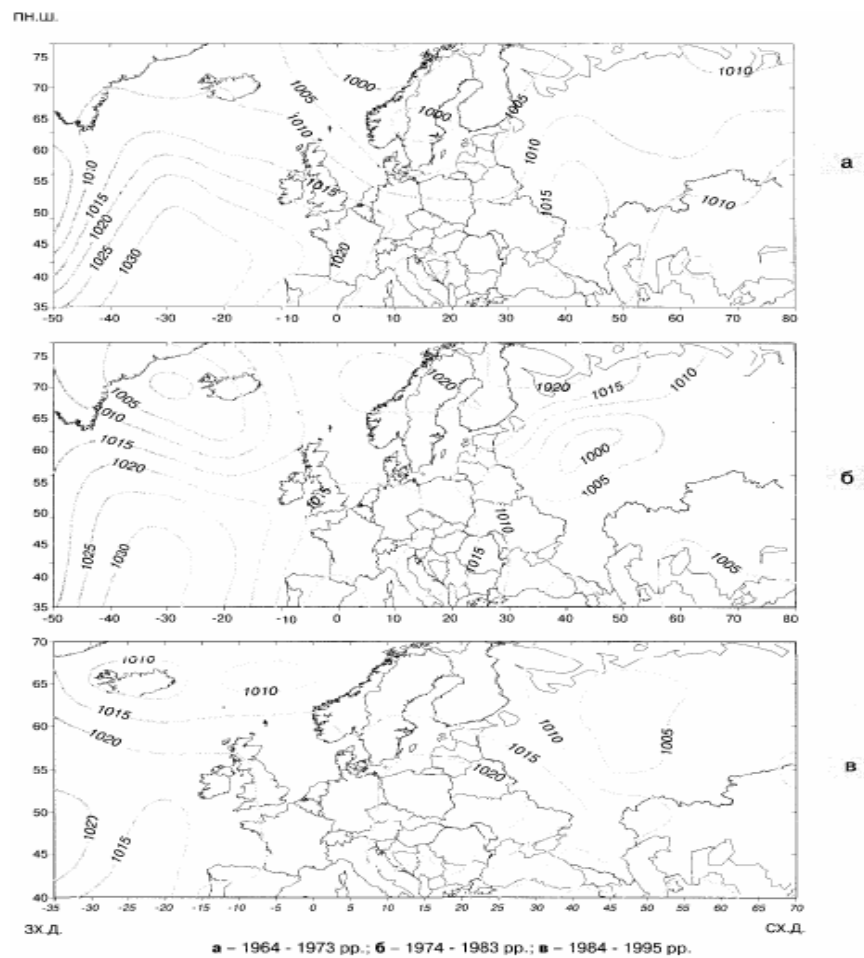


Рис. 1.1. Еталонні поля приземного атмосферного тиску (гПа). Липень [8]



У рідкісних випадках на південному сході під час інтенсивного прогрівання континентальне повітря помірних широт може трансформуватися у тропічне. Перенесення повітряних мас відбувається за різних синоптичних процесів, які відрізняються масштабами формами та сезонними відмінностями, що зумовлює часту зміну та складність погодних умов [8].

Аналіз циркуляції атмосфери за останні роки дозволив виділити деякі її характерні особливості в Україні:

- послаблення активності синоптичних процесів за рахунок міжширотного тепло- та вологообміну;
- різноманітність та складність сезонних змін циркуляції атмосфери;
- послаблення циклонічної діяльності та посилення антициклонічної.

Повторюваність (5 - 15%) розташування планетарної висотної фронтальної зони над Україною дає уявлення про інтенсивність синоптичних процесів. Зона максимальної повторюваності ПВФЗ розташовується на північ і південь від країни. Взимку та навесні під впливом термічної неоднорідності суходолу та моря вона формується над Середземним морем. Друга її гілка знаходиться приблизно на 52 пн.ш. Влітку та восени, коли температурні контрасти більш згладжені, відмічається тільки одна ПВФЗ – над центральними районами Європейської території Росії. У зв'язку з цим найчастіше циклони й антициклони переміщуються за межами України, що є характерною особливістю циркуляції атмосфери над її територією. Циркуляція західного напрямку зі швидким переміщенням баричних утворень на схід та північний схід спостерігається у 40% випадків. Найчастіше вона відмічається наприкінці літа та на початку осені, рідше – наприкінці зими та навесні [8].

Синоптичні процеси зі сходу становлять 24,6% і характеризуються впливом антициклонів зі сходу та південного сходу, найбільша їх ймовірність припадає на зиму, найменша – на літо [8].

Під час меридіональної циркуляції атмосфери відбувається інтенсивний міжширотний обмін повітря, повторюваність якого дорівнює 35,4%. Найчастіше така циркуляція буває навесні та на початку літа [8].

Циклонічна діяльність розвивається на арктичній, полярній і рідко тропічній ділянках висотної фронтальної зони. У системах приземних циклонів спостерігаються арктичні і помірні або помірні та тропічні повітряні маси, а під час особливо активних процесів відбувається взаємодія усіх перелічених повітряних мас. На територію України циклони переміщуються з різних напрямів, окрім східного, а акваторія Чорного моря та Українські Карпати є осередками місцевого циклогенезу. У циклонах упродовж всього року середній атмосферний тиск становить 1004 - 1005 гПа. Взимку циклони зміщуються в Україну, у більшості випадків ще не набувши максимального розвитку. Надалі вони поглиблюються і уповільнюють швидкість руху. В інші сезони року надходять циклони, які досягли стадії максимального розвитку, і швидкість переміщення їх зменшується [8].

Взимку середні значення атмосферного тиску в центрі антициклонів досягають 1033 гПа, навесні – 1025, влітку – 1018, восени – 1028. Влітку вплив антициклонів посилюється, здебільшого в процесі розповсюдження виступів або гребенів Азорського максимуму, які під час адвекції холодного повітря у приземному шарі уповільнюють свій рух, але збільшуються за площею. В інші сезони року антициклони, досягнувши території України, послаблюються і починають руйнуватися [8].

У середньому за рік циклонічна діяльність спостерігається 129 - 136 днів, антициклонічна – 229 - 242. Максимальне число днів з антициклонічним характером погоди буває восени, мінімальне – взимку, а з

циклонічним – максимальне взимку і навесні. Найбільше число циклонів переміщується над Лісостепом, у Степу переважають антициклони [8].

## 1.2 Характеристика сезонних особливостей синоптичних процесів

Сезонні особливості циркуляції атмосфери в Україні залежать від глобального розподілу теплих і холодних повітряних мас і проявляються у розподілі поля геопотенціалу у середній атмосфері ( $AT_{500}$ ) та відносного геопотенціалу у шарі 1000 -500 гПа ( $BT_{500/1000}$ ).

У зимові місяці над північною Атлантикою формується потужний гребінь тепла, вісь якого спрямована далеко на північ, а улоговина від основного осередка холоду над Східним Сибіром та басейном Північного Льодовитого океану направлена через Карське море на Біле і далі на південь Франції.

У літні місяці баричні градієнти та інтенсивність адвекції повітря значно зменшуються. Осередок холоду зміщується у район Північного полюсу, термічні градієнти незначні і майже не змінюються з широтою. Аналогічним є розподіл і осередненого поля абсолютного геопотенціалу в ці місяці.

Отже, зменшення контрасту температури підстильної поверхні та середньої тропосфери призводить до послаблення інтенсивності синоптичних процесів на півдні Східної Європи [8].

## 1.3 Вплив орографії на циклонічну діяльність над півднем Європи

Нарівні з загально циркуляційними умовами на циклонічну діяльність над Чорним і Середземним морями, як вже згадувалося вище, великий вплив надають унікальні в своєму роді орографічні особливості району, що досліджується [4].

Фізика взаємодії натікаючого повітряного потоку з ізольованою гірською перешкодою встановлена вже давно, починаючи з класичної роботи І.А.Кібеля [4]. Фізична схема такого процесу досить проста – на навітряній стороні гірського хребта циклон має тенденцію до заповнення, а при його перевалюванні, тобто на підвітряній стороні, циклон заглиблюється. Останній процес власне і іменується орографічним циклогенезом. Теоретичне виведення І.А.Кібеля в подальшому повністю підтвердилося при аналізі умов перевалювання циклонів через ізольовані гірські масиви Уралу і Скандинавії, [5] меридіонально орієнтовані по відношенню до ведучого західного перенесення повітряної маси.

Для району, що досліджується характерна складна система гірських хребтів на півдні Європи і в Малій Азії, по-різному орієнтованих як відносно переважаючого повітряного потоку, так і один одного. Це приводить до вельми складної картини спотворення характеру несучого потоку, з одного боку, і неоднозначному, а часом і відмінному від класичної схеми орографічного циклогенезу, з іншою [4, 5].

Балканські гори – велика гірська система в Болгарії (західні відроги також на території сучасної Сербії). Перетинають Болгарію з заходу на схід, ділить її на Північну і Південну Болгарію. Довжина гір – близько 555 км, висота до 2376 м (гора Ботев). Є природним продовженням Південних Карпат, пересічених річкою Дунай поблизу Залізних воріт. На сході в південній половині Болгарії підіймаються гірські масиви Ріла (до 2925 м, г. Мусала – вища вершина півострова), Пірін (г. Віхрен, до 2914 м) і Родопи (г. Голям – Перелік, до 2191 м). Північніше, через середину Болгарії, орієнтованої широтно-пологої дугою простягається хр. Стара-Планіна

(Балкани), на заході відгинають на північний захід і північ, і що йдуть по межі з Югославією. Найбільш високий він у середній частині (г. Ботев, до 2376 м). На заході вздовж узбережжя Адріатичного моря простягається обширне Дінарське нагір'я, розташоване в Югославії і частково на півночі Албанії (гори Проклетіє в Північно-Албанська Альпах з вершиною Езерца – 2692 м, хребет Дурмітор в Югославії – 2522 м). На кордоні Албанії та Югославії гори Кораб досягають 2764 м. гориста і південна частина півострова, де р. Олімп в Греції піднімається до 2917 м, а що тягнуться на захід від гори Пінд – 2637 м. Гори південній частині півострова тривають на о. Крит (до 2456 м).

Дуга Карпатських гір охоплює територію Чехословаччини, Угорщини, Польщі, Румунії. У ній виділяють три головних відрізка; Західні, Східні, що включають Українські, та Південні Карпати, або Трансільванські Альпи. Найвища точка Карпат – г. Герлаховський Щит на масиві Татри – досягає 2655 м. Східні Карпати мають максимальну висоту (на румунській території) 2305 м (г. Пьетрос на масиві Родна). Південні Карпати (у Румунії) піднімаються до 2543 м (г. Молдовяну на масиві Фегераш) [5].

