

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для практичного заняття на тему  
«Визначення еволюції баричних утворень»  
(навчальний модуль «Синоптична метеорологія»)

Затверджено  
на засіданні кафедри військової підготовки  
Протокол № \_\_\_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 р.

Начальник кафедри  
полковник \_\_\_\_\_ О.М.Грушевський

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для практичного заняття на тему  
«Визначення еволюції баричних утворень»  
(навчальний модуль «Синоптична метеорологія»)

Методичні вказівки для практичного заняття на тему «Визначення еволюції баричних утворень» з дисципліни «Військова підготовка» (навчальний модуль «Синоптична метеорологія») для студентів 1 року навчання за програмою підготовки офіцерів запасу за ВОС 200200, 600100 / Укладач к.геогр.н. Міщенко Н.М.; укр., 18 стор.

## ПЕРЕДМОВА

Синоптичне положення визначає тип погодних умов на території або пунктах базування авіаційних бригад та інших підрозділів Збройних Сил України. Саме тому, спираючись на аналіз розвитку атмосферних процесів у минулому, черговий метеоролог на першому етапі розробляє прогноз синоптичного положення, а вже потім, на його основі, прогнозує погодні умови. Тому від якості розробки прогнозу синоптичного положення залежить якість та достовірність прогнозів погоди як загального, так і спеціалізованого призначення.

Прогноз еволюції баричних утворень є невід'ємною складовою розробки прогнозу синоптичного положення. Його метою є відповідь на запитання – як буде змінюватися тиск у центрі баричного утворення протягом прогностичного періоду?

Досвідчений синоптик, який має у своєму розпорядженні прогностичні карти, які є результатом гідродинамічного прогнозу, спроможний розробити прогноз «фону» на тлі якого будуть розвиватися погодні умови у тому чи іншому районі. Проте військовий метеоролог повинен вміти не лише використовувати інформацію, одержану у різних прогностичних центрах, а й застосовувати різні методи, правила та прийоми, які можливо реалізувати в умовах його повсякденної діяльності.

Метою заняття є формування у тих, хто навчається, практичних навичок з діагнозу та прогнозу еволюції баричних утворень синоптичного масштабу.

Після виконання завдання студент повинен

знати основні способи визначення еволюції БУ:

- за вертикальною структурою;
- за розташуванням його центру відносно вісі струминної течії;
- за термобаричною структурою;
- за розташування осередків баричних тенденцій відносно його центру.

Вміти: визначати еволюцію баричних утворень синоптичного масштабу з застосуванням набутих знань.

Вивчення теми базується на знаннях, здобутих студентами з окремих розділів курсів: «Фізики».

## Список літератури

1. Дашко Н.А. Курс лекций по синоптической метеорологии [Электронный ресурс] / ДГУ, 2005. - Режим доступа <http://www.dvgu.ru/meteo/book/Synoptic.htm>
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
3. Практикум по синоптической метеорологии / Под ред. В.И. Воробьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.
4. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации Вооруженных Сил СССР. – М.: Воениздат, 1981. – 376 с.
5. Большой информационный архив по географии [Электронный ресурс] [http://big-archive.ru/geography/earth\\_atmosphere/40.php](http://big-archive.ru/geography/earth_atmosphere/40.php)

## ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

### ВИЗНАЧЕННЯ ЕВОЛЮЦІЇ БАРИЧНИХ УТВОРЕНЬ

Під *еволюцією* баричних утворень (БУ) синоптичного масштабу (циклонів та антициклонів) у загальному сенсі розуміють зміну атмосферного тиску у їхньому центрі. Центром баричного утворення є станція з найменшим значенням тиску, яка знаходиться усередині першої замкненої ізобари. Зрозуміло, що якщо мова йде про визначення еволюції висотних баричних утворень, то у цьому разі розглядається зміна геопотенціалу у їх центрі.

Протягом життєвого циклу БУ спостерігається зміна як характеристик вертикальної структури, так і структури полів метеорологічних величин, які супроводжують його розвиток. Залежно від стадії розвитку існують певні відмінні риси та закономірності у послідовності таких змін, які дозволяють вести мову про їх прогностичне значення. Визначення еволюції БУ має забезпечуватися комплексним аналізом зазначених характеристик, оскільки ізолюваність у їх використанні може привести до хибних висновків.

