

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**АНАЛІЗ РОЗВИТКУ РЕГІОНАЛЬНОГО СИНОПТИЧНОГО
ПРОЦЕСУ**

з регіональної синоптики до самостійної роботи
студентів 5 курсу метеорологічного факультету
та 6 курсу заочного факультету
Спеціальність - метеорологія

Методичні вказівки до самостійної роботи з регіональної синоптики для студентів 5 курсу очної та 6 курсу заочної форм навчання за спеціальністю – Метеорологія / Укладач: Семенова І.Г. – Одеса, ОДЕКУ, 2003 р. – 12 с., укр. мова

Дисципліна "Регіональна синоптика" - складова частина державного стандарту освіти на рівні спеціаліста. Цей курс є обов'язковим з освітньо-професійної підготовки студентів з напрямку "Гідрометеорологія" за спеціальністю 7.070601 - "Метеорологія".

Метою дисципліни "Регіональна синоптика" є завершення теоретичного курсу з синоптичної метеорології та набуття практичних навиків майбутнього спеціаліста-метеоролога для роботи у різних географічних регіонах.

Дані методичні вказівки спрямовані на організацію самостійної роботи студентів під час вивчення теми "Синоптичні процеси над Україною" і при виконанні домашніх завдань за темами "Циклонічна діяльність над Україною", "Антициклонічна діяльність над Україною" (12 годин СРС). При вивченні відповідних тем студент повинен знати особливості розвитку типових синоптичних процесів над Східною Європою; вміти визначити тип регіонального синоптичного процесу і причини його утворення.

В методичній вказівці пропонується методика складання огляду регіонального процесу на конкретних прикладах.

Контролючі заходи: виконання домашнього завдання № 1 –9-10 навч.тиждень, домашнього завдання № 2 –11-12 навч.тиждень.

Складання прогнозу погоди для будь-якої території потребує детального визначення синоптичних процесів, що формують погодні умови. Кожний виділений регіон впливає своїми фізико-географічними умовами на еволюцію атмосферних процесів, а в деяких випадках повністю визначає їх розвиток. Регіональні особливості в розвитку атмосферних процесів виявляються в гірських районах, на великих внутрішньоконтинентальних водоймищах, на великих островах, на межах континентів і морів, і над різко перетненою, швидко змінною місцевістю суші.

Метою даних методичних вказівок є формування у студентів навичок визначення регіональних особливостей розвитку процесів цикло- і антициклогенезу, що спостерігаються над Східною Європою взагалі, і Україною зокрема.

Виконуючі аналіз розвитку регіонального синоптичного процесу, студент повинен висвітлити такі основні моменти:

а) надати детальний огляд макроциркуляційних атмосферних процесів Атлантико-Європейського сектору в перший день розглядаємого періоду. Окрім якісної оцінки стану атмосфери (меридіональний, зональний) і географічного розташування основних тропосферних осередків тепла і холоду і висотних фронтальних зон, використати дані про індекси циркуляції і форми макроциркуляційних процесів (по А.Л. Кацу), розрахувавши градієнти геопотенціалу по карті АТ-500 між пунктами Лондон-Київ-Оренбург. Після визначення форми макроциркуляції треба зробити попередній висновок про можливість здійснення того чи іншого синоптичного процесу над Східною Європою;

б) розглянути основні синоптичні процеси у поверхні землі, що спостерігаються в Атлантико-Європейському секторі в перший день розглядаємого періоду. Визначити стадії розвитку існуючих циклонів і антициклонів, розташування і активність атмосферних фронтів, а також райони, де можливо виникнення нових баричних утворень. Особливу увагу слід звернути на те баричне формування, яке буде в подальшому розвиватися і визначати погодні умови регіону на протязі деякого періоду (не менш ніж 3 доби);

в) протягом обраного періоду простежити розвиток окремого циклону (антициклону), який в процесі еволюції пересувається територією України (або південих районів Східної Європи). Звернути увагу на еволюцію висотного термобаричного поля, яка відбувається під впливом розглядаємого процесу і сама сприяє його розвитку, а також визначити динамічні та термічні фактори, що обумовлюють фази розвитку баричного утворення. Розглянути погодні умови, які спростерігались при пересуванні циклону (антициклону) через виділений регіон, дати оцінку можливості і райони виникнення небезпечних явищ погоди, пов'язаних з цим баричним утворенням. За районом виникнення, траєкторією переміщення і характе-

ром еволюції баричного утворення визначити його тип за відомими класифікаціями.