Українські Карпати - ланка величезної (близько 1500 км завдовжки) дуги Карпат, що відноситься до Східних Карпат, південна половина яких знаходиться в Румунії. Українські Карпати в основному середньовисотні, не досягають снігової лінії і позбавлені сучасних льодовиків. Лише на масиві Чорногора, більшою своєю частиною належить до головного вододілу, кілька вершин мають більш 2000м, у тому числі вища точка Українських Карпат г. Говерла – 2061 м [4].

Зупинимось більш детально на цих питаннях, оскільки орографічний ефект грає помітну роль як при виникненні південних циклонів в басейнах Чорного і Середземного морів, так і при подальшому їх (циклонів) переміщенні на територію України.

Середземне море з прилеглими до нього прибережними територіями утворює єдину географічну область, яка характеризується особливим середземноморським кліматом. Специфіка кліматичних умов визначається внутрішньоматериковим положенням великих водних просторів, що пов'язані між собою. Відмітна особливість Середземноморського району - це оточення його з усіх боків гірськими масивами (за виключенням південно-східної частини). Гори досить високі і надають великий вплив на атмосферну циркуляцію над всім Середземномор'ям, перешкоджаючи вільному поширенню потоків холодного повітря. Середземноморська область відома як сезонний центр дії атмосфери під назвою "середземноморський зимовий циклон". Ця назва зумовлена активізацією циклонічної діяльності в холодний період і послабленням її в теплий, завдяки поширеній улоговині низького тиску, яка в холодне півріччя своїм походженням зобов'язана самому Середземному морю, яке має значно більш теплу водну поверхню в порівнянні з навколишніми прибережними районами [4].

Циклонічна діяльність взимку розвивається в сприятливих термічних умовах, зумовлених орографією. Холодні повітряні маси розташовуються над Європою на північ від гірських хребтів, які перешкоджають руху холодного повітря в район Середземного моря, тоді як тропічні повітряні маси атлантичного і африканського походження безперешкодно розповсюджуються на Середземноморський басейн. Внаслідок цього над Середземномор'ям зимою утворюється широтна фронтальна зона з великими температурними градієнтами. Вона охоплює досить могутній шар тропосфери і має сезонний квазістаціонарний характер. Саме вздовж цього фронту виникає і розвивається більшість середземноморських циклонів [3].

При вторгненні мас холодного повітря з північного заходу на територію Франції вздовж гірських схилів і в районі між Піренеями і Альпами спостерігається згущення ізотерм і перебудова паралельних ізогіпс в систему, що збігаються. У той же час над західною частиною Середземного

моря горизонтальні градієнти температури і тиску істотно не змінюються. Внаслідок цього тут виникає дельта висотної фронтальної зони, під областю якої відбувається посилення динамічного падіння тиску і виникнення циклону. Таким чином, над Генуезькою затокою внаслідок фізико-географічних особливостей району завжди виникає область низького тиску, якщо над Європою спостерігається меридіональне перенесення і здійснюється вторгнення мас холодного повітря на територію Франції [3].

Одночасно під впливом таких високих гірських хребтів як Піренеї і Альпи (середня висота їх більше за 2000 м), поле ізогіпс помітно деформується. У районі між хребтами виникають зони ізогіпс, що розходяться і збігаються. У подальший момент часу поле ізогіпс під впливом виникаючих динамічних змін тиску буде змінюватися, і дельта висотної фронтальної зони стає більш різко вираженою. Падіння тиску, що охоплює великий район, призводить до циклогенезу на підвітряному боці хребта. У басейні Середземного моря і прилеглих до нього районах циклогенез подібного тилу може мати місце над півднем Франції між Піренеями і Альпами і бути причиною виникнення генуезького циклону.

Циклони починають інтенсивно формуватися в жовтні, коли температура повітря над сушею швидко знижується і різко зростають термічні градієнти. Кількість циклонів збільшується в порівнянні з вереснем в 2,5 рази. У грудні-лютому полярний фронт, що зміщається зимою на Середземне море, зумовлює розвиток інтенсивної циклонічної діяльності. Зона найбільшої повторюваності циклонів в цей період займає велику площу, захоплюючи Лігурійське і Тірренське моря, Апеннінський півострів, частково Адріатичне і Іонічне моря. У цих районах спостерігаються часті вторгнення холодних повітряних мас з півночі, що супроводжуються шквалами, грозами, дощами і снігом. На початку весни повторюваність циклонів зменшується на 20 – 25% і лише в районі о. Кіпр вона залишається незмінною. Після того, як в травні відбувається остаточна перебудова

баричного поля, повторюваність циклонів в порівнянні із зимою зменшується в 2 – 2,5 рази. У літній період полярний фронт займає найбільш північне положення, і в липні лише в самих північних районах Середземного моря ще виявляється слабка циклонічна діяльність. У липні-вересні в південно-східній частині моря південніше за 40° пн. ш. циклони практично відсутні.

Зробимо ще деякі додаткові пояснення. Найбільш сприятливі умови для локального орографічного циклогенезу створюються при наявності двох гірських хребтів, розташованих під деяким кутом один до одного так, що один з них є як би продовженням іншого (як і при взаємному розташуванні Піренеїв і Альп). У тому випадку, коли повітряні течії в нижній половині тропосфери не паралельні хребтам, а складають з останніми значний кут, вздовж хребтів відбувається збільшення контрастів температури, в той час як по іншу сторону хребта положення ізотерм змінюється мало. Дивергенція ізотерм найбільш інтенсивної буде в безпосередній близькості від району, де хребти міняють свій напрям.

У роботі [6] викладена теорія інтенсивного орографічного циклогенезу на підвітряній стороні Альп, орієнтованих перпендикулярно натікаючому повітряному потоку. Виявилось, що вирішальним фактором у випадку інтенсивного альпійського циклогенезу є попереднє існування хвильового пакету, що переміщується до Середземного моря. Ключовою ознакою такого розвитку є поглиблення висотної улоговини над Альпами. При поглибленні циклону в цьому випадку відмічається дві стадії: в першій падіння тиску відбувається дуже швидко, а після того як підвітряний циклогенез починає простежуватися у всієї тропосфері, еволюція циклону вступає у другу менш інтенсивну стадію. Викликане горою збурення в кінцевому результаті має форму диполя типу "високе-низьке" з північно-південною орієнтацією. Горизонтальний масштаб цього збурення такого ж порядку, що і довжина хвилі Россбі.



З приведенного вище слідує що, як експериментальні, так і теоретичні дослідження дають в принципі однакове пояснення циклогенезу в західній частині Середземного моря.

Орографічна еволюція баричного поля впливає істотний чином і на переміщення циклонів, принципово відмінне від рівнинної місцевості. Суворо кажучи, сам термін "переміщення циклону" в гірській, місцевості носить умовний характер. Так, еволюцію баричного поля при переміщенні через Дінарські Альпи можна в загальних рисах описати таким чином [7]. Циклони, що наближаються із заходу до хребта, звичайно добре розвинені і тому значна по нормалі до лінії хребта складова швидкості вітру в нижньому шарі повітря сприяє додатковому орографічному зростанню тиску на навітряній і падінню на підвітряній стороні хребта. Депресія починає внаслідок цього витягуватися в напрямі потоку. На сході від Дінарських Альп, над Угорською низовиною виникає область зниженого тиску, як правило, зі слабкими баричними градієнтами, яка зміщається далі на схід. Це є найважливішою особливістю еволюції циклонів при переміщенні їх з Адріатичного моря через Дінарські Альпи. Головна причина цього процесу полягає в тому, що в тилу області зниженого тиску, що утворилася у підвітряної сторони гір над Угорською низовиною, відсутня інтенсивна адвекція холоду, чому перешкоджають Альпи, повернені до північного заходу від цього району. Незважаючи на північно-західні і північні потоки, які можуть спостерігатися на сході від Дінарських Альп, адвекція холоду в тилу циклону незначна, і над Угорською низовиною він істотного розвитку не отримує, тому звичайно з Середземного моря на Угорську низовину, а потім і на Україну вийдуть слабо розвинуті циклони [7].

Відмітимо ще одну особливість еволюції циклону у Дінарських Альп. У цьому районі циклон, що досить часто "затримався" на навітряній стороні гір, продовжує тривалий час існувати нарівні з циклоном, що утворився над Угорською низовиною.

У ряді випадків у Дінарських Альп спостерігається сегментація циклону з малорухомих центром, розташованим над центральними або північними районами Італії. Це і є випадок приватного орографічного циклогенезу на периферії стаціонарного циклону. Умовою утворення приватного циклону над Угорською низовиною є наявність значних баричних градієнтів в нижньому шарі атмосфери на периферії основного циклону. При цьому виникає позитивна дивергенція швидкості в нижньому шарі атмосфери у підвітряної сторони гір і негативна у навітряної. У цьому випадку над низовинами утворюються окремі невеликі циклони, які як би "відгалужуються" від основного циклону і переміщуються далі на схід. Це мало інтенсивні, часто незначні по площі, що займається, циклони. Вихід їх на Україну може грати істотну роль в зміні погоди над окремими районами, особливо якщо з'являються сприятливі для поглиблення цих циклонів умови.

Отже, для процесу орографічної еволюції середземноморського (генуезького) циклону у Дінарських Альп характерно поширення області зниженого тиску в східному напрямі при появі над низовинами декількох центрів зниженого тиску (багато центрована депресія) при загальному ослабленні баричних градієнтів. При цих умовах орографічна багато центрована депресія може іноді зберігатися на протязі декількох діб (аж до тижня); відбувається лише її поширення на схід і північний схід на райони Карпат і Україну. Така південно-європейська депресія утворюється в основному в холодний час року при південно-західних потоках в середній тропосфері над Угорською низовиною, Адріатичним морем, Балканами і суміжними територіями.

Таким чином, вихід генуезьких циклонів з акваторій Адріатичного моря через Карпати на Україну - це є ні що інше як поширення на ці райони багато-центрової орографічної депресії. Південні циклони такого типу, як правило, мало інтенсивні. Однак, якщо на райони Угорської низовини розповсюджується адвекція холоду, завдяки антициклону або його відроду,

розташованому над Західною або Центральною Європою, то на Україну виходить більш або менш розвинений південний циклон, зі значними баричними градієнтами. Адвекція холоду в цьому випадку сприяє розвитку східної частини багато центрної депресії і відособленню цієї області зниженого тиску в окремий, самостійний циклон, не пов'язаний вже із загальною депресією, яка згодом зникає [7].