Узагальнюючи досвід дослідження еволюції баричних утворень, можна зазначити, що існує можливість її визначення за зміною:

- вертикальної структури БУ;
- розташування центру БУ відносно вісі струминної течії;
- термобаричної структури БУ;
- розташування осередків баричних тенденцій відносно центру БУ.

#### **1. *Визначення еволюції баричних утворень за вертикальною структурою.***

Як відомо, баричні утворення спочатку з'являються біля поверхні землі та у своєму розвитку розповсюджуються до верхніх рівнів тропосфери.

На першій стадії розвитку як циклони, так і антициклони є низькими БУ.

На другій стадії розвитку їх центри, у виді замкнених ізогіпс, простежуються до рівня 700 гПа, що дає підстави вважати такі баричні утворення середніми.

Третя стадія розвитку характеризується тим, що висотні центри БУ спостерігаються на картах баричної топографії вище рівня 700 гПа, тобто вони стають високими.

На четвертій стадії розвитку БУ, як правило, залишаються високими.

Таким чином, якщо баричне утворення є низьким або середнім, і відсутні умови для його руйнування (для антициклонів) або заповнення (для циклонів), найбільш імовірно воно буде продовжувати розвиватися.

Якщо баричне утворення є високим, то більш за все воно буде заповнюватися або руйнуватися, якщо немає умов для його регенерації.

При діагнозі та прогнозі еволюції баричних утворень біля поверхні землі та на висотах слід проаналізувати всі чинники, що зумовлювали зміни тиску за попередній проміжок часу, а також ті, що будуть його зумовлювати згідно з прогностичними картами (висотними та приземною) у подальшому.

Також слід проаналізувати нахил просторової осі на різних стадіях розвитку БУ. У випадку молодих баричних утворень просторова вісь має значний нахил до горизонту у сторону холодного (для циклонів) та теплого (для антициклонів) повітря. Протягом життєвого циклу БУ вісь поступово втрачає нахил і стає майже вертикальною (квaziвертикальною).

З огляду на те, що у третій та четвертій стадіях розвитку БУ є високими, то аналіз нахилу вертикальної осі на цих стадіях є особливо корисним для визначення їх еволюції. А саме, якщо просторова вісь має нахил, то є підстави для подальшого зниження тиску і навпаки.

## ***2. Визначення еволюції баричних утворень за розташуванням центру БУ відносно вісі струминної течії***

Між еволюцією атмосферних вихорів і деформацією струминної течії (СТ) існує досить тісний зв'язок [5].

На рис. 1, 2 схематично зображено вісь струминної течії відносно центру БУ біля поверхні землі на різних стадіях його розвитку.

На початку розвитку циклонічного вихору струминна течія вже є інтенсивною, а її вісь (рис. 1а) знаходиться ліворуч від його приземного центру (якщо дивитися вздовж потоку), безпосередньо за холодним і перед теплим ділянками фронтів, тобто в зоні найбільших контрастів температур, що виникли в результаті фронтогенезу.

З розвитком (поглибленням) циклону, внаслідок, головним чином, адвекції холоду і адиабатичного охолодження повітря в центральній і тиловій частинах циклону, висотна фронтальна зона і струминна течія деформуються і вісь струминної течії поступово мігрує в сторону теплого сектору циклону (рис. 1б). У цей період максимальні швидкості на вісі СТ зазвичай перевищують 120-150 км / год.