Нижче наведені приклади оглядів регіональних процесів цикло- і антициклогенезу.

Огляд процесу циклогенезу за 22-26 грудня 1986 р.

Розглянемо циркуляційні умови Атлантико-Європейського сектору в період з 22 по 26 грудня 1986 р. Визначимо тип та форму циркуляції за допомогою індексів О.Л. Каца. Згідно представленим у бюлетені за грудень 1986 р. розрахованим індексам (зонального, меридіонального, загального) для першого природно-синоптичного району, в розглядаємий період циркуляція була такою (табл. 1).

Таблиця 1 – Індеси циркуляції в період 22-26.12.86 р.

Дата	Меридіональний індекс I_M	Зональний індекс I_Z	Загальний індекс I_O
22.12.86	1.19	1.48	0.80
23.12.86	1.24	1.47	0.85
24.12.86	1.19	1.50	0.79
25.12.86	1.17	1.34	0.87
26.12.86	1.54	1.60	0.96

З даних табл. 1 видно, що за весь період спостерігався високий меридіональний індекс, тому загальний індекс перевищував 0.75, тобто над Атлантико-Європейським сектором циркуляція мала меридіональний характер. Взаємне розташування висотних улоговин та гребенів визначає певні типи синоптичних процесів над окремими регіонами. Тому визначимо форму циркуляції для з'ясування можливості здійснення найбільш вирогідного синоптичного процесу над Східною Європою. Розрахунки градієнтів геопотенціалу на АТ-500 представлені в табл. 2.

Таблиця 2 – Дані геопотенціалу на рівні 500 гПа

Дата	Геопотен.висота, гп.дам			H_2-H_3	H_3-H_4	Форма циркул.
	H_2	H_3	H_4			
22.12.86	538	518	542	20	-24	С
23.12.86	552	524	532	28	-8	С
24.12.86	554	522	536	32	-14	С
25.12.86	564	533	534	31	-1	С
26.12.86	556	534	524	22	10	З

Аналіз різниць геопотенціалу в трьох точках (H_1 – Лондон, H_2 – Київ, H_3 – Оренбург) показує, що в розглядаємий період спостерігалась переважно змішана (С) форма циркуляції, і лише в останній строк – західна (З). Таким чином, загалом макроциркуляційні особливості визначались наявністю глибокої висотної улоговини та висотного циклону над більшою частиною Європи, при цьому Східна Європа знаходилась під впливом передньої частини цієї улоговини, орієнтованої з південного заходу на північний схід.

Розглянемо розвиток синоптичних процесів на фоні описаної макроциркуляційної ситуації.

22 грудня положення ВФЗ та висотних баричних центрів обумовили такі синоптичні процеси у поверхні землі: обширний циклон, що займає Центральну і Східну Європу; циклон над Італією; циклон над Каспійським морем; обширний антициклон над Атлантикою поблизу берегів Європи; антициклон з центром над північними районами ЄТР.

Висотне баричне поле на картах АТ-500 і АТ-300 представлено глибоким циклоном з центром поблизу м. Санкт-Петербург, антициклоном над Баренцевим морем, і гребнем, спрямованим з півдня, над Атлантикою. Між вказаними баричними утвореннями розташована ВФЗ помірних широт. Вона проходить з південних районів Гренландії на Ісландію і квазімеридіонально опускається на Піренейській півострів, потім в зональному напрямку проходить над Середземним морем на південь західної та центральної Європи. В районі Каспійського моря ВФЗ набуває знов меридіонального характеру, орієнтуючись з півдня на північні райони ЄТР. Вздовж усього шляху ВФЗ динамічно значима, її активність складає 28-32 гп.дам./1000 км, або $16^\circ\text{C}/1000$ км. Швидкість вітру змінюється від 72 до 144 км/год над районами Піренейського півострова та півднем Уралу. За минулу добу значних змін баричного поля не відбулося. Відмічалась деяка тенденція посилення меридіональності над східною частиною Атлантики та посилення зонального переносу на півдні Європи.