Чим більше макрошорсткість поверхні суші, тим більше вона надає гальмуючий вплив на швидкість переміщення баричних утворень. Пагорби з малими висотами практично не міняють їх швидкість. З наближенням до гірських хребтах швидкість переміщення цих утворень убуває. Гальмуючий ефект гір прямо пропорційний висоті гір. При висоті гір близько 1 км низькі баричні утворення сповільнюють свій рух. Проте при великих швидкостях потоків у тропосфері вони не роблять істотного впливу на переміщення і еволюцію циклонів і антициклонів. Перед горами заввишки більше 1 км середні і високі баричні освіти відчувають гальмуючий ефект і можуть стаціонаувати. Високі гори затримують низькі і холодні антициклони.

Оскільки гірські хребти грають роль гребнів, то циклони прагнуть обігнути меридіально орієнтовані гірські хребти за годинниковою стрілкою. Цей ефект на фоні загального переносу, обумовленого термобаричною структурою атмосфери, не завжди виявляється і циклони часто перетинають гірські хребти. Цей ефект відходу хребта із півночі яскравіше виражений, коли циклони повільно зміщуються із заходу. Компонента швидкості потоку  $S_x$  нормальна до хребта  $C$  (рис. 1.1).

З підходом баричного утворення компонента  $S_y$  ще більше збільшується. Якщо ж циклон зміщується з південного заходу, то огинання гірського хребта за годинниковою стрілкою більш імовірно. Тим самим напрямок висотних потоків зумовлює значною мірою напрямок руху баричне освіти щодо гірського хребта. У деяких випадках циклон не огинають хребет, а перевалюють через нього майже вздовж паралелі або під кутом з північного

заходу на південний схід, або проходять південніше, тобто огинають хребет проти годинникової стрілки. Це може бути при інтенсивної орієнтованої вздовж широти ВФЗ.

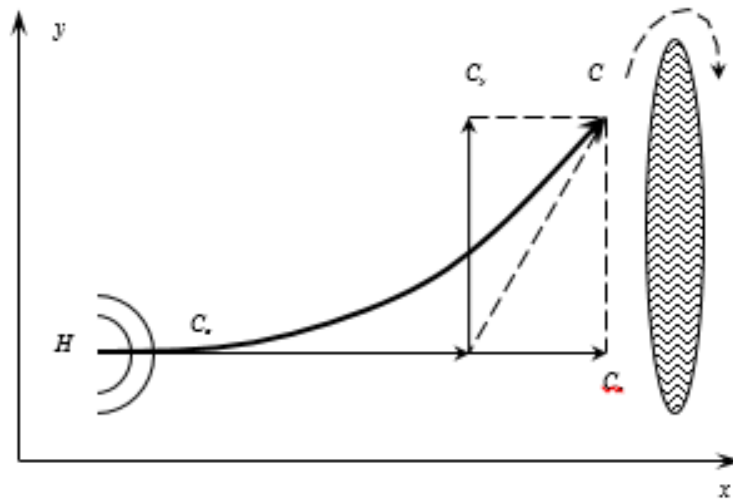


Рис.1.2. Зміна напрямку руху циклону під впливом гірського хребта [1]

Відповідно до М. І. Юдіна, переміщення баричних центрів без урахування впливу гір, визначається осередненим просторовим ведучим потоком за формулою:

$$M = 0,72 \sum_{r=660}^6 H_{850} - 0,30 \sum_{r=330}^6 H_{850} - 1,3H_{850} + H_{500} + 2,8H_{700} + n(\varphi), \quad (1.1)$$

де  $M$  – функція просторового розподілу геопотенціальних висот ізобаричних поверхонь 850, 700 и 500 гПа;  $n(\varphi) = 0,67(\varphi - 55,5^\circ)$  – величина, яка урахує зміну параметра Коріоліса з широтою. Індекс суми означає додавання по 6-и точках в радіусі 660 та 330 км.

Додаткові швидкості за рахунок впливу рельєфу (за Дубовим А.С.) можуть бути визначені допомогою співвідношень  $c_x = -0,031 \frac{g}{l} \frac{\partial h}{\partial y}$ ,

$c_y = 0,031 \frac{g}{l} \frac{\partial h}{\partial x}$ , де  $h$  – висота рельєфу (м),  $\frac{\partial h}{\partial x}$ ,  $\frac{\partial h}{\partial y}$  – характеризують крутизну

схилу гірського хребта.

Перевірка показала, що з введенням поправки по Дубову кутова помилка в розрахунку траєкторій циклонів зменшується. Під впливом рельєфу центри циклонів набувають додаткову швидкість («ефект Дубова»). Орографічна поправка до швидкості становить у середньому 5...10 км/год. Максимальний орографічний приріст швидкості виявляється на ділянці траєкторії, де кривизна обтікання гірського хребта найбільша.

## 2 ПІВДЕННІ ЦИКЛОНИ. ВИДИ ТА УМОВИ ФОРМУВАННЯ

Циклони, які зміщуються з найбільш південних широт з великою південною складовою, називаються південними. Як приватний процес циклогенезу південні циклони виникають після завершення меридіонального макроциркуляційного перетворення та формування сприятливого циклогенезу термобаричного поля [1].

У західному потоці постійно спостерігаються обурення (орографія, спонтанні процеси перетворення), які призводять до коливального хвильовому рухові. Теорія виникнення таких полі пов'язується з умовами вихроутворенням в атмосфері. Так, в баротропній атмосфері (де  $\rho = \rho(p)$  або  $\rho = \rho(\Gamma)$ ) при відсутності вертикальних рухів абсолютний вихор швидкості для індивідуальної маси повітря є величина постійна, тобто

$$\Omega_a = \Omega + l = \text{const.} \quad (2.1)$$

У зональному потоці завжди є умови для циклонічного або антициклонічного завихренності, пов'язані з особливостями розподілу швидкостей вітру в потоці. Припустимо, що-є наступне розподіл швидкостей (рис. 1.1), при якому  $u_1 < u_2 < \dots < u_j$ .

У будь-якій точці потоку легко встановити знак відносного вихору швидкості  $\Omega_z = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$ . Направимо вісь  $x$  вздовж потоку, тоді  $\frac{\partial v}{\partial x} = 0$ .

У точці « 0 » приращення  $\frac{\partial u}{\partial y} < 0$  [1].

Отже,  $\Omega > 0$ , т. е. спостерігається циклонічна завихореність. Частинки повітря в цьому потоці набувають з часом характерний циклонічний вигин, а маси повітря-все більш північну складову по циклонічних зігнутої траєкторії. Зі збільшенням широти зростає величина  $l = 2 \sin \varphi$ , що супроводжується

убуванням відносного вихору швидкості  $\Omega$ , а значить, і зменшенням циклонічної кривизни. Подальший рух маси повітря на північ призведе до переходу  $\Omega$  через нуль і появи від'ємного значення  $\Omega$  - антициклонічного вигину в траєкторії потоку повітря. Виникає зворотна, на південь, спрямованість потоку. При цьому,  $l$  убуває, а  $\Omega$  зростає - збільшується циклонічний вигин. При подальшому переході  $\Omega$  через нуль виникає новий цикл руху [1].

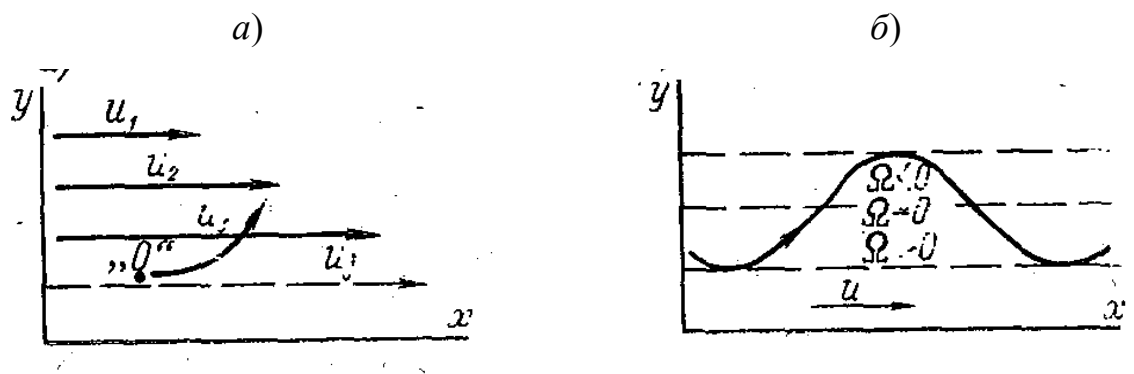


Рис. 2.1. Виникнення завихреності (а) і хвильових коливань (б) в зональному потоці [1]

Крім зазначеної причини, виникнення хвиль в горизонтальному потоці знаходиться в прямій залежності від градієнта швидкості  $\frac{\partial u}{\partial \varphi}$ . Згідно Кочин, зміна швидкості зонального потоку на 11 м/с і більше на градус меридіана призводить до втрати стійкості зонального руху і виникнення хвиль в тропосфері. Отже, в реальній атмосфері виникають вигини ВФЗ і СТ і їх меридіональні перетворення. Це тягне за собою перебудову термобаричного поля, формування сприятливих умов для виникнення і розвитку південних циклонів [1].

Синоптичний процес, що передуює виникненню південного циклону, характеризується стаціонаванні західного циклону над півднем Скандинавії

або Західною Європою. Висотна барична улоговина орієнтована з північного сходу на південний захід - частіше на західні райони Середземномор'я. Місце виникнення південного циклону і його подальша траєкторія залежать від конкретної географічної локалізації висотної улоговини. Розрізняють такі, названі за місцем їх виникнення під ВФЗ, південні циклони, що рухаються на ЕТС: генуезькі, балканські, угорські та чорноморські (рис. 2.2) [1].