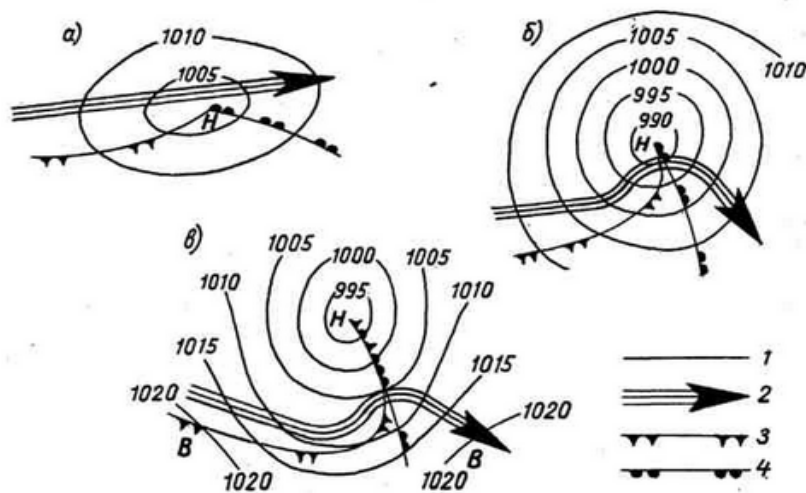


Рис.1 – Розташування струминної течії відносно центру циклону на різних стадіях його розвитку [5]:

а) виникнення; б) максимального розвитку; в) заповнення;

1 – ізобари; 2 – вісь струминної течії; 3 – холодний фронт; 4 – теплий фронт.

Процес деформації струменя тісно пов'язаний з умовами подальшого поглиблення циклону. В циклоні, що поглиблюється найбільші контрасти температури, як і швидкості вітру в системі СТ, спостерігаються в його тилевій частині. З іншого боку, чим більше поглиблюється циклон, тим більше відбувається меридіональне перетворення висотної фронтальної зони і деформації СТ. По мірі поглиблення, а потім заповнення циклону холодним повітрям вісь СТ зміщується на його периферію [5].

В останній стадії – стадії заповнення циклону – вісь СТ переміщається на периферію циклону та втрачає з ним зв'язок (рис. 1в).

В системі антициклону відбувається аналогічний процес, з тією відмінністю, що в результаті посилення антициклону СТ переміщується з його теплої до холодної частини.

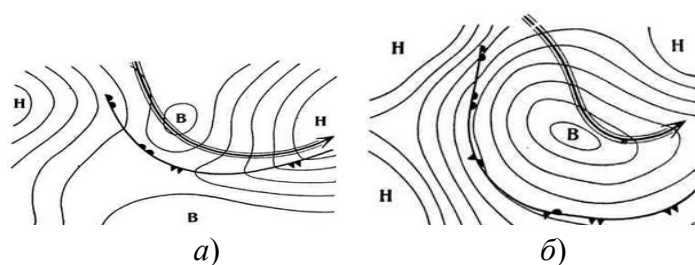


Рис. 2 – Розташування вісі струминної течії в системі антициклону на різних стадіях його розвитку [5]: а) виникнення; б) максимального розвитку.

Так, наприклад, на стадії виникнення вісь СТ знаходиться майже над приземним центром антициклону (рис. 2а). З посиленням антициклону, СТ переміщається на його холодну сторону (рис. 2б), а в останній стадії – стадії руйнування антициклону –

взагалі виходить за межі основного антициклону, який слабшає.



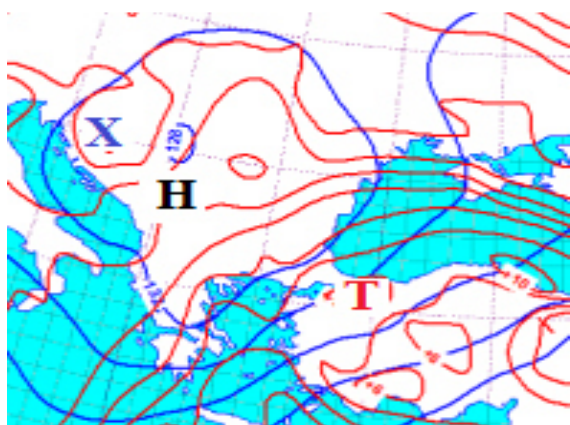
Таким чином, в системі циклону що поглиблюється, вісь СТ зміщується до його теплої частини. В системі антициклону, що посилюється, вісь СТ переміщується на його холодну периферію. І в тому, і в іншому випадку, одночасно з розвитком атмосферних вихорів, інтенсивність СТ над ними у верхній тропосфері слабшає [5].