Такому типу циркуляції в вільній атмосфері у поверхні землі відповідає такий характер баричного поля. Поширена циклонічна діяльність спостерігається над Західною та Центральною Європою. Найбільш активним є циклон з центром над північною Білорусі. Він окреслений чотирма замкненими ізобарами з мінімальним тиском в центрі 990 гПа. В області циклону переважають додатні баричні тенденції, за виключенням північно-східного сектору. Протягом минулої доби циклон переміщувався на північ. Це високе баричне утворення, що простягається до рівня поверхні 100 гПа. Його вісь квазівертикальна. Циклон є термічно однорідним, більша його частина заповнена холодним повітрям, а невеликий гребінь тепла спостерігається в північно-східному секторі циклону. Продовж 21-22 грудня циклон знаходився в процесі регенерації. Циклон оклюдований, точка оклюзії знаходилась в районі С.-Петербурга. Теплий фронт проходив через

райони середнього Поволжжя на південий схід. Холодний фронт проходив через центральні райони ЄТР на Азовське море. В тилівій частині циклону спостерігаються два вторинних фронта. В циклоні спостерігаються опади у вигляді снігу різної інтенсивності, а також відмічена на вторинному фронті гроза з лівневим снігом.

Улоговини цього циклону спрямовані на південний захід та південний схід, де формуються частні циклони. Один з них утворюється над Італією. Він окреслений однією замкненою ізобарою з мінімальним тиском в центрі 1005 гПа. Це низьке баричне утворення, що спостерігається тільки у поверхні землі. Над приземним центром відмічається розбіжність ізогипс на висотах (дельта ВФЗ), що сприяє падінню тиску, тобто циклон розвивається і переміщується на схід. Циклон розвивається на фронтальній хвилі. Теплий фронт проходить через південь Балканського півострова, Середземне море на райони Малої Азії. Холодний фронт проходить через острів Сардинія на Піренейський півострів.

В другій улоговині циклон утворюється над північною частиною Каспійського моря. Циклон окреслений двома ізобарами, з мінімальним тиском в центрі 1005 гПа. Це низьке баричне утворення, на карті АТ-850 гПа йому відповідає улоговина. За минулу добу тиск в ньому зростає на 5 гПа. Над областю приземного центра на АТ-500 гПа спостерігається збіжність ізогипс циклонічної кривини (вход ВФЗ), тобто динамічний фактор сприяє зростанню тиску в даному районі, і циклон в подальшому буде заповнюватися. Циклон оклюдований, теплий фронт проходить по півдню Аральського моря на райони Середньої Азії. Холодний фронт простежується через Каспійське море на райони Ірану, де розвивається в гребні підвищеного тиску.

Антициклон, що займає північну частину Атлантики і поширюється на Великобританію і Піренейський півострів, окреслений чотирма замкненими ізобарами з максимальним тиском в центрі 1035 гПа. Це низьке баричне утворення, простежується у вигляді замкненого центру лише на АТ-850 гПа, вище спостерігається добре розвинений гребінь. За минулу добу тиск у центрі антициклону зріс на 5 гПа. Це термічно однорідне баричне утворення, яке буде стаціонувати.

Антициклон в Заураллі окреслений двома замкненими ізобарами з максимальним тиском у центрі 1035 гПа. Це низьке баричне утворення, що спостерігається лише на приземній карті. На рівні 850 гПа йому відповідає баричний гребінь. Антициклон сформувався напередодні в холодному арктичному повітрі, і за останню добу тиск в ньому зріс на 15 гПа. Над областю приземного центра відмічається збіжність ізогипс циклонічної кривини по потоку і адвекція холоду, тобто подальшому посиленню антициклона сприяють як термічний, так і динамічний фактори.

Тепер розглянемо більш детально розвиток окремого циклону, що утворився над Італією.