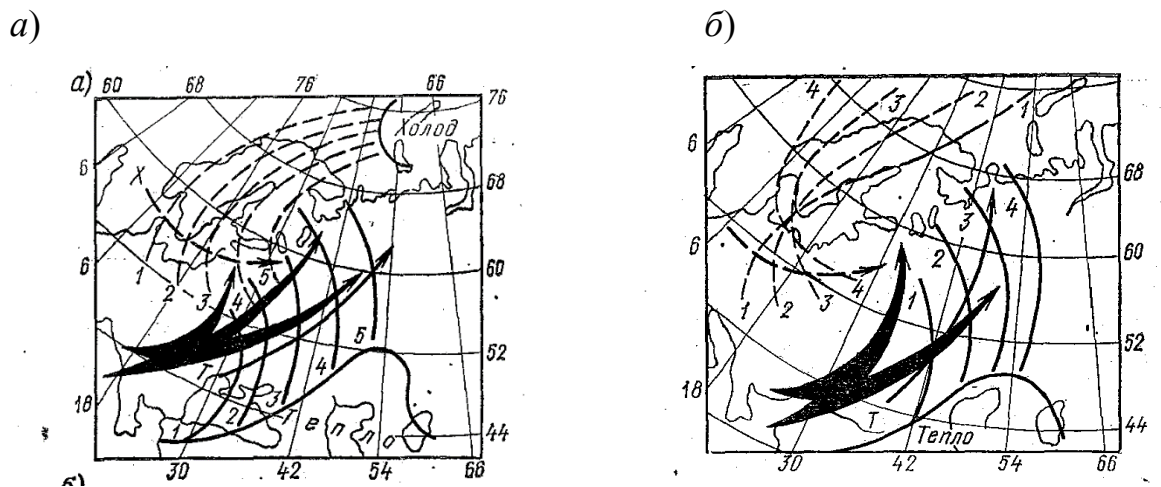


Рис. 2.2. Траєкторії південних циклонів (за автором): а) балканські; б) чорноморські [1]

Південні циклони виникають у підставі висотної улоговини, під її передньою частиною, де відзначаються великі горизонтальні градієнти температури  $\frac{\partial T}{\partial n}$ . Це добре простежується на мапі  $OT_{1000}^{500}$ . У свою чергу термічний вітер викликає вітри на висотах. Дійсно, зі збільшенням  $V_T = \frac{g}{l} \frac{\Delta z}{T_m} \frac{\partial T}{\partial n}$  посилюється і вітер в середній і верхній тропосфері, оскільки  $V = V_0 + V_T$ . Чим більше швидкість вітру, тим більше запаси кінетичної енергії, що витрачаються на процеси вихроутворення [1].

Вихід південних циклонів супроводжується значним збільшенням баричних градієнтів в сполученій зоні з антициклоном, розташованим над центральними або східними районами ЕТС. Взимку великі зони хуртовин,



поширюються вздовж траєкторії в більш північні широти. Характерною особливістю всіх південних циклонів є винос теплих і вологих мас повітря з субтропічних районів. Навесні південні циклони викликають швидкий схід сніжного покриву і раннє повінь. Влітку такі циклони нерідко супроводжуються рясними облоговими опадами, а на холодних фронтах і фронтах оклюзії виникають грози, зливи та шквали [1].

Достаток тривалих опадів серії південних циклонів може призвести до катастрофічних руйнувань, як це було 7-8 червня 1969 повінь заподіяло значні збитки народному господарству на заході України. Були зруйновані мости на річках, гірськими обвалами пошкоджені дороги, закрито. 30 перегонів на 3...5:00. Загальний збиток на Львівській залізниці дорозі склав близько 100 млн. рублів [1].

Дослідження синоптичних і термодинамічних умов розвитку південних циклонів проводилися С. Н. Чехович, В. М. Курганській, В. А. Безкровним, Н. Н. Вельск, Л. Ф. Богатир, В. І. Бущуком, О. А. Бущук і багатьма іншими [1].

## 2.1 Типи південних циклонів

**Тип I** включає дві найбільш характерні траєкторії південних циклонів. По першій траєкторії переміщаються циклони, що утворилися в районах Італії, Середземного моря, Угорської низовини, Прикарпаття. Рухаються вони з південного заходу на північний схід через північно-західні райони України. Найчастіше такі циклони спостерігаються осінню (34 %) і зимою (29 %). Тиск в їх центрах над територією України меншає, але досягає мінімальних значень за її межами. Середня швидкість переміщення таких

циклонів при проходженні через територію України дорівнює близько 40 км/год. По такій траєкторії в середньому за рік проходить 5 циклонів [2].

Висотне баричне поле середньої тропосфери характеризується наявністю висотного деформаційного поля, основним елементом якого є холодний циклон над Баренцовим морем з глибокою улоговиною, орієнтованою через Прибалтику на західні райони Середземного моря; в цій улоговині над Балтійським морем, як правило, утворюється циклон. Антициклонічним компонентом деформаційного поля є два теплих гребня: один над Атлантикою, другою – над Середньою Азією [2].

У цьому деформаційному полі виділяються дві фронтальні зони. Перша проходить з Атлантики через Францію на Середземне море, друга – з Балканського півострова через центральні райони Європейської території СНД і далі на північний схід. При значній адвекції холоду в західні райони Середземного моря відбувається загострення висотної фронтальної зони і утворення циклонів над північно-західними районами Середземного моря і Францією. Циклони переміщуються вздовж висотної фронтальної зони через північно-західні райони України. Потрібно відмітити, що в одних випадках циклони зміщуються до північного сходу, в інших - на північ. У першому випадку це відбувається при наявності циклогенезу, а у другому – антициклогенезу над північним заходом Росії. Частіше за все ці циклони переміщуються з Середземного моря (63 %) і становлять 23 % від всієї кількості південних циклонів [2].

Циклони **II траєкторії** становлять лише 10 % від загального числа середземноморських циклонів, але характеризуються великою швидкістю переміщення (середня швидкість біля 50 км/год) і різкими змінами погоди. Найчастіше вони спостерігаються зимою (32 %) і восени (26 %). Циклони переміщуються з Середземного моря через Угорську низовину, Карпати, центральні або північні райони України на Нижню Волгу або Урал. У 53 %

випадків вони заглиблюються над заходом Середземного моря, або над Чорним морем [2].

Баричне поле характеризується поширеною смугою низького тиску і тропосферного холоду, орієнтованою з Уралу на Альпи і теплим антициклоном над Норвезьким морем і Скандинавським півостровом з гребнем, спрямованим на Баренцове море. У смузі низького тиску, як правило, може бути декілька самостійних центрів. Один з них частіше за все розташовується над центральною частиною Європейської території Росії, а другий – над Альпами [2].

Звичайно таке баричне поле в тропосфері розвивається з меридіонального і буває вельми стійким. З північно-східним потоком по південній периферії високого антициклону в Європу розповсюджується холодне континентальне повітря з Північного льодовитого океану і Північного Уралу. Найбільш активна циклонічна діяльність в Європі при даному типі циркуляції спостерігається в районі Середземного моря під висотною фронтальною зоною, утвореною смугою зниженого тиску над Європейським континентом і субтропічною областю високого тиску – над Північною Африкою [2].

Всі траєкторії південних циклонів можна розділити на два типи: до першого відносять ті циклони, які переміщуються на Україну з боку Карпат і впливають в основному на погодні умови західних районів країни; другий тип включає циклони, що переміщуються через Чорне море на південні і центральні райони України. Проведемо аналіз структури термобаричного поля і особливостей траєкторій південних циклонів для кожного з виділених типів. Південні циклони [2].

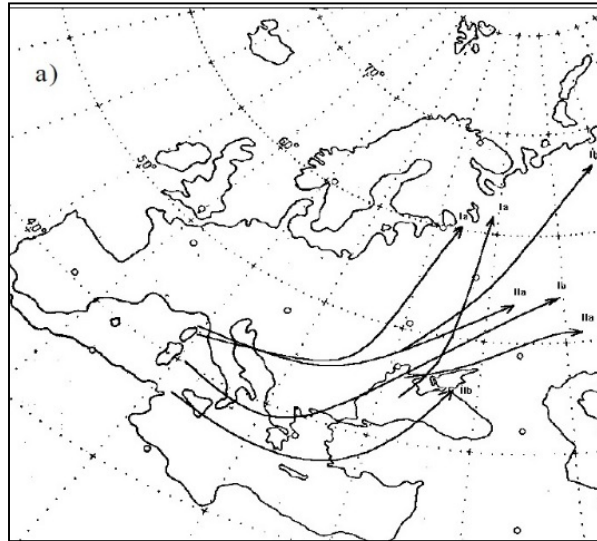


Рис. 2.3. Траєкторії південних циклонів (типізація ) [2]

Висотне баричне поле середньої тропосфери характеризується наявністю висотного деформаційного поля, основним елементом якого є холодний циклон над Баренцовим морем з глибокою улоговиною, орієнтованою через Прибалтику на західні райони Середземного моря; в цій улоговині над Балтійським морем, як правило, утворюється циклон. Антициклонічним компонентом деформаційного поля є два теплих гребня: один над Атлантикою, другою – над Середньою Азією [2].

У цьому деформаційному полі виділяються дві фронтальні зони. Перша проходить з Атлантики через Францію на Середземне море, друга – з Балканського півострова через центральні райони Європейської території СНД і далі на північний схід. При значній адвекції холоду в західні райони Середземного моря відбувається загострення висотної фронтальної зони і утворення циклонів над північно-західними районами Середземного моря і Францією. Циклони переміщуються вздовж висотної фронтальної зони через північно-західні райони України. Потрібно відмітити, що в одних випадках циклони зміщуються до північного сходу, в інших - на північ. У першому випадку це відбувається при наявності циклогенезу, а у другому -

антициклогенезу над північним заходом Росії. Частіше за все ці циклони переміщуються з Середземного моря (63 %) і становлять 23 % від всієї кількості південних циклонів [2].

Циклони другої траєкторії становлять лише 10 % від загального числа середземноморських циклонів, але характеризуються великою швидкістю переміщення (середня швидкість біля 50 км/год) і різкими змінами погоди. Найчастіше вони спостерігаються зимою (32 %) і восени (26 %). Циклони переміщуються з Середземного моря через Угорську низовину, Карпати, центральні або північні райони України на Нижню Волгу або Урал. У 53 % випадків вони заглиблюються над заходом Середземного моря, або над Чорним морем [2].

Баричне поле характеризується поширеною смугою низького тиску і тропосферного холоду, орієнтованою з Уралу на Альпи і теплим антициклоном над Норвезьким морем і Скандинавським півостровом з гребнем, спрямованим на Баренцове море. У смузі низького тиску, як правило, може бути декілька самостійних центрів. Один з них частіше за все розташовується над центральною частиною Європейської території Росії, а другий - над Альпами [2].

Звичайно таке баричне поле в тропосфері розвивається з меридіонального і буває вельми стійким. З північно-східним потоком по південній периферії високого антициклону в Європу розповсюджується холодне континентальне повітря з Північного льодовитого океану і Північного Уралу. Найбільш активна циклонічна діяльність в Європі при даному типі циркуляції спостерігається в районі Середземного моря під висотною фронтальною зоною, утвореною смугою зниженого тиску над Європейським континентом і субтропічною областю високого тиску - над Північною Африкою [2].

**Тип II** також включає дві траєкторії. Траєкторія 3 пов'язана з циклонами, що переміщуються з Чорного і Середземного морів, переважно

до північного сходу на республіку Комі і нерідко на низов'я Обі. Районом їх виникнення частіше за все (75 % випадків) є Нижньодунайська низовина, райони Егейського і Чорного морів. Найбільша повторюваність цих циклонів спостерігається в зимовий і весняний сезони, і, принаймні, 42 % з них переміщуються на територію України, при цьому 32 % циклонів заглиблюється в межах країни [2].