### ***3. Визначення еволюції БУ з урахуванням змін його термобаричної структури.***

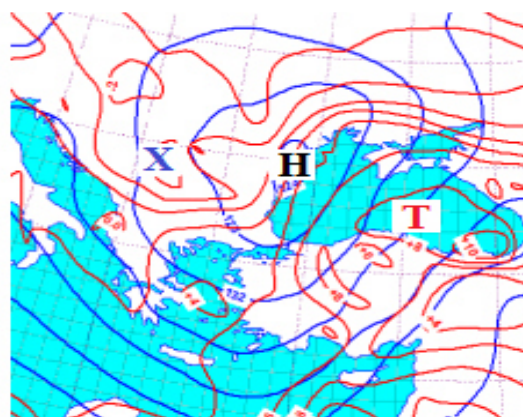
Аналіз термобаричної структури циклонів та антициклонів дозволяє зробити висновки щодо характеру їх еволюції, оскільки існує очевидний зв'язок між еволюцією циклону і характером адвекції повітряних мас у його структурі. Як відомо, виникнення циклону пов'язано з інтенсивною адвекцією холоду в його тилу частину і адвекцією тепла в передню частину (рис. 3 а).

Подальше надходження холодного повітря в тилу частину циклону та тепло в його передню частину, дає підстави стверджувати, що він продовжить поглиблюватися (рис. 3 б,в). Циклон поглиблюватиметься, доки триватиме такий характер адвекції.

Коли циклон стає термічно однорідним, тобто більша його частина зайнята холодним повітрям (рис. 3 г), а пов'язана з ним фронтальна система зміщується в передню частину, можна констатувати, що циклон пройшов максимальну стадію свого розвитку і в подальшому буде заповнюватися.



а)



б)

