

В.О. Балабук

ТРАЄКТОРІЇ ЦИКЛОНІВ, ЩО ЗУМОВЛЮЮТЬ НЕБЕЗПЕЧНУ І СТИХІЙНУ КІЛЬКІСТЬ ОПАДІВ В УКРАЇНІ У ТЕПЛІЙ ПЕРІОД РОКУ

Уточнено регіони, з яких в Україну виходять циклони, що зумовлюють небезпечну (НЯ) і стихійну (СГЯ) кількість опадів. Встановлено як вони змінилися наприкінці ХХ століття, порівняно з його серединою. Побудовано траєкторії, за якими циклони, що сформувалися у різних регіонах, переміщуються в Україну, на її території та за межами. Проведено оцінку різниці координат цих траєкторій за допомогою критерію однорідності Колмогорова-Смирнова та визначено ділянки, на яких баричні утворення, що сформувалися у різних регіонах, мають спільну траєкторію. Виявлено регіони, де вони заповнюються в Україні та встановлено повторюваність циклонів за теплий період як для кожного регіону, так і для кожної ділянки траєкторії. Виявлено регіональні особливості траєкторій циклонів, зумовлених різними синоптичними процесами, їх основних характеристик (середня швидкість та мінімальний тиск) та показано їх тенденцію наприкінці ХХ ст. Встановлено, що зміна району формування, траєкторії переміщення циклонів, їх швидкості та інтенсивності призводить до зміни територіального розподілу НЯ та СГЯ та їх інтенсивності.

Особливості локалізації та інтенсивності небезпечних і стихійних явищ погоди значною мірою залежать від типу синоптичного процесу. Синоптичний процес – атмосферний макропроцес, що зберігається протягом деякого часу і характеризується певною структурою термобаричного поля, яка зумовлює переміщення і еволюцію баричних утворень, атмосферних фронтів та повітряних мас.

Тип синоптичного процесу, район формування та траєкторія, по якій переміщується циклон, формують його термодинамічну індивідуальність і визначають інтенсивність та локалізацію явищ погоди, створюють регіональні особливості їх розподілу. 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 [4-8,11]. Богатир Л.Ф. [6] 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. Сезонний характер атмосферної циркуляції при цьому не враховувався.

Слід згадати роботу Пономаренко І.Н. [11], який, досліджуючи шляхи переміщення циклонів і антициклонів, уперше побудував їх траєкторії для кожного сезону. Як зазначалось у [6], максимальна кількість циклонів в Україні спостерігається у березні і значна в листопаді. У кінці весни і на початку осені їх кількість значно зменшується. Тобто побудовані траєкторії переміщення циклонів навесні і восени більш характерні для березня і листопада.

Важливо не тільки виявити шляхи переміщення баричних утворень, а й установити яка кількість циклонів переміщується по даній траєкторії. Саме цей факт значною мірою зумовлює локалізацію небезпечних і стихійних явищ погоди у даному районі, їх кількість і інтенсивність.

Різними авторами досліджувалися повторюваність циклонів за напрямками, звідки вони виходять в Україну [5, 8, 12], а також регіони їх формування [6]. При цьому, кількість циклонів на даному шляху вважалась незмінною. Тобто не враховувався той факт, що траєкторії циклонів, що сформувались у різних регіонах можуть об'єднуватись, тому їх кількість на даній ділянці буде зростати, а також розгалужуватись, що приводить відповідно до зменшення їх кількості. І хоча автори [4-8,12] відзначали, що при переміщенні територією України циклони сповільнюють свій рух і частина з них заповнюється, проте при побудові траєкторій цей факт також майже не враховувався.

Метою даної роботи є:

- уточнити регіони, з яких в Україну у теплий період року виходять циклони на рубежі XX і XXI ст.
- побудувати траєкторії по яких переміщуються в Україну, на її територію та за її межі циклони, що сформувались у різних регіонах за цей період;

- оцінити побудовані траєкторії і виявити ділянки, де траєкторії циклонів об'єднуються, а де розгалужуються;
- встановити повторюваність циклонів як для всієї траєкторії, так і для окремих її ділянок;
- виявити регіональні особливості траєкторій циклонів, зумовлених різними синоптичними процесами, які переміщуються своїм центром через територію України в теплий період року наприкінці ХХ ст.

Матеріали і методи досліджень

Для досліджень використовувалися дані збірних кінематичних та періодних карт за теплий період (квітень-вересень) з 1981 по 2000 рр. На цих картах знаходили циклони, які своїм центром переміщувалися через територію України і зумовлювали небезпечну і стихійну кількість опадів. Визначали їх координати в момент виникнення, а також через 12- або 24-годинні інтервали. При необхідності координати центру циклону та його траєкторія уточнювалися за приземними картами погоди через кожні 3 год.. За отриманими координатами будували окремо траєкторії циклонів для кожного регіону, з яких вони виходять в Україну. Оскільки за один і той же проміжок часу циклони проходять різну відстань, а для побудови середньої траєкторії необхідно мати дані однакового проміжку, визначали координати циклонів через 1^0 довготи (якщо спостерігалось зональне переміщення циклонів) або 1^0 широти (при меридіональному зміщенні).