Висотне баричне поле нижньої половини тропосфери характеризується меридіональним перенесенням над Європейським континентом, і практично аналогічно полю для траєкторії 1. Але на відміну від останнього, центр циклону на висотах розташовується не над Балтійським морем, а в більш високих широтах, частіше за все над північчю Скандинавії. Крім того, особливістю цього поля є також наявність в улоговині на заході Середземного моря самостійного циклону, утворення якого зумовлене поширенням мас холодного повітря з Британських островів на Францію, а потім на північний захід Середземного моря [2].

Оскільки адвекція холоду неінтенсивна і обмежена з північного заходу наступною за нею адвекцією тепла, виниклий циклон в районі Генуезької затоки є малоактивним. Двостороння адвекція тепла в деформаційному полі з північного заходу і попереду виникаючого циклону викликає ізоляцію циклону від північної депресії [2].

При такій структурі баричного поля загострення фронтальної зони частіше за все спостерігається на півночі від Альп при інтенсивній адвекції холоду, що поступає в тил циклонів, які переміщуються з Атлантики на Скандинавський півострів. Контрасти температур у фронтальній зоні нерідко досягають 30 - 40 дам на 1000 км. При цьому на півночі від хребта спостерігається адвективне згущення ізотерм і збіжність ізогіпс і, як наслідок цього, над низов'ями Дунаю або над південним заходом України відмічається зона ізотерм і ізогіпс, що розходяться. Саме тому в Причорноморській і Придунайській низовинах найбільша, як вже говорилося раніше,

повторюваність циклонів, виникаючих під дельтою згадуваної фронтальної зони [2].

До траєкторії 4 відносяться циклони, що утворилися в районах Італії, північного побережжя Чорного моря і Малою Азією. Рух їх по території України здійснюється з півдня на північ з невеликою західною або східною складовою [2].

### 3 ЦИКЛОНІЧНА ДІЯЛЬНІСТЬ В УКРАЇНІ З 2011-2017 рр. У ПОРІВНЯННІ З 1993 – 2000 рр.

#### 3.1 Повторюваність південних циклонів над територією України з 1945 по 2000 рр.

Тип синоптичного процесу, район формування та траєкторія, по якій переміщується циклон, в результаті формують його термодинамічну структуру і визначають наявність, інтенсивність та локалізацію явищ погоди, створюють регіональні особливості їх розподілу. При цьому, зміна синоптичного процесу, району формування та траєкторій переміщення циклонів, призводить до зміни територіального розподілу явищ погоди та їх інтенсивності. Дослідженням регіонів формування циклонів та траєкторій їх переміщення в Україну займалося не одне покоління дослідників [1, 9, 13].

В роботі [9] було виявлено регіони, з яких циклони переміщуються на територію України, та вперше побудовано їх траєкторії, розраховано середню швидкість і мінімальний тиск у центрі циклонів до України, в Україні і за її межами.

Визначені траєкторії мали досить схематичний характер, побудовані для циклонів, як холодного, так і теплого періодів року. Важливо не тільки виявити шляхи переміщення баричних утворень, а й установити яка кількість циклонів переміщується по даній траєкторії. Як було виявлено найчастіше циклони з західною та південною складовою переміщуються на територію України в холодний період року, декілька рідше – в теплий.

Південні циклони, що спостерігаються в Україні (за винятком тих, що тут утворюються) приходять в основному з 5 регіонів:

1. Захід Чорного моря; Нижньодунайська низовина;



2. Італія; Адріатичне море;
3. Середньодунайська низовина;
4. Егейське море;
5. Мала Азія

В той же час, в інших роботах згадується лише про чотири основні траєкторії. В роботі Балабух [13] проведено дослідження по повторюваності різних траєкторій за класифікацією Богатир Л.Ф. за 1993-2000 рр. (табл. 3.1).

Проведений порівняльний аналіз [13] знайдених зон циклогенезу дозволив виявити зростання меридіональної циркуляції наприкінці 90-х років, яке зумовило збільшення циклогенезу в районі Середземномор'я (табл. 3.1). У цілому, кількість циклонів зумовлених південним та західним синоптичним процесом, що виходили в Україну і переміщувались через її територію своїм центром у теплий період року в перше десятиріччя ХХІ ст. зросла, порівняно з кількістю циклонів наприкінці ХХ ст. Особливо збільшилась кількість циклонів, що виходили з Балканського півострова, Італії і Егейського моря та Середньодунайської низовини.

У цілому, кількість циклонів, що виходили в Україну (табл. 3.1) і переміщувались через її територію своїм центром у теплий період року наприкінці ХХ ст. (80-90-і рр.), зросла, порівняно з його серединою (40-50-ми рр.). Особливо збільшилась кількість циклонів, що виходили з Балканського півострова, Італії і Егейського моря та Середньодунайської низовини, тобто циклонів зумовлених південним та західним синоптичним процесом. У той же час, кількість циклонів, що зароджувалися над Північним Кавказом і східними районами Азовського моря та виходили в Україну з південного сходу, значно зменшилась. У 90-х рр. ХХ ст. циклонів із південною складовою в Україну виходити стало ще більше (табл.3.1). При цьому, за даними попередніх досліджень [2, 3], циклонів через рівнинну територію України стало переміщуватися менше, тобто зростання відбулося внаслідок збільшення кількості циклонів, що проходять через гірські райони,

особливо Карпати. Так, кількість циклонів, центр яких проходив через захід України, в останнє десятиріччя.

Таблиця 3.1 - Повторюваність циклонів, що переміщуються в Україну [9]

Регіони виникнення циклонів (за Богатир Л. Ф.)	Період, роки					
	1945-1952 (за Богатир Л. Ф.)		1981-1988		1993-2000	
	Кількість випадків	%	Кількість випадків	%	Кількість випадків	%
I. Захід Чорного моря, Нижньодунайська низовина	18	28	21	28	21	23
II. Італія, Адріатичне море	7	11	8	11	22	24
III. Середньодунайська низовина	10	16	12	16	16	18
IV. Егейське море, Балканський півострів	4	6	13	17	7	8
V. Мала Азія	-	-	1	1	4	4

XX ст. порівняно з 80-ми роками, зросла майже на третину. Це зростання зумовлене збільшенням кількості циклонів, що рухаються на захід України із Середньодунайської низовини (III), Італії і Адріатичного моря (II) [9, 13].

При цьому, за даними попередніх досліджень, циклонів через рівнинну територію України стало переміщуватися менше, тобто зростання відбулося внаслідок збільшення кількості циклонів, що проходять через гірські райони, особливо Карпати. Так, кількість циклонів, центр яких проходив через захід

України, зросла майже на третину. Це зростання зумовлене збільшенням кількості циклонів, що рухаються на захід України із Середньодунайської низовини (III), Італії і Адріатичного моря (II).

Переважає більшість циклонів, що своїм центром переміщуються через Україну у зимовий період, формуються під впливом південних та західних синоптичних процесів і виходять на її територію з південною складовою та зумовлюють майже 90% небезпечних і стихійних явищ погоди. Циклони, переміщуючись із заходу на схід під впливом адвекції вихору, мають складову швидкості направлену до полюсу. Це пояснюється тим, що під впливом адвекції холоду, яка спостерігається в циклоні у північній (передній) частині, циклонічний вихор збільшується (тиск падає), а в південній частині (тиловій) – зменшується (тиск росте). Результируюча швидкість забезпечує переміщення циклону по спіралеподібній траєкторії в напрямку до полюсу з південною складовою.

Найбільш активні південні синоптичні процеси у зимовий період року проявляються у південних, центральних та західних областях України. Переважно це циклони, що утворюються у II та III регіонах. Серед них найбільшу повторюваність мають циклони, що утворюються на над Італією та Адріатичним морем. Найбільш яскраво цей процес проявляється у січні, особливо у південних та центральних областях України. Більш ніж третя частина усіх циклонів, що своїм центром переміщуються через цю територію, та утворюються на ній, спостерігаються у цьому місяці.

Через східні та північні області країни траєкторій циклонів пролягає майже вдвічі менше.

Циклони з південною складовою переміщуються на території України за трьома основними траєкторіями. Серед них виділяється траєкторія, по якій ці баричні утворення у теплий період рухаються найчастіше – більше двох циклонів. По цій траєкторії переважно рухаються циклони, що утворюються на заході Чорного моря та над Нижньодунайською низовиною (I). Більше

80 % циклонів із цього регіону переміщуються по даній траєкторії. Рухаються вони через центр країни з півдня на північний захід. Частина з них (1 раз на 3 роки) огинає Карпати зі сходу і заповнюється на заході України. На півдні України по цій траєкторії один раз на два роки також переміщуються циклони, що утворюються над Балканами та Егейським морем. У центральних областях України їх траєкторія відхиляється на схід і вони заповнюються на південному сході країни.

Друга траєкторія, по якій переміщується значна кількість циклонів із південною складовою, пролягає через Кримський півострів, південні і східні області України на північ і північний схід (рис. 3.1, 3.2). З Чорного моря, через захід Кримського півострова, переміщується до двох циклонів за теплий період: це частина циклонів, що утворилися на заході Чорного моря і над Нижньодунайською низовиною (I) - раз на два роки і частина циклонів, що утворюються над Балканами та Егейським морем (IV) – один циклон за рік.

З південною складовою в Україну переміщуються циклони із Середземномор'я, Балкан, Середньодунайської та Нижньодунайської низовин, Чорного моря, Малої Азії, Північного Кавказу, східних районів Азовського моря. Більшість циклонічних утворень переміщується із півдня і південного заходу. Зустрічаючи на своєму шляху Карпати, їх траєкторії розгалужуються: частина циклонів огинає гори з південного або північного заходу (залежно від того, з якого регіону виходить в Україну), а інша – перевалює через Карпати.

### 3.2 Повторюваність південних циклонів над територією України з 2011 по 2017 рр.

Аналогічне дослідження проведено для останніх років (2011 та початок 2017 рр.). За результатами відібраних випадків з південними циклонами, отримали таблицю по прикладу 3.1 (табл. 3.2), аналіз якої показав значні розбіжності.

Якщо розглядати більш детально кожне півріччя можна відмітити, що максимальну повторюваність мають циклони з II типом траєкторії: 48% в тепле півріччя та 59% в холодне. На другому місці відмічається V траєкторія - 32,3% в тепле півріччя та 24% в холодне.

Слід зазначити, що в більшості випадків циклони з II траєкторією частіше досягають території України. Але було не мало випадків, коли циклон виник, але по причині різних умов не досяг території України.