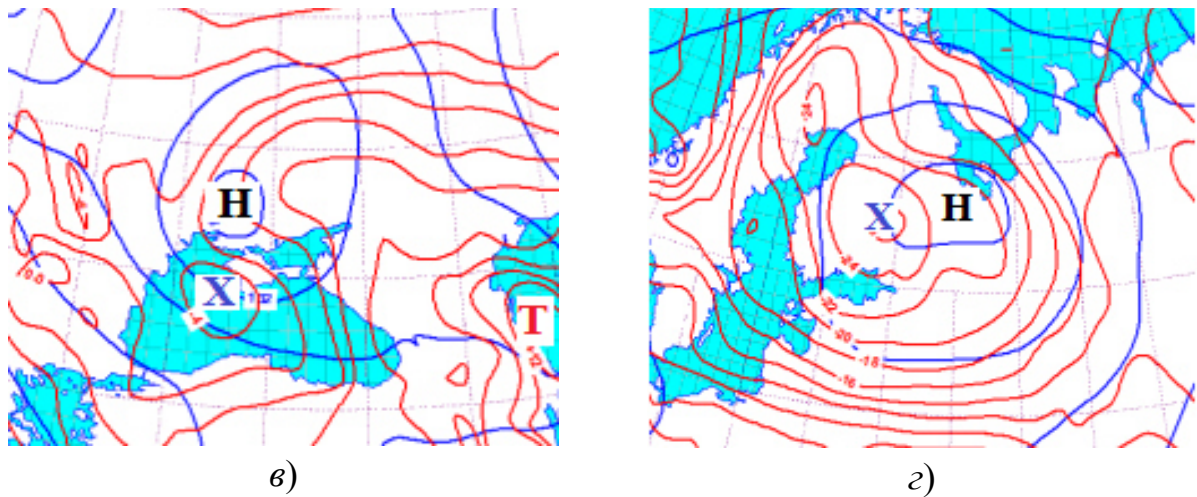


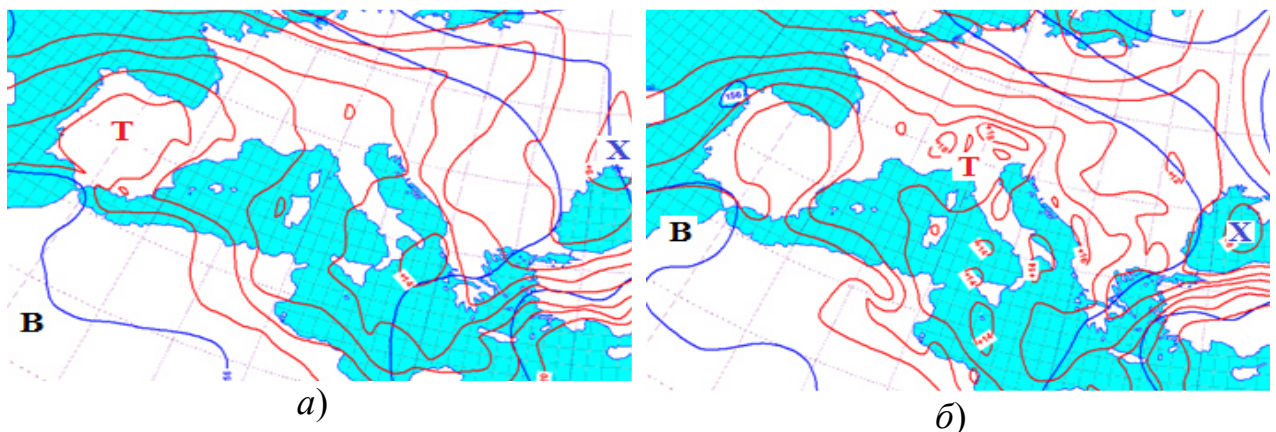
Рис. 3 – Структура термобаричного поля циклону на:

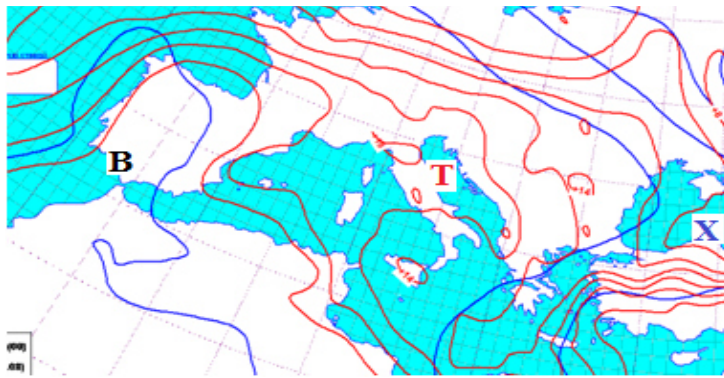
- а) початковій стадії;
- б) стадії молодого циклону;
- в) стадії максимального розвитку;
- г) стадії заповнення.

Термобарична структура на перших двох стадіях зумовлює падіння тиску (баричне утворення термічно неоднорідне) у центрі циклона, на третій стадії тиск майже не змінюється. На останній стадії, коли циклон стає термічно однорідним, подальшого зниження тиску, як мінімум, вже не буде (якщо не з'являться умови для регенерації даного БУ) і навіть з'являються умови для його зростання.

Процес посилення антициклонів і, відповідно, зростання тиску у їх центрі, пов'язаний з надходженням теплого повітря з південних районів на їх західну периферію та холодного повітря з північних районів на східну (рис. 4) периферію.

В антициклоні перші дві стадії (виникнення та молодого антициклону) за структурою термобаричного поля часто схожі (рис. 4 а). Протягом них тиск у центрі антициклону збільшується, а сам антициклон, відповідно, посилюється.





в)

Рис. 4 – Структура термобаричного поля антициклону на:

- а) початковій стадії та стадія молодого антициклону;
- б) стадії максимального розвитку ;
- в) стадії руйнування.

На стадії максимального розвитку (рис. 4 б) тиск в антициклоні практично не змінюється, більшу його частину займає тепле повітря, холодне відходить на східну периферію.

Стадія руйнування (рис 4 в) характеризується падінням тиску в центрі антициклону, який вже є високим, термічно однорідним баричним утворенням, тобто уся центральна частина зайнята осередком тепла. Такий антициклон поступово слабшає і умов для його подальшого розвитку немає.