Отримані траєкторії оцінювали на однорідність і відбирали траєкторії, що були однорідні за напрямком. Для кожного з отриманих сімейств однорідних кривих за допомогою методу найменших квадратів знаходили середні координати траєкторії. Проводили оцінку середніх значень координат обчислених траєкторій, визначали їх помилку і максимально допустимі відхилення при 90 % рівні достовірності.

Таким чином, було побудовано середні траєкторії циклонів для тих регіонів, з яких вони виходять в Україну. Будували траєкторії як у цілому для України, так і для кожного із її регіонів (захід, північ, центр, південь, схід). Для того, щоб визначити як змінилися траєкторії циклонів наприкінці ХХ ст. порівняно з попереднім десятиріччям, будували середні траєкторії для циклонів, що переміщуються в Україну та її регіони з південною і північною складовою окремо за досліджувані періоди. Різницю координат траєкторій оцінювали через 1^0 за допомогою критерію

однорідності Колмогорова-Смирнова [9]. Даний критерій дозволяє досить точно оцінити не лише різницю середніх, а й різницю функцій розподілу. Визначали ділянки, де зміна координат траєкторій є значимою.

Досить часто циклони, що виникають у різних регіонах, в Україну виходять по спільній траєкторії. Іноді вони рухаються так деякий час, а потім їх траєкторії розходяться. Щоб визначити спільні ділянки, координати всіх циклонів також оцінювали за допомогою критерію однорідності Колмогорова-Смирнова через 1^0 довготи або широти, відповідно. Визначали із яких регіонів траєкторії циклонів є однорідними на даному відрізку і для них знаходили середні координати. Знаючи кількість циклонів, що виходять із кожного регіону в Україну і координати, де вони заповнюються, визначали кількість циклонів, що переміщуються по даній траєкторії за певний проміжок часу, а також зони і траєкторії, де циклони заповнюються.

Для кожного циклону обчислювали середню швидкість і мінімальний тиск у його центрі до надходження в Україну, на її території та за межами. Також визначали довжину траєкторії. За отриманими даними знаходили їх середні значення для кожного регіону, з яких циклони переміщуються в Україну, а також для циклонів, що переміщуються з північною і південною складовою. Розрахунки проводили як для всього періоду, так і окремо по десятиріччях.

На основі отриманих даних проведено картографування траєкторій циклонів, що зумовлюють небезпечну і стихійну кількість опадів в Україні у теплий період, на рубежі XX і XXI ст. та їх повторюваності по даних траєкторіях.

Згідно [6], циклони, що спостерігаються в Україні (за винятком тих, що тут утворюються) приходять в основному з 10 регіонів: I. Захід Чорного моря; Нижньодунайська низовина; II. Італія; Адріатичне море; III. Середньодунайська низовина; IV. Егейське море; V. Мала Азія; VI. Північний Кавказ; східні райони Азовського моря; VII. Польща; Німеччина; VIII. Скандинавія; IX. Прибалтика; X. Північне море; Атлантика.

За даними останніх двох десятиріч XX ст., межі цих регіонів було уточнено. До VIII регіону також були включені пн.зх. Балтійського моря і Норвезьке море, до IX регіону – пд.сх. Балтійського моря і центральні райони Росії. Виявлено ще один регіон (XI), з якого в Україну переміщується значна кількість циклонів теплого періоду на рубежі XX і

XXI ст. Це західні райони Середземного моря, Піренейський півострів, північні райони Африки.

Проведений порівняльний аналіз знайдених зон циклогенезу в 40-50-ті, 80-ті та 90-ті роки XX ст. дозволив виявити зростання меридіональної циркуляції наприкінці цього століття, яке зумовило збільшення циклогенезу в районі Середземномор'я (табл.1). Отримані результати підтвердили висновки зроблені [13].

Таблиця 1

Повторюваність циклонів, що переміщуються в Україну у теплий період
(квітень – вересень)

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
VI. Північний Кавказ, східні райони Азовського моря	15	23	7	9	5	6
VII. Польща, Німеччина	4	6	3	4	4	4
VIII. Скандинавія	3	5	-	-	1	1
IX. Прибалтика	3	5	7	9	6	7
X. Північне море, Атлантика	-	-	4	5	4	4
Σ циклонів за період	64	100	76	100	90	100

У цілому, кількість циклонів, що виходили в Україну і переміщувались через її територію своїм центром у теплий період року наприкінці XX 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. XX ст. циклонів із південною складовою в Україну виходити стало ще більше (табл.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.