Також звертає на себе увагу той факт, що за останні роки з'явилися циклони з V типом траєкторії. З попередніх досліджень можна побачити, що їх повторюваність була мінімальною..

Таблиця 3.2 - Повторюваність південних циклонів, що доходять до території України

Регіони виникнення циклонів	Період (2011-2017)					
	Тепле півріччя		Холодне півріччя		Рік	
	Кількість випадків	%	Кількість випадків	%	Кількість випадків	%
I. Захід Чорного моря, Нижньодунайська низовина	3	9,7	2	4,5	5	6,7
II. Італія, Адріатичне море	15	48,4	29	65,9	44	58,7
III. Середньо-дунайська низовина	2	6,5	-	-	2	2,7
IV. Егейське море, Балканський півострів	1	3,2	5	11,4	6	8,0
V. Мала Азія	10	32,3	8	18,2	18	24,0
<b>Σ</b>	<b>31</b>	<b>100</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>75</b>	<b>100</b>

Значно скоротилася повторюваність I типу траєкторії в порівнянні з попередніми роками та дещо зменшилася III траєкторія.

Розглянемо повторюваність циклонів, що переміщуються в Україну з південно-західною складовою за 2011 – 2017 рр. , а саме їх повторюваність по місяцям (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Повторюваність південних циклонів, що виходять на територію України (2011–2017 рр.)

Місяць	Кількість випадків	%	Місяць	Кількість випадків	%
Квітень	11	35,5	Жовтень	5	11,4
Травень	8	25,8	Листопад	1	2,3
Червень	4	12,9	Грудень	5	11,4
Липень	3	9,7	Січень	14	31,8
Серпень	3	9,7	Лютий	9	20,5
Вересень	2	6,5	Березень	10	22,7
<b>Σ</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>Σ</b>	<b>57</b>	<b>100</b>

Найбільш активна циклонічна діяльність на всій території України спостерігається у січні (32%), березні (23%), квітні (36%), травні (26%).

Таким чином, максимум повторюваності південних циклонів припадає на холодне півріччя (57%), в той час як в тепле всього 18%.

Якщо порівнювати загальну кількість південних циклонів в різні роки теплого півріччя, то можна виділити, що максимум числа випадків спостерігався в період з 1993 по 2000 роки – 70 випадків (рис.3.1).

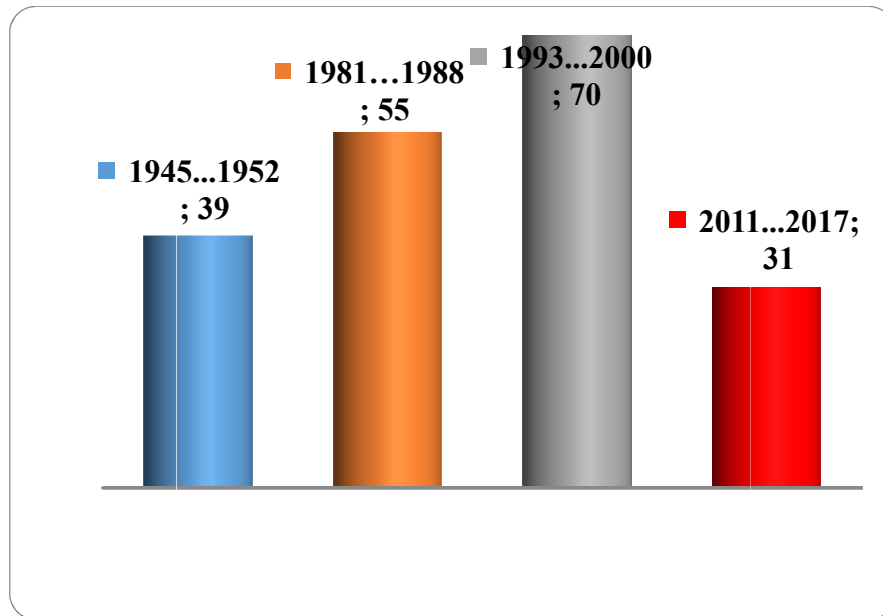


Рис. 3.1. Число випадків південних циклонів за різні роки у тепле півріччя

Мінімум випадків відмічається саме в наш період дослідження (31 циклон).

Але в період відбору випадків циклонів, що доходили до території України, нами було відмічено, що досить багато їх виникає але все ж таки більшість не доходить до нашої території. Причин тут дві: перша це стаціонарні антициклони, які блокують південні циклони; друга причина – на шляху переміщення циклон заповнюється не доходячи до території України.

### 3.3 Зміни швидкості переміщення південних циклонів різної траєкторії

Визначення швидкості переміщення різних траєкторій південних циклонів, дозволило виявити, що максимальна швидкість циклонів



відмічається до виходу баричних утворень на територію України. При виході на територію України спостерігається значне зменшення швидкості циклонів.

Для всіх відібраних випадків південних циклонів, що надходять до території України складена табл.3.4., з якої видно, що максимальну швидкість переміщення мають циклони з V, III та II траєкторіями.

Таблиця 3.4 - Середня швидкість переміщення південних циклонів з різною траєкторією

Регіони виникнення циклонів	Теплий період	Холодний період
	Швидкість (км/год)	Швидкість (км/год)
I. Захід Чорного моря, Нижньодунайська низовина	19	22
II. Італія, Адріатичне море	29	35
III. Середньо-дунайська низовина	30	-
IV. Егейське море, Балканський півострів	-	24
V. Мала Азія	34	45

Мінімальну швидкість має I траєкторія (як і мінімальну повторюваність). Дві траєкторії не відмічалися в різні пори року, наприклад IV не спостерігали в теплий період, а III в холодний.

В окремих випадках було відмічено випадки, коли циклони збільшували швидкість переміщення після виходу на територію України. Це спостерігалось у випадку регенерації циклону (тобто повторного

поглиблення) і зміни напрямку переміщення на північ (по периферії стаціонарного Сибірського антициклону).

Порівняння отриманих результатів з роботою [13] показало, що за останні роки загальна швидкість переміщення південних циклонів зменшилася. Пояснити це можна значним зменшенням амплітуди температури між зимою та літом.

### 3.4 Погодні умови, пов'язані з виходом на територію України південних циклонів різних типів

Відомо, що вихід південного циклона зумовлює значне погіршення погодних умов над територією України, а особливо над Одесою (рис. 3.2).

Як видно з рис.3.2, на більшу територію України південні циклони приносять хмарну погоду та погіршення видимості.

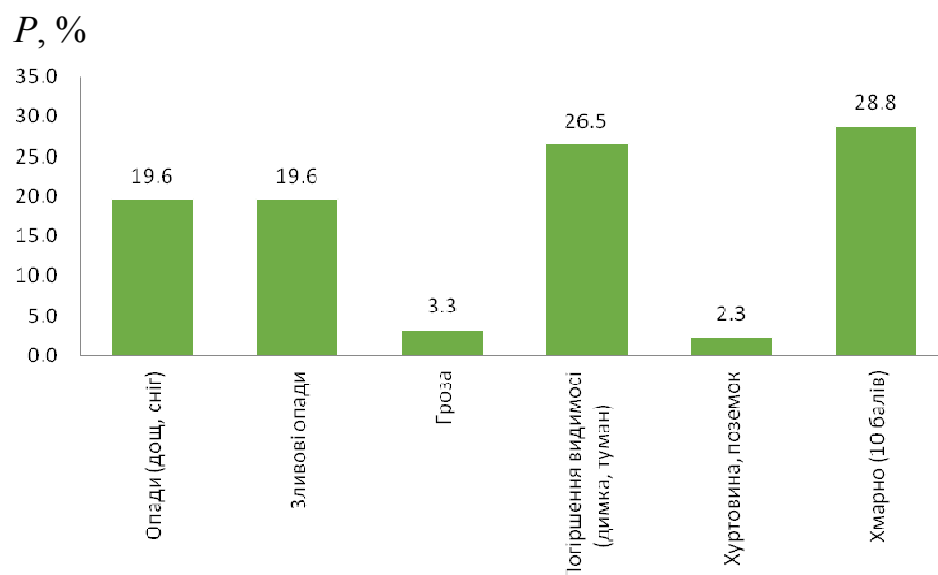


Рис.3.2. Повторюваність погодних явищ при виході на територію України південних циклонів

Наступним етапом дослідження є визначення типів циклонів, які зумовлюють виникнення найбільшої повторюваності явищ погоди, що створюють складні погодні умови над територією України.

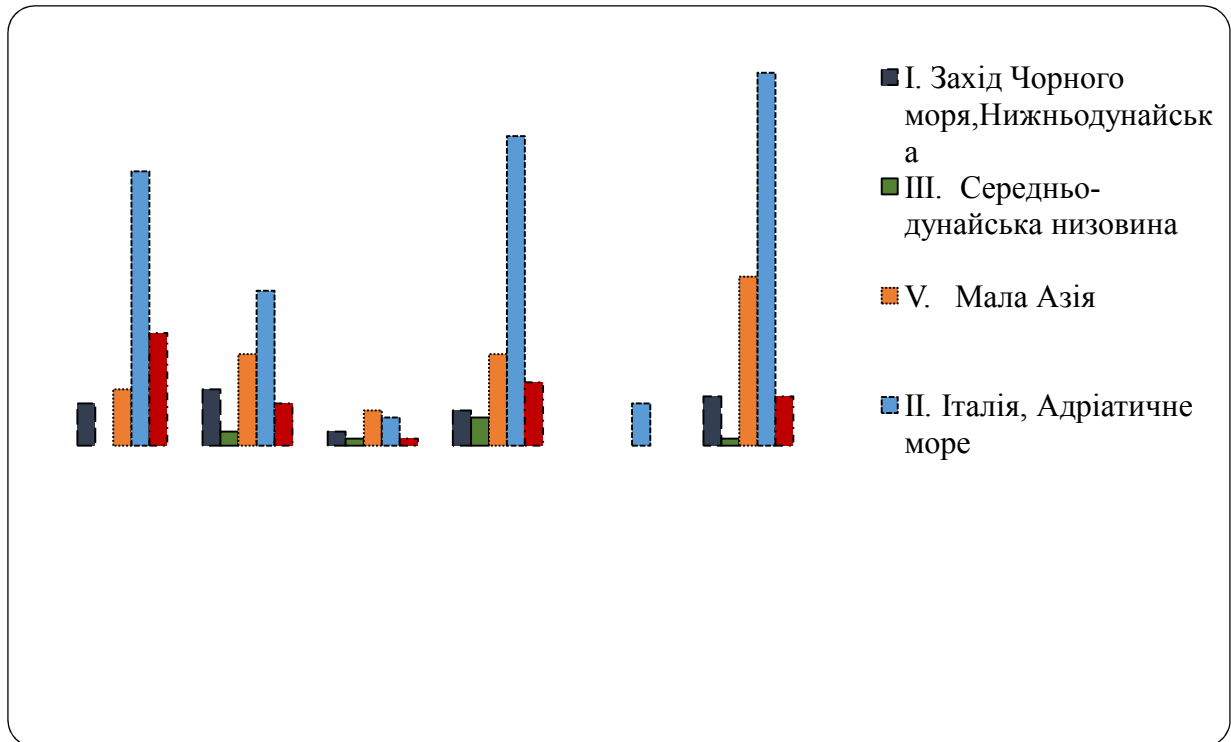


Рис. 3.3. Явища погоди, що супроводжують вихід південних циклонів різних траєкторій на територію України (2011 – 2017 рр.)