#### **4. Визначення еволюції БУ за розташування осередків баричних тенденцій відносно його центру.**

Певні можливості представляє аналіз баричних тенденцій, на основі якого встановлено такі прогностичні правила:

- Циклон поглиблюється, а антициклон слабшає, якщо в центрі баричного утворення спостерігаються від'ємні тенденції (рис. 5 а,б). Якщо ж навпаки (рис. 5 в,г), то циклон заповнюється, а антициклон посилюється,

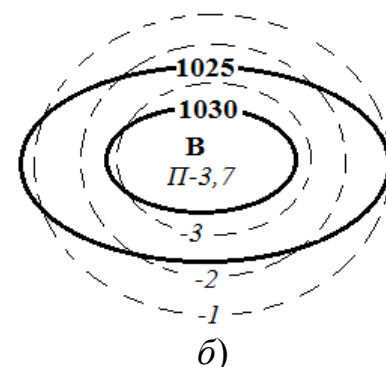
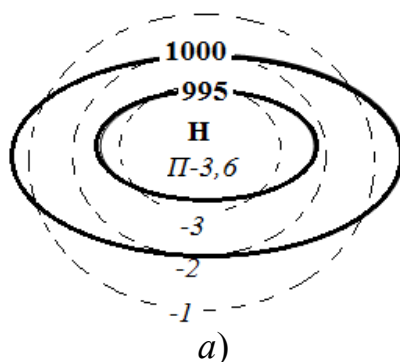




Рис. 5 – Схеми розташуванні осередків баричних тенденцій в циклонах та антициклонах для прогнозу їх еволюції.

Суцільні лінії – ізобари, пунктирні – осередки баричних тенденцій (ізалобаро)

- якщо нульова ізалобара проходить через центр циклону (антициклону), то таке БУ в найближчий час не буде суттєво змінювати свою інтенсивність.

- барична улоговина поглиблюється, а гребінь посилюється, якщо нульова ізалобара (з урахуванням її зміщення на 1,5-годинний шлях переміщення осі баричного утворення проти напрямку руху) проходить позаду осі улоговини або гребеня (рис. 6 а, б). Навпаки, улоговина заповнюється, а гребінь слабшає, якщо нульова ізалобара проходить попереду осі цих баричних утворень (рис. 6 в, г);

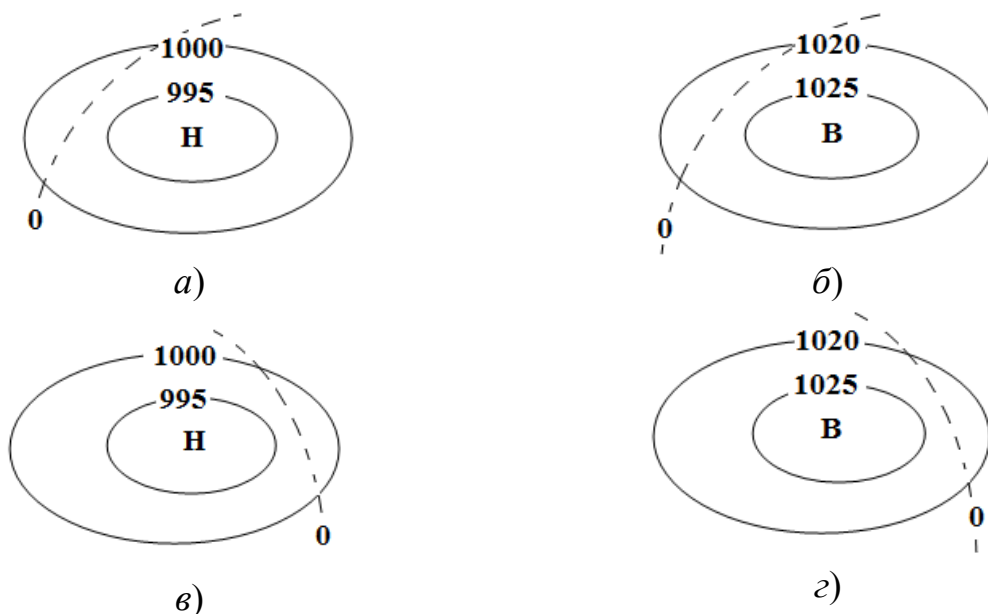


Рис. 6 – Схеми розташування нульової ізалобари відносно центрів БУ  
Суцільні лінії – ізобари, пунктирні лінії – ізалобари

- при від'ємній тенденції в центрі циклону або на осі улоговини їх поглиблення буде тим інтенсивніше, чим далі від центру циклону або осі улоговини