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 (ІІІ), Італії і Адріатичного моря (ІІ).

Встановлено, що значне зростання циклогенезу в районі Середземномор'я наприкінці XX ст., і на відміну від його середини, зумовлене активізацією процесу у квітні місяці. Проте в останнє десятиріччя XX ст. їх активність у квітні дещо знизилась, хоч і залишалася значно вищою, ніж у середині XX ст. У 90-і рр. простежувалося значне зростання активності цих процесів у серпні і зменшення у вересні (табл.2).

Таблиця 2

Повторюваність циклонів, що виходять в Україну у теплий період
(квітень – вересень)

Місяці	Період, роки					
	1945-1952 (за Богатир Л.Ф.)		1981-1988		1993-2000	
	Кількість випадків	%	Кількість випадків	%	Кількість випадків	%
Квітень	7	11	24	29	18	19
Травень	13	20	15	18	19	20
Червень	12	19	17	20	21	22
Липень	11	17	13	16	17	18
Серпень	13	20	5	6	17	18
Вересень	8	12	9	11	3	2
Σ циклонів за період	64	100	83*	100	95*	100

* наприкінці XX ст., порівняно з його серединою, у теплий період року в Україну переміщується значна кількість циклонів, що утворюються над західними районами Середземного моря, Піренейським півостровом, північними районами Африки, про які не згадували [5]

Таким чином, зміна районів формування циклонів, які виходять у теплий період року на територію України, свідчить про зростання меридіональної і послаблення зональної циркуляцій наприкінці XX ст. і зумовлює зміну їх траєкторій переміщення.

Переважає більшість циклонів, що своїм центром переміщуються через Україну у теплий період року, формуються під впливом південних та західних синоптичних процесів і виходять на її територію з південною складовою [3] та зумовлюють майже 90% небезпечних і стихійних явищ погоди. Відповідно до рівняння переносу вихору [11] 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 активно південні та західні синоптичні процеси у теплий період року проявляються у південних, центральних та західних областях України. Саме через цей регіон пролягає до 90% траєкторій циклонів, зумовлених цими процесами. Переважно це циклони, що утворюються у I, II та IV регіонах. Серед них найбільшу повторюваність мають циклони, що утворюються на заході Чорного моря та над Нижньодунайською низовиною. Найбільш яскраво цей процес проявляється у квітні, особливо у південних та центральних областях України. Майже третина усіх циклонів, що своїм центром переміщуються через цю територію, та утворюються на ній, спостерігаються у цьому місяці. Значний відсоток таких циклонів припадає на червень та травень. Наприкінці XX ст. циклонів із цього регіону на рівнинну територію України виходити стало значно менше (майже вдвічі), що і призвело, в цілому, до зменшення циклонів з південною складовою над цими регіонами.

Через східні та північні області країни траєкторій циклонів пролягає майже вдвічі менше. У той час як на сході України переважають циклони, що формуються над Північним Кавказом та сходом Азовського моря, на півночі переважають циклони із Середньодунайської низовини, Італії та Адріатичного моря. Найбільш активна циклонічна діяльність на цій території також спостерігається із квітня по червень, а на сході ще й у вересні.

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 заходу 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.

Циклони з південною складовою переміщуються на території України за трьома основними траєкторіями (рис.1). Серед них виділяється траєкторія, по якій ці баричні утворення у теплий період рухаються найчастіше – більше двох циклонів із квітня по вересень. 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. На півночі України до цих циклонів один раз на п'ять років і рідше приєднуються баричні утворення, що виходять із Малої Азії (V). Циклони, що переміщуються по цій траєкторії, мають мінімальний тиск у центрі, до України і на її території – 1006 ± 4 гПа. За межами країни вони поглиблюються на 5-10 гПа. Їх швидкість до України становить близько 40 км/год, на її території вони значно уповільнюють свій рух ($V=29$ км/год), а за її межами рухаються знову швидше.

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.1). 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. На західному узбережжі Азовського моря до них приєднуються циклонічні утворення, що виходять із Малої Азії (один раз