Із рис.3.3 видно, що в силу того, що Італійські циклони мали більшу повторюваність, то і явищ, що з ними пов'язані, значно більше ніж в інших. Але якщо розглянути більш детально, то можна побачити, що з циклонами V типу траєкторії частіше пов'язані конвективні явища погоди (зливові опади, грози). З I V типом траєкторії частіше пов'язані опади, погіршення видимості і в меншій мірі зливи.

Якщо паралельно проаналізувати тривалість існування всіх зазначених циклонів над територією України (рис.3.4), то можна побачити, що максимально тривалими є Середньодунайські циклони.

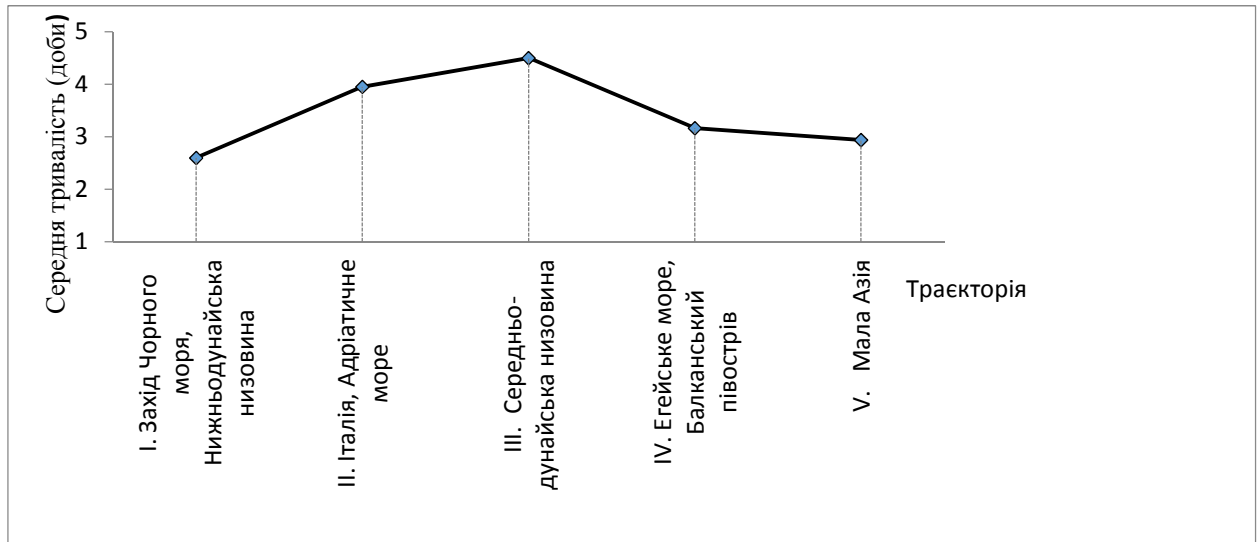


Рис.3.4. Середня тривалість існування південних циклонів різних траєкторій над Україною

Тобто над територією України даний тип циклону часто проходить всі стадії розвитку. II типу траєкторії навпаки, доки проходить весь шлях активно розвивається і над територією України частіше заповнюється, але досить часто були випадки, коли над нашою територією даний тип циклонів починав знов поглиблюватися (регенерація), в такому випадку він досить тривалий час міг стаціонувати над територією України.

Мінімальну повторюваність мають I, IV та V траєкторії. Пояснити це можна тим, що циклони даного типу рухаються південніше території України, проходячи по периферії малорухомих антициклонів, центри яких розташовані над західною частиною Росії.

#### 4 ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНІХ ТРАЄКТОРІЙ ПІВДЕННИХ ЦИКЛОНІВ ПРИ ПЕРЕМІЩЕННІ НА ТЕРИТОРІЮ УКРАЇНИ

На першому етапі дослідження циклони розбивалися на 5 типів, а саме:

1. Захід Чорного моря, Нижньодунайська низовина;
2. Італія, Адріатичне море;
3. Середньодунайська низовина;
4. Егейське море; 5. Мала Азія.

Для кожного з типів розраховувався середній вектор руху за досліджуваний період.

Для визначення середнього вектору руху окремо взятого циклону використовувалося складання векторів його руху у певні проміжки часу за правилом багатокутника (рис. 4.1) з використанням програмного забезпечення Mathprof, для застосування якого необхідно визначити зональну та меридіональну складові вектора руху циклона (складові вектора руху).

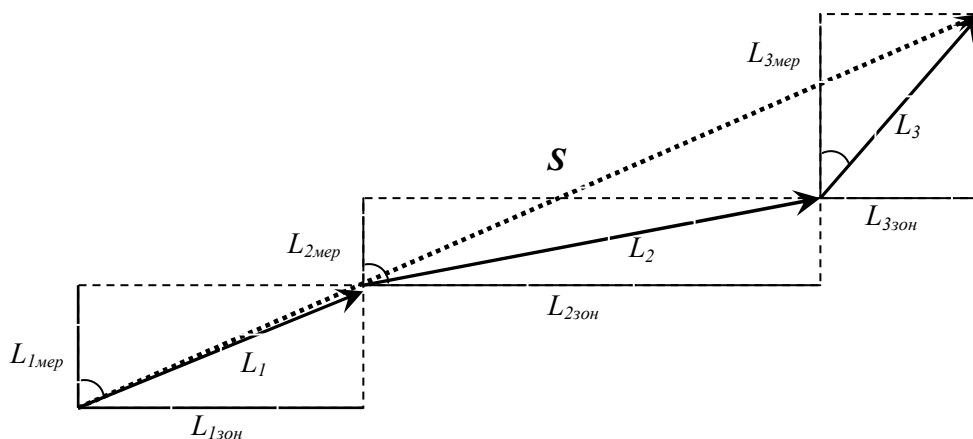


Рис. 4.1. До визначення середнього вектору руху циклону з використанням програмного забезпечення Mathprof.

Для розрахунку зональної та меридіональної складових руху циклону визначався азимут його руху  $\alpha$  (аргумент вектору) та відстань (модуль вектору), яку долав циклон між стандартними строками спостережень.

Після цього за формулами  $L_{зонн} = L_n \cdot \sin \alpha$ ;  $L_{мерн} = L_n \cdot \cos \alpha$  (де  $n$  – кількість строків, протягом періоду життєвого циклу циклону, за які він простежувався на картах погоди) розраховувалися його складові, які потім складалися з аналогічними складовими цього ж циклону за інші проміжки часу (рис. 4.1).

Наприклад, протягом першого строку (за строк приймався термін 12 год., який відповідає періоду проходження карт приземного аналізу) циклон рухався з азимутом  $40^\circ$  зі швидкістю 20 км/год, протягом наступних 12 годин – з азимутом  $50^\circ$  та швидкістю 25 км/год, а у третьому 12-годинному проміжку часу циклон рухався з азимутом  $30^\circ$  і швидкістю 10 км/год. У цьому разі, величини  $L_1, L_2, L_3$  становитимуть 240, 300 та 120 км відповідно, а зональні та меридіональні складові руху кожного проміжку часу  $L_{1зон} = 154$  км;  $L_{1мер} = 181$  км;  $L_{2зон} = 230$  км;  $L_{2мер} = 189$  км;  $L_{3зон} = 60$  км;  $L_{3мер} = 103$  км.

Після введення цих вихідних даних до програмного забезпечення одержимо результати, представлені на рис. 4.2.

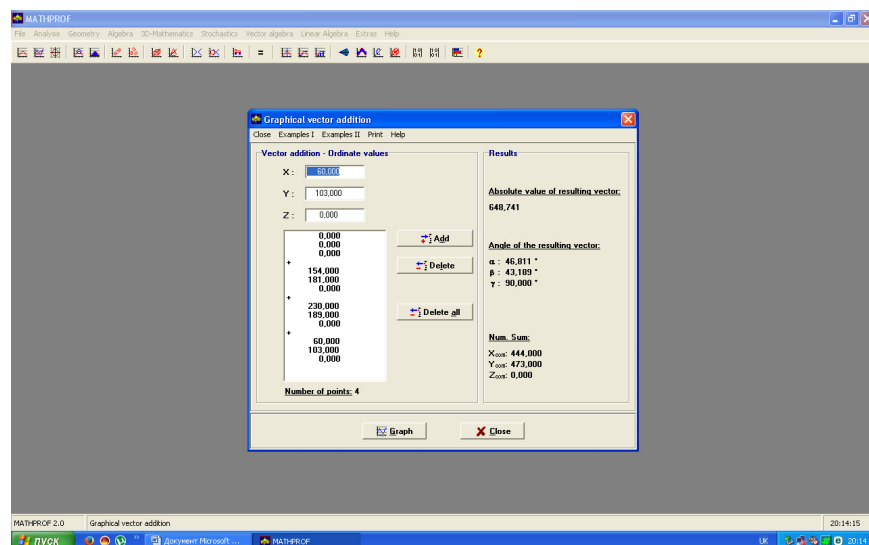


Рис. 4.2. Приклад розрахунку середнього вектору руху циклону за даними про його переміщення протягом трьох 12-годинних проміжків часу

Зазначені результати можна представити у графічному виді (рис. 4.3).