За добу циклон змістився на схід і 23 грудня знаходився над районом Егейського моря. Він був окреслений двома замкненими ізобарами з мінімальним тиском в центрі 1000 гПа. Це низьке баричне утворення, простежується до рівня 850 гПа, вище йому відповідає глибока улоговина. Просторова вісь циклона має нахил в бік холодного повітря. За добу тиск в циклоні знизився на 5 гПа. Ділянка теплового фронту, пов'язаного з циклоном, проходила через Чорне море на Балканський півострів, холодний фронт проходив через Середземне море на північ Африки. На північ від циклону спостерігається ще одна фронтальна система, пов'язана з поширенням арктичного повітря на південь. Подальшому розвитку циклона сприяла його регенерація на холодному фронті, яка відбувалась наступної доби. 24 грудня центр циклона знаходився над Україною. Він окреслений трьома замкненими ізобарами з мінімальним тиском в центрі 998 гПа. Нульова ізобара проходить через передню частину циклона. Центр максимального падіння тиску спостерігається в східній частині циклону (1.6 гПа/3 год). Це високе і холодне баричне утворення, що простежується до рівня 100 гПа з квазівертикальною віссю. Циклон знаходиться в стадії максимального розвитку і в подальшому почне заповнюватися. Циклон вже оклюдований, точка оклюзії розташована поблизу Донецька. Ділянка основного теплового фронту спрямована на північ Каспійського моря. Холодний фронт проходить через східну частину Чорного моря на Малу Азію, і далі на захід через Середземне море, где спостерігається утворення слаборозвинутих фронтальних хвиль. В тиловій частині циклону простежується вторинний холодний фронт. В області циклона спостерігаються опади переважно у вигляді снігу, в тиловій частині зливові опади, в теплому секторі – слабкі тумани та серпанки при температурі, близької до нуля. В тиловій частині циклону температура знижується до $-6, -8^{\circ}\text{C}$.

В наступну добу циклон пересувався на північний схід зі швидкістю 23 км/год і 25 грудня центр його знаходився поблизу Воронежа. Циклон був окреслений двома замкненими ізобарами, мінімальний тиск в центрі становив 1015 гПа. За добу тиск зріс на 17 гПа, тобто циклон заповнюється. Циклон є холодним і високим баричним утворенням, простежується до рівня 100 гПа, його вісь квазівертикальна. В області циклона спостерігається два вторинних холодних атмосферних фронти, на яких випадали зливові опади. Додатковий приплив холодної повітряної маси призвів до нової регенерації циклона в наступну добу.

26 грудня циклон переместився на південь від Уралу, зі швидкістю 33 км/год. Він був окреслений однією замкненою ізобарою. Тиск в центрі циклону за добу впав на 7.5 гПа і становив 1007.5 гПа. Циклон простежувався у вигляді замкненого центру до рівня 300 гПа, на рівнях 200 і 100 гПа йому відповідала улоговина. Вісь циклона має незначний нахил у бік холодної повітряної маси. Пов'язана з циклоном фронтальна система орієнтована квазізонально, але градієнти температури в ВФЗ незначні, тому

фронт малоактивний. Висотне термобаричне поле характеризувалось глибоким висотним циклоном над Балканським півостровом і зональним перенесенням повітряних мас над Східною Європою. Розглядаємий циклон знаходився в області глибокої тропосферної улоговини холоду, яка поширювалась з районів півночі Західного Сибіру на південний захід через Східну та Центральну Європу. Приземний центр циклону знаходився в області збігання циклонічно зігнутих ізогипс, тобто були відсутні динамічні та термічні умови для його подальшого розвитку. 27 грудня циклон у поверхні землі остаточно заповнився.

Розглядаємий циклон за районом виникнення і характером переміщення відноситься до типу південних циклонів. Він виник в районі Італії, переместився на райони України і далі на схід. Висотне термобаричне поле характеризувалось квазімеридіональною улоговиною, яка була спрямована з Баренцева моря на центральну частину Середземного моря і в процесі еволюції циклону поглиблювалась. Циклон виник і пересувався під передньою частиною цієї улоговини, в тилівій частині якої спостерігалось постійне надходження холодного арктичного повітря з півночі Скандинавії.

Огляд процесу антициклогенезу за 20-24 січня 1980 р.

Розглянемо циркуляційні умови Атлантико-Європейського сектору в період з 20 по 24 січня 1980 р. Визначимо тип та форму циркуляції за допомогою індексів О.Л. Каца. Згідно представленим у бюлетені за січень 1980 р. розрахованим індексам (зонального, меридіонального, загального) для першого природно-синоптичного району, в розглядаємий період характер циркуляції був такий (табл. 3).