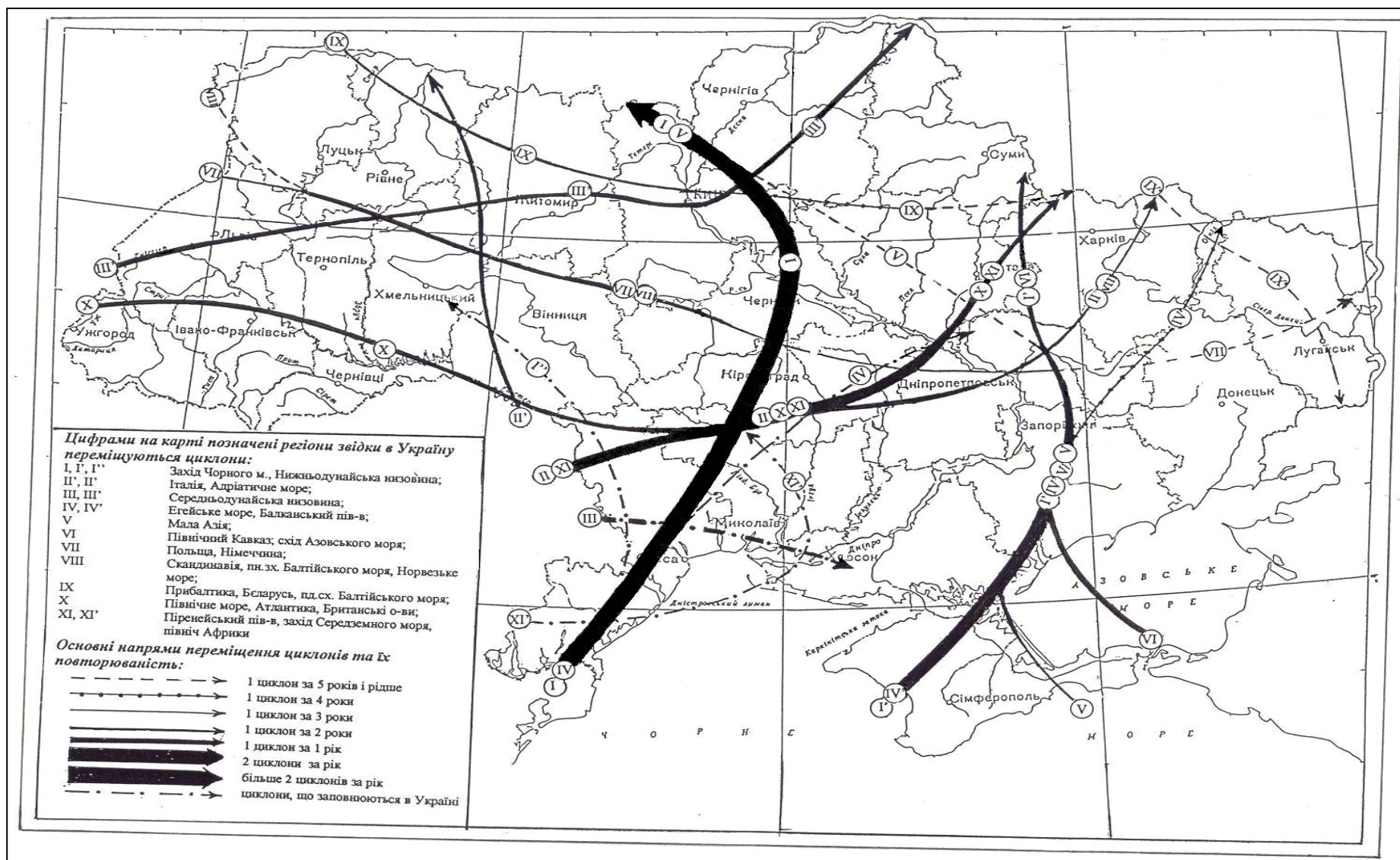


Рис. 1. Траєкторії переміщення та повторюваність циклонів у теплий період (квітень-вересень)

на два роки) і Північного Кавказу та східного узбережжя Азовського моря (до двох циклонів за рік). На території Запорізької області ці баричні утворення мають спільну траєкторію, по якій переміщується більше двох циклонів із квітня по вересень. На сході України ця траєкторія розгалужується: циклони з Балкан переміщуються на схід, з Малої Азії – на північний захід, а основна траєкторія пролягає через східні області на північ. По ній переміщується до двох циклонів за теплий період.

Найчастіше, як зазначалось вище, по цій траєкторії переміщуються циклони з Балкан. В Україні вони поглиблюються, при цьому їх швидкість майже не змінюється (35-36км/год), і дещо зростає за її межами – 38км/год. Циклони, що утворилися на заході Чорного моря і над Нижньодунайською низовиною уповільнюють свій рух на півдні України, за межами країни їх швидкість значно зростає. Найбільш глибокими баричними утвореннями, що переміщуються по цій траєкторії є циклони з Малої Азії ($P_{\min}=1006\pm 3\text{гПа}$). Їх швидкість до України становить 36 км/год. В Україні і за її межами вони переважно заповнюються. Циклони з Північного Кавказу та східного узбережжя Азовського моря мають мінімальну швидкість серед усіх циклонічних утворень в Україні (майже 14м/год) і проходять мінімальний шлях (близько 1000 км). Вони, як правило, стаціонують на півдні України і частково заповнюються.

Значний відсоток (13%) серед баричних утворень, що переміщуються в Україну у теплий період, становлять циклони, що утворилися у районах Італії і Адріатичного моря (II,II'). Рухаються вони по двох траєкторіях: більшість циклонічних утворень перевалюють Карпати, виходять в Україну із заходу один раз на два роки і переміщуються у широтному напрямку через центральні і східні області (II). Частина циклонів один раз на два роки огинає Карпати з південного сходу і переміщується через західні області у меридіональному напрямку(II'). До приходу в Україну вони мають швидкість 42км/год і мінімальний тиск у центрі - $1007\pm 4\text{гПа}$. В Україні і за її межами циклони уповільнюють свій рух ($V=34\text{км/год}$) і поглиблюються.

Найдовший шлях (більше 4000 км) проходять циклони, що утворюються у районі Піренейського півострова (9%). В Україну вони виходять також по двох траєкторіях (XI,XI'): частина з них один раз на два роки разом із циклонами з Італії і Адріатичного моря перевалює Карпати і, пройшовши через центральні області України, переміщується дещо з північною складовою на схід (XI). Їх швидкість на території

Україні і за її межами зростає і становить близько 45км/год. Інша частина циклонічних утворень один раз на три роки огинає Карпати з південного сходу і заповнюється на півдні України (XI').

Циклони, що утворюються над районами Середньодунайської низовини (12%) переміщуються територією України двома шляхами (III, III'). Баричні утворення, що виникають в Угорщині, як правило, рухаються із заходу на схід, перевалюють Карпати, виходять із заходу з південною складовою (один раз на два роки) і заповнюється на півдні (III'). Інша частина циклонічних утворень (ті, що виникають над Чехією і Словачією), огинають Карпати з півночі, виходять (частіше ніж один раз на два роки) в Україну з північною складовою та переміщуються через західні і північні області в широтному напрямку на північний схід (III). Вони значно поглиблюються за межами України ($1001 \pm 7 \text{ гПа}$), при цьому їх швидкість майже не змінюється і становить близько 36 км/год. Ця група циклонів була віднесена до циклонічних утворень, що переміщуються в Україну з північною складовою.

Циклони, що виходять в Україну з північною складовою, як правило, зумовлені північно-західним синоптичним процесом. На відміну від південних, південно-західних і західних баричних утворень, у пірнаючих циклонів теплий сектор і адвекція тепла знаходяться у північній частині, тому вони, відповідно до рівняння переносу вихору, рухаються до екватору, з північною складовою [11].

З північною складовою з квітня по вересень в Україну виходять циклони з Атлантики, Північного моря, Скандинавії, Прибалтики, Польщі, Німеччини, центральних районів Росії. Ці циклони в теплий період року становлять незначний відсоток. На півдні він найменший (5%), а у північних і східних областях – найбільший і сягає 20%.

Повторюваність циклонів, зумовлених північно-західним процесом, наприкінці XX ст., порівняно з його серединою, значно зменшилася [2] (табл.1). Це спостерігалось на усій території країни і особливо у її центральних та східних областях.

Основним регіоном, з якого в Україну виходять циклони з північною складовою є Англія, Прибалтика та Беларусь (X). Наприкінці XX ст. із цього регіону в усі райони країни стало значно менше переміщуватись циклонів, за винятком північних областей. Зменшилася також кількість циклонів, що виходять із Скандинавії, Польщі,

Німеччини. Проте частіше почали виходити циклони з Атлантики та Північного моря.

Циклони з північною складовою в Україні рухаються також по трьох основних траєкторіях. Серед цієї групи найбільшу повторюваність мають циклони, що виникають над Атлантикою, Північним морем і Британськими островами. Вони мають найбільш глибокі циклонічні утворення, ще не досягнувши території України ($P_{\min}=1003\pm 6\text{гПа}$), і рухаються із значною швидкістю ($V=39\text{км/год}$). В Україні вони сповільнюють свій рух і дещо заповнюються, а за її межами знову поглиблюються. Ці циклони огибають Карпати з півночі і переміщуються через захід України на центральні і південні області (один раз на рік), де їх траєкторія об'єднується з траєкторією циклонів, що рухаються з Піренейського півострова(XI) та Італії(II). На цій ділянці переміщується до двох циклонів з квітня по вересень. На сході України ця траєкторія розгалужується на дві гілки, по яким циклони рухаються на північний схід : з X і XI регіонів -через Полтавську область, а з II і VIII – через Дніпропетровську.

Циклони, що виходять в Україну з Польщі і Німеччини (VII), а також із Скандинавії (VIII), переміщуються з північного заходу на західні області України. Їх траєкторії об'єднуються на Волині, де по цьому шляху переміщується один циклон на два роки. Ці баричні утворення мають найбільшу швидкість до України – 45км/год . Переміщуючись через західні області, циклони значно сповільнюють свій рух і значна частина їх заповнюється у цьому регіоні. Через центральні і східні області з цих регіонів рухається лише один циклон на п'ять років і рідше.

До третьої траєкторії циклонів, що переміщуються в Україну з північною складовою належать баричні утворення, що виходять з Прибалтики і Білорусі (IX), а також із центральних районів Росії (IX'). Циклони з IX регіону переміщуються на північні області України з північного заходу один раз на два роки. Їх траєкторія пролягає через північні області України. Рухаючись цією траєкторією, циклони значно сповільнюють свій рух і 3/4 із них заповнюється, а 1/4 виходить за межі України один раз на п'ять років і рідше.

Важливо знати не лише по якій траєкторії рухаються циклони, а й те, як ці траєкторії з часом міняються і наскільки ці зміни є значимими, адже зміна районів формування циклонів та їх траєкторій зумовлює зміну в розподілі небезпечних та стихійних явищ погоди. Щоб визначити як змінились

траєкторії циклонів, що переміщуються в Україну та її регіони з південною і північною складовою наприкінці ХХ ст. порівняно з попереднім десятиріччям, було побудовано їх середні траєкторії і проведено оцінку різниці їх координат через 1^0 за допомогою критерію однорідності Колмогорова–Смирнова [9], зроблено оцінку виявлених змін та встановлено регіони де ці зміни найбільш значимі. Проведений аналіз показав, що циклони на початку ХХІ ст. в Україну виходять по більш південній траєкторії, ніж у попередні десятиріччя. Особливо це характерно для циклонів з північною складовою. Найбільш яскраво цей процес проявився у південних, центральних та східних областях країни. У цьому регіоні спостерігаються найбільш значимі зміни траєкторій циклонів.

Аналіз середньої швидкості циклонів до України, на її території та за її межами показав, що найбільшу швидкість мають циклони, що переміщуються своїм центром через східні та північні області, а найменшу ті, що виходять на південні і центральні області. На кінець ХХ ст. в усіх регіонах України спостерігається значне зменшення швидкості циклонів, особливо на півдні (табл. 3). Це характерно як для північних, так і для південних циклонів.

Аналіз середнього мінімального тиску в центрі циклонів до України, на її території та за її межами показав, що в усіх регіонах України на кінець ХХ ст. циклони стали більш глибокими (див. табл. 3).

Максимальна кількість (87 %) небезпечних та стихійних явищ погоди в Україні пов'язана з циклонічною діяльністю. При цьому, більше половини сильних і дуже сильних опадів, зумовлені циклонами, що переміщуються територією України своїм центром [2, 3]. Велика кількість небезпечних і стихійних опадів у теплий період, що спостерігається в західних, центральних та північних областях України [1] значною мірою зумовлена тим, що через цю територію переміщується найбільша кількість циклонів, які у цьому регіоні суттєво уповільнюють свій рух і поглиблюються. Значна кількість циклонів також заповнюється в цьому регіоні. Через східні області України також пролягає багато траєкторій циклонів, але самі баричні утворення тут спостерігаються значно рідше. Вони, як правило, рухаються з великою швидкістю, що призводить до того, що небезпечна і стихійна кількість опадів утворюється значно рідше, і ці явища займають меншу площу.

Таблиця 3

Середній мінімальний тиск і швидкість циклонів, що виходять у регіони України (до виходу їх в Україну, на її території та за межами)

Регіон України	Період, роки	Середній мінімальний тиск, гПа			Середня швидкість, км/год.		
		до України	в Україні	за межами України	до України	в Україні	за межами України
Захід	80-і	1007 ± 3	1007 ± 3	1006 ± 4	39 ± 3	32 ± 5	36 ± 9
	90-і	1002 ± 3	1006 ± 3	1003 ± 5	34 ± 5	27 ± 6	27 ± 10
	80-90-і	1005 ± 4	1007 ± 3	1004 ± 5	37 ± 5	30 ± 6	30 ± 11
Північ	80-і	1006 ± 8	1005 ± 6	1003 ± 8	40 ± 18	36 ± 12	35 ± 16
	90-і	1005 ± 6	1004 ± 5	1003 ± 7	36 ± 12	26 ± 13	27 ± 10
	80-90-і	1006 ± 7	1005 ± 5	1003 ± 7	38 ± 16	31 ± 13	31 ± 14
Південь	80-і	1007 ± 5	1007 ± 5	1002 ± 16	38 ± 16	31 ± 17	38 ± 18
	90-і	1006 ± 5	1008 ± 5	1005 ± 6	34 ± 12	25 ± 14	30 ± 15
	80-90-і	1006 ± 5	1008 ± 5	1003 ± 12	36 ± 15	29 ± 16	36 ± 18
Центр	80-і	1007 ± 6	1005 ± 5	1002 ± 9	37 ± 13	31 ± 13	38 ± 15
	90-і	1004 ± 6	1005 ± 6	1003 ± 7	37 ± 13	24 ± 14	29 ± 13
	80-90-і	1006 ± 6	1005 ± 6	1003 ± 8	37 ± 13	28 ± 14	34 ± 15
Схід	80-і	1006 ± 6	1007 ± 4	999 ± 19	41 ± 19	41 ± 19	38 ± 19
	90-і	1005 ± 5	1006 ± 4	1003 ± 6	36 ± 14	25 ± 14	34 ± 14
	80-90-і	1006 ± 6	1007 ± 4	1000 ± 16	39 ± 17	34 ± 18	37 ± 16

Найбільший внесок у розподіл небезпечних та стихійних півдобових сум опадів у регіонах України дають циклони, що виходять з південного заходу, півдня та південного сходу – 39% НЯ та СГЯ у цілому по Україні. При цьому в західних, південних та східних областях їх вплив проявляється значно більше, а в північних – менше (рис.2).

На кінець ХХ ст. внесок цих синоптичних процесів у розподіл НЯ та СГЯ в усіх регіонах України зменшився: НЯ $\approx$ на 35%, а СГЯ $\approx$ на 15%, але виділяються західні області, де кількість СГЯ, пов'язана з цим процесом, зросла більш ніж у два рази. Тобто збільшення частки СГЯ на 60% у цьому регіоні було пов'язане в основному з виходом південно-західних та південних циклонів на цю територію. Таким чином, ці процеси в останні 10 років минулого століття в західних областях України стали більш небезпечними. Так у 2000 році 100% СГЯ, що спостерігалися на заході, і 42% НЯ в цьому регіоні були пов'язані з виходом в Україну південно-західних, південних і південно-східних циклонів.

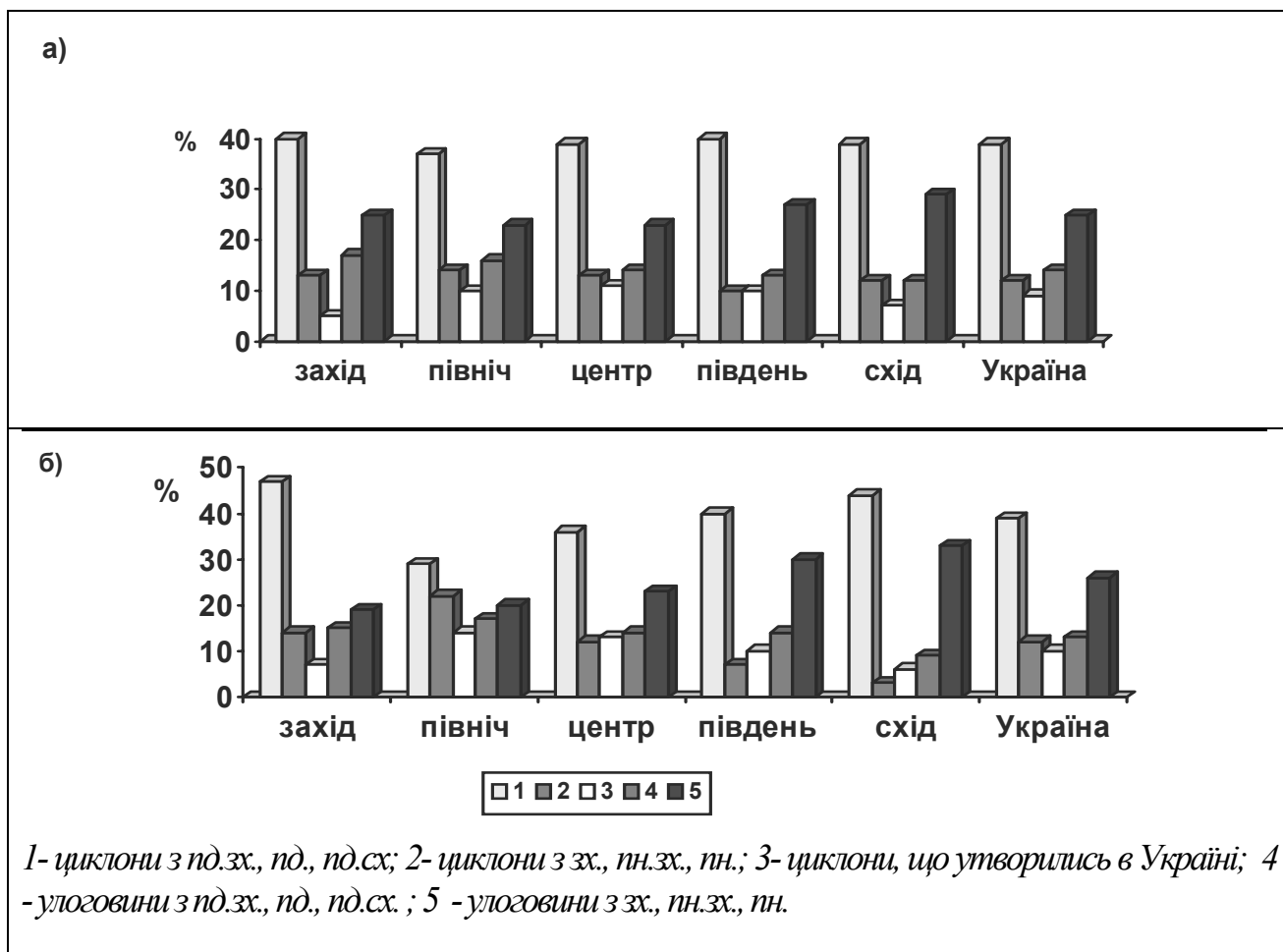


Рис. 2. Повторюваність (%) небезпечної (а) і стихійної (б) півдобової кількості опадів у регіонах України при різних синоптичних процесах (1981-2000 рр.)

При виході циклонів із заходу, північного заходу і півночі в Україну найбільша кількість НЯ (14 %), а особливо СГЯ (22%) спостерігається у північних областях, а найменша – у східних та південних (рис.2). В останні 10 років ХХ ст. для цього процесу було характерне зростання кількості небезпечних півдобових сум опадів в усіх районах і зменшення стихійних на всій території за винятком центральних областей, де їх кількість значно зростає. Тобто, у цьому регіоні цей процес став більш інтенсивний і небезпечний.

Висновки

- На рубежі ХХ і ХХІ ст. в помірних широтах Європи спостерігається зростання меридіональної і послаблення зональної циркуляції атмосфери, яке зумовило зміну районів формування циклонів, траєкторій їх переміщення та інтенсивності. Циклонічні утворення в

Україну наприкінці ХХ ст. виходять більш глибокими і рухаються значно повільніше, ніж у середині.

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

* *

Уточнены регионы, с которых в Украину выходят циклоны, обуславливающие на ее территории опасное (ОЯ) и стихийное (СГЯ) количество осадков. Определено как они изменились в конце ХХ века, по сравнению с его серединой. Построены траектории, по которым циклоны, образовавшиеся в разных регионах, смещаются в Украину, на ее территории и за ее пределами. Сделано оценку разности координат этих траекторий с помощью критерия однородности Колмогорова-Смирнова и определены участки, на которых барические образования, сформировавшиеся в разных регионах, имеют общую траекторию. Выявлены регионы, где они заполняются в Украине и определена повторяемость циклонов за теплый период года, как для каждого региона, так и для отдельных участков траекторий. Определены региональные особенности траекторий циклонов, обусловленных разными синоптическими процессами, их основных характеристик (средней скорости и минимального давления) и показано их тенденцию в конце ХХ века. Установлено, что изменение районов формирования, траекторий перемещения циклонов, их интенсивности и скорости приводят к изменению территориального распределения ОЯ и СГЯ и их интенсивности.

* *

1. Балабук В.О. Оцінка опадонебезпечності території України // Наук. праці УкрНДГМІ. – 2000. – Вип. 248. – С. 77-84.
2. Балабук 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.
3. Балабук В.О., Лавриненко О.М. Особливості мезомасштабної циркуляції, що обумовлює небезпечні і стихійні конвективні явища погоди та її зміна наприкінці ХХ ст. // Гідрометеорологія і охорона навколишнього середовища – 2002. – Одеса. – 2002.

4. *Бельская Н.Н.* Южные циклоны и условия их перемещения на Европейскую территорию СССР // Труды ЦИП. – Вып.17. – 1949.
5. *Бузян Т.О., Гавриленко Н.М.* Некоторые сведения о циклонах, проходящих через Украину // Тр. УкрНИГМИ. – Вып. 134. – С. 136 – 143.
6. *Богатырь Л.Ф.* Траектории циклонов на территории Украины // Тр. УкрНИГМИ. – 1957. – Вып.7. – С. 15-49.
7. *Клімат України.* – Київ: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
8. *Кобзистий П.І.* Особливості синоптичних процесів в Україні. – ВПЦ "Київський університет", 2002. – 87с.
9. *Кобышева Н.В. Наровлянский Г.Я.* Климатологическая обработка метеорологической информации. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 295с.
10. *Курганская В.М.* Условия развития и смещения на Европейскую территорию СССР южных циклонов летнего полугодия // Тр. ЦИП. – Вып. 16(43). – 1949.
11. *Матвеев Л.Т.* Теория общей циркуляции атмосферы и климата Земли. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 295 с.
12. *Пономаренко И.Н.* Барико-циркуляционный режим юга Европейской территории СССР и некоторые особенности погодных условий сезонов // Труды Укр. НИМИ. – Вып.12. – 1958.
13. *Свердлик Т.А.* Эволюция крупномасштабной атмосферной циркуляции воздуха Северного полушария во второй период современного глобального потепления климата // Тр. УкрНИГМИ. – Вып. 246. – 1999.

*Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут, Київ*