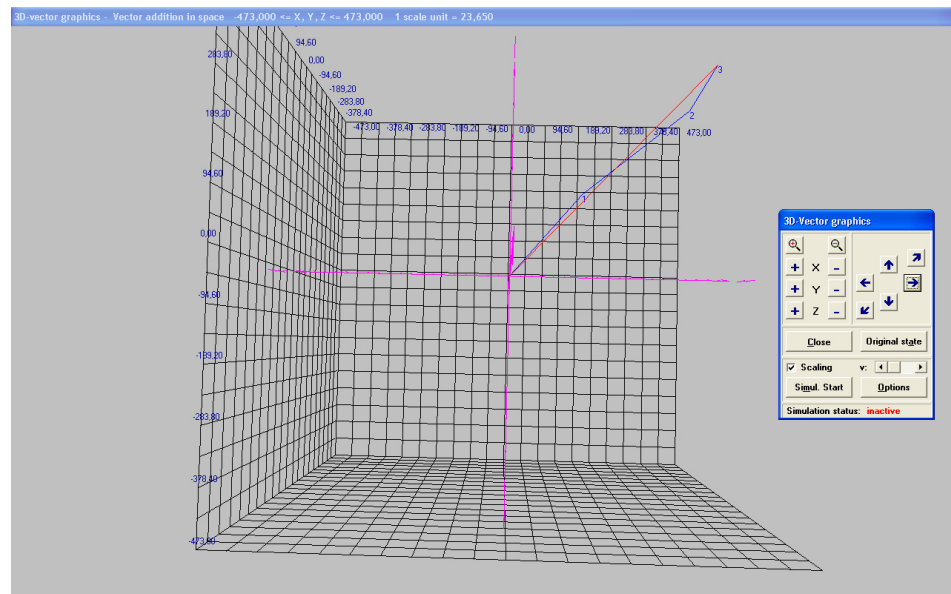


Рис. 4.3. Графічне відображення даних розрахунку, представленого на рис. 4.2.

Як видно з результатів розрахунку, для кожного циклону ми одержуємо як середній напрямок руху, так і середній шлях, який долає циклон.

Так само розраховувалися середні вектори руху  $S_n$  усіх циклонів, що входять до кожного з виділених типів.

На другому етапі розраховувалися середні вектори руху окремо для кожного з виділених типів циклонів. Для цього усі одержані середні вектори, кількість яких дорівнює кількості досліджуваних циклонів у межах одного типу, склалися за тим же принципом, який застосовувався на першому етапі. У якості результату ми одержуємо середні вектори руху кожного з виділених типів циклонів протягом досліджуваного періоду (табл.4.1).

Таблиця 4.1 - Кути траєкторій південних циклонів, що впливають на погодні умови України

Тип траєкторії	Кут $\beta$
I Захід Чорного моря	85
II Італія. Адріатичне море	70
III Середньодунайська низовина	96
IV Егейське море	112
V Мала Азія	91

За результатами таблиці, можна побудувати карту середніх векторів руху південних циклонів з різними типами траєкторій (рис.4.4)

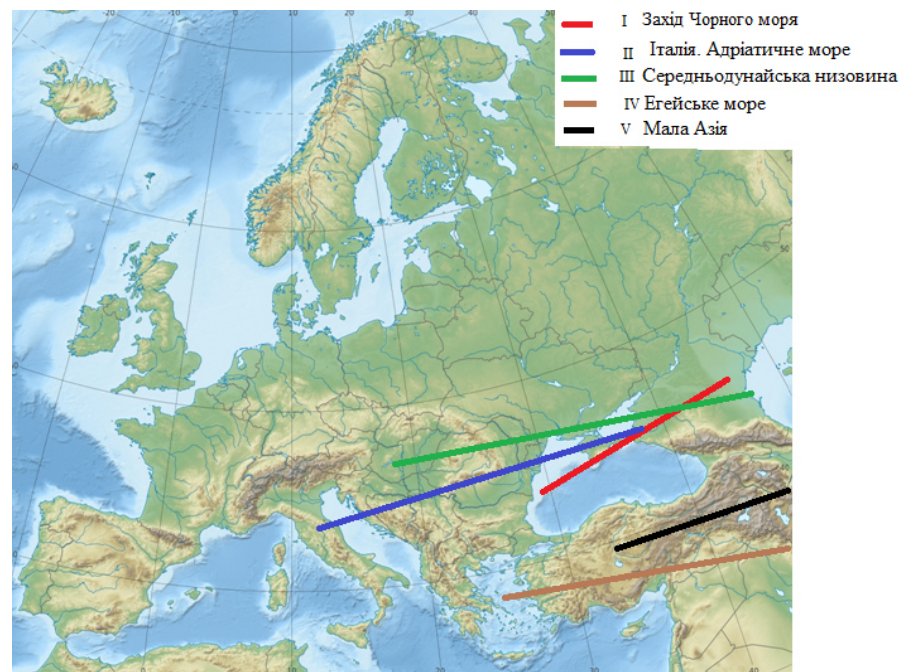


Рис.4.4. Траєкторії південних циклонів що мають вплив на погодні умов України



Із рис.4.4 видно, що перші три траєкторії доходять своїми центрами до території України, в той час як IV а V – ні. Пояснити останні дві траєкторії можна тим, що вони частіше різко змінюють траєкторію на протилежну, тобто, рухаючись спочатку в північному напрямку, в результаті дії на півночі антициклону, змінюють свій напрямок на південно-східний або південний. Тому над територією України їх центри відмічалися не довго. Але, як зазначалося в попередньому розділі, вплив їх досить значний по інтенсивності погодних умов над Україною.

## ВИСНОВКИ

В результаті виконаної роботи, можна зробити наступні висновки:

1) Повторюваність південних циклонів які досягають територію України у теплий період року зменшилася у порівнянні з 1993 – 2000 роками. Проте повторюваність циклонів, які формувалися над південними регіонами Європи значно більша, тобто більша їх частина не доходить до нашого регіону по причині або блокуючого процесу (кількість яких було значна) або швидкому розвитку (тобто біля території України заповнювався).

Повторюваність південних циклонів у холодне півріччя є більшою, ніж у тепле.

2) За результатами проведеної типізації південних циклонів за траєкторіями їх руху, виділені такі типи: I. Захід Чорного моря; Нижньодунайська низовина; II. Італія; Адріатичне море; III. Середньодунайська низовина; IV. Егейське море; V. Мала Азія.

Дослідження показало доцільність деталізації V. (Мала Азія) типу циклонів, а саме розбити даний тип циклонів ще на три підтипи: південно-західний, південний та південно-східний по причині наявності випадків, коли наприклад, на південному-сході відмічався циклон, улоговина якого доходила до території України і спричиняла погіршення погоди, проте, центр циклону ніколи не досягав території України.

5) Згідно проведеної типізації, максимальну повторюваність мали циклони з траєкторія II (Італія, Адріатичне море) та V траєкторія (Мала Азія). При чому в холодне півріччя II траєкторія відмічається частіше ніж в тепле. Загальна кількість циклонів за рік показала, що в холодний період повторюваність південних циклонів більша ніж в тепле;

6) Швидкість південних циклонів протягом дослідного періоду зменшилася порівняно з попередніми періодами (з  $30-40 \text{ мс}^{-1}$  до  $20-30 \text{ мс}^{-1}$ ).

7) Формування погодних умов з небезпечними явищами погоди (НЯП) пов'язано переважно з циклонами V траєкторії;

8) розрахунок середніх векторів руху для кожного з виділених типів циклонів дозволив виявити, що перші три траєкторії частіше досягають своїми центрами території України ніж останні дві. Пояснити це можна тим, що IV та V траєкторії частіше різко змінювали свої траєкторії на протилежні, тобто, рухаючись спочатку в північному напрямку, в результаті дії на півночі антициклону, змінювали свій напрямок на південно-східний або південний.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Хандожко Л.А, «Региональные синоптические процессы» Учебное пособие, —.: изд. ЛГМИ, 1988, 103 с.
2. Регіональна синоптика (конспект лекцій) / Семенова І.Г. – Одеса, ОДЕКУ, 2002 р. – С. 62.
3. Бельская Н.Н. Южные циклоны и условия их перемещения на Европейскую территорию СССР // Труды ЦИП. - 1949. - Вып. 17 (44). -С.64-113.
4. Кибель И.А. К вопросу о переваливании циклона через горный хребет // Избранные работы по динамической метеорологии. - Л.: Гидрометеиздат, 1984.-С. 112-116.
5. Петренко Н.В. О влиянии меридиональных хребтов на эволюцию циклонов // Труды ЦИП. - 1948. - Вып.7(34). - С. 88-160.
6. Speranza A., Buzzi A., Trevisan A., Malguzzi P. A theory of deep cyclo-genesis in the lee of Alps. Part I: Modifications of baroclinic instability by localized topography//J. Atmos. Sci. - 1985. - Vol.42. -No. 14. -P. 1521-1535.
7. Ромов А.И. Oroграфическая эволюция циклонов, перемещающихся через Карпаты на Украину // Труды УкрНИГМИ. -1956. - Вып.5. - С. 86-117.
8. Клімат України / Під ред. Ліпінського - К. Видавництво Раєвського, 2003 р., 564 с.
9. Богатырь Л.Ф. Траектории циклонов на территории Украины // Труды УкрНИГМИ. - Вып. 7. - 1957. - С. 21-36.
10. Бишкина Н.Д., Перелет Т.И. Некоторые дополнительные сведения о «ныряющих» циклонах // Труды ОГМИ. -1956. - Вып. 8. - С. 119-124.

11. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Часть II. Вып. 1 - Л.:Гидрометеориздат, 1987. - 298 с.
12. Кобзистий П.І. Особливості синоптичних процесів в Україні. – ВПЦ ”Київський університет”, 2002. – 87с.
13. Балабух В.О. Регіональні особливості розподілу небезпечних і стихійних явищ погоди при переміщенні в Україну циклонів і фронтів з північною складовою наприкінці ХХ століття. // Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002. – Одеса. – 2002.
14. Свердлик Т.А. Эволюция крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха Северного полушария во второй период современного глобального потепления климата // Тр. УкрНИГМИ. –Вып. 246. – 1999.

## Додаток А

### Довідка

Кафедри метеорології та кліматології  
на дипломний проект Довганич Яни Валеріївни на тему:  
«Траєкторії південних циклонів та умови погоди пов'язані з ними на  
території України»

Тема дипломного проекту виконана в рамках кафедральної тематики  
"Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними  
районами України»

Результати дипломного проекту будуть використані в звітах даної  
тематики.

## Додаток Б

## «Траєкторії південних циклонів різних типів»

1. 05.01.2013
2. 11.01.2013
3. 21.01.2013
4. 07.02.2013
5. 13.03.2013
6. 21.03.2013
7. 31.03.2013
8. 02.04.2013
9. 08.05.2013
10. 11.06.2013
11. 30.08.2013
12. 17.10.2013
13. 24.03.2014
14. 26.04.2014
15. 14.05.2014
16. 25.06.2014
17. 27.12.2014
18. 25.02.2015
19. 23.05.2015
20. 06.01.2016
21. 16.01.2016
22. 03.03.2016
23. 04.04.2016
24. 02.05.2016
25. 17.09.2016
26. 04.10.2016
27. 07.10.2016
28. 12.10.2016
29. 03.01.2017
30. 15.04.2017
31. 19.04.2017
32. 14.05.2017