Таблиця 3 – Індеси циркуляції в період 20-24.01.80 р.

Дата	Меридіональний індекс I_M	Зональний індекс I_z	Загальний індекс I_o
20.01.80	1.15	1.43	0.81
21.01.80	1.53	1.35	1.13
22.01.80	1.89	1.40	1.35
23.01.80	0.94	1.24	0.76
24.01.80	0.65	0.78	0.83

З даних табл. 3 видно, що за розглядаємий період спостерігалось зростання меридіонального індексу до центрального дня періода (22.01.80), і одночасне збільшення загального індексу, який весь період перевищував 0.75, тобто над Атлантико-Європейським сектором циркуляція мала меридіональний характер. Взаємне розташування висотних улоговин та гребенів визначає певні типи синоптичних процесів над окремими регі-

онами. Тому визначимо форму циркуляції для з'ясування можливості здійснення найбільш вирогідного синоптичного процесу над Східною Європою. Розрахунки градієнтів геопотенціалу на АТ-500 представлені в табл. 4.

Таблиця 4 – Дані геопотенціалу на рівні 500 гПа

Дата	Геопотен.висота, гп.дам			Н ₂ -Н ₃	Н ₃ -Н ₄	Форма циркул.
	Н ₂	Н ₃	Н ₄			
20.01.80	532	548	526	-16	22	Ц
21.01.80	532	544	520	-12	24	Ц
22.01.80	520	555	514	-35	41	Ц
23.01.80	520	552	532	-32	20	Ц
24.01.80	524	542	536	-18	6	Ц

Аналіз різниць геопотенціалу в трьох точках (Н₁ – Лондон, Н₂ – Київ, Н₃ – Оренбург) показує, що в розглядаємий період спостерігалась центральна (Ц) форма макроциркуляційних процесів в її меридіональному варіанті, яка характеризується наявністю розвиненого висотного гребня (антициклону) над Східною Європою і глибокими улоговинами на схід і захід від антициклону.

Надамо огляд розвитку синоптичних процесів, які спостерігались в Атлантико-Європейському секторі в розглядаємий період.

20 січня 1980 р. основними баричними утвореннями, які спостерігалися над районом, були: циклон над північною частиною Атлантики (на південь від Ісландії), циклон над європейською територією Росії (ЄТР), антициклон над північчю ЄТР з центром поблизу Санкт-Петербурга. Висотне термобаричне поле на картах АТ-500 і АТ-300 представлено двома глибокими і холодними циклонами - над Уралом і над Атлантикою, і високим теплим антициклоном, який займає більшу частину Східної Європи з центром над Балтійським морем. Таке висотне термобаричне поле утворює одну з форм блокування – омегоподібну, яка призводить до порушення загального західно-східного перенесення в атмосфері і формування активного процесу антициклогенезу біля поверхні землі. Між вказаними висотними центрами розташовані ділянки активної ВФЗ: динамічна значимість складає 28 дам/1000 км, градієнт температури – 14°С/1000 км, швидкості вітру понад 20 м/с. ВФЗ проходить з районів Атлантики на захід Франції і Великобританію, далі на північ на Баренцево море, огинає висотний гребінь і меридіонально опускається на південь на Чорне море. Потім прямує на схід і північний схід через Каспійське море на райони Західного Сибіру. Над Середземним морем в улоговині спостерігаються ізольовані висотні циклонічні центри, що утворилися в результаті попереднього застою і трансформації холодної повітряної маси в цьому районі.

Такому типу макроциркуляційних процесів в вільній атмосфері відповідають такі синоптичні процеси біля поверхні землі.

Над північно-східною частиною Атлантики спостерігається активна циклонічна діяльність. Поширений циклон окреслений 5 замкненими ізобарами з мінімальним тиском в центрі 985 гПа. Це високе баричне утворення з квазівертикальною віссю, що простежується до рівня 300 гПа. За минулу добу тиск в циклоні не змінився. Циклон є малорухомим. Циклон вже оклюдований, але термічно неоднорідний, в його тилувій частині спостерігається приплив холодного повітря. Точка оклюзії знаходиться над Норвезьким морем. Теплий фронт проходить через північ Скандинавії і далі на схід. Холодний фронт з хвилями проходить на південь через Ірландію на Піренейський півострів і далі на райони Атлантики. В області циклону спостерігаються складні погодні умови: посилення вітру до 10-15м/с, метелі, опади у вигляді дощу і снігу різної інтенсивності.

Інший циклон розташований в Передураллі, окреслений чотирма замкненими ізобарами з мінімальним тиском в центрі 1005 гПа. Це високе баричне утворення, що простежується до рівня 200 гПа з квазівертикальною віссю. Циклону на висотах відповідає осередок холоду, тобто циклон є термічно однорідним старим баричним утворенням. За минулу добу тиск у центрі циклону зріс на 15 гПа, тобто циклон інтенсивно заповнюється. Циклон оклюдований, фронт оклюзії спрямований на південний захід через Нижнє Поволжжя, де переходить у холодний фронт, який з хвилями далі йде на північний захід через північні райони України і Білорусь. В тилувій частині циклону розташований вторинний холодний фронт. По всій області циклону спостерігається випадіння снігу різної інтенсивності, в північно-східній частині – метелі.

Антициклон з центром поблизу Санкт-Петербурга окреслений однією замкненою ізобарою з максимальним тиском в центрі 1025 гПа. Над областю приземного центру відмічається розбіжність ізогипс при антициклонічній кривині, тобто динамічний фактор сприяє зростанню тиску. Антициклон розташований в холодній повітряній масі, що розповсюджується в тил циклону, який заповнюється в Передураллі. Тобто, і динамічний, і термічний фактори вказують на подальше посилення антициклону. Розглянемо більш детально його еволюцію.

21 січня антициклон декілька змістився на схід і значно поширився за площею, займає майже всю Східну Європу, його гребінь досягнув Чорного моря. Антициклон окреслений двома замкненими ізобарами з максимальним тиском в центрі 1030 гПа. За добу тиск зріс на 5 гПа. Спостерігається розвиток антициклону по висоті до рівня 200 гПа. Він термічно неоднорідний – в передній частині відбувається адвекція холоду, в тилувій – адвекція тепла.

22 січня антициклон змістився на південь зі швидкістю 20 км/год і його центр був розташований над Білоруссю. Він окреслений трьома замкне-

ними ізобарами, тиск зріс на 5 гПа і становив 1035 гПа. Це високе баричне утворення з квазивертикальною віссю, простежується до рівня 300 гПа. Антициклон продовжує бути термічно неоднорідним, що сприяє його подальшому існуванню.

23 січня антициклон продовжував пересуватися на південний схід і центр антициклону знаходився над східною частиною України, при цьому гребінь антициклону поширився на схід на Каспійське та Аральське море. Антициклон окреслений двома замкненими ізобарами, тиск у центрі не змінився. Антициклон розвинений по висоті до рівня 300 гПа, з квазивертикальною віссю. Над центральною частиною розташований тропосферний осередок тепла, а адвекція холоду спостерігається над східною периферією антициклону над прикаспійськими районами. Тобто, антициклон є термічно однорідне високе баричне утворення в останній фазі розвитку і буде в подальшому руйнуватися.

Протягом всього періоду розвитку в антициклоні спостерігалось значне зниження температури у поверхні землі в зв'язку з поширенням арктичної повітряної маси, в якій утворився антициклон. Зниження температури на станціях становило до 6-7 градусів за добу в перші два дні пересування антициклону. Із явищ погоди мали місце серпанки різної інтенсивності по всіх частинах антициклону.

24 січня антициклон над сходом України зруйнувався, але далі на схід в районі Аральського моря в гребні з'явився новий центр, чому сприяла інтенсивна адвекція холоду в цей район і динамічний зріст тиску в тиловій частині висотної улоговини.

Таким чином, розглянутий процес антициклогенезу за районом виникнення, траєкторією переміщення і характером еволюції можна віднести до типу північно-західних антициклонів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кац А.Л. Сезонные изменения общей циркуляции атмосферы и долгосрочные прогнозы погоды. - Л.: Гидрометеоиздат, 1960. - 272 с.
2. Семенова І.Г. Регіональна синоптика. Конспект лекцій. – Одеса, ОДЕКУ, 2002. – 62 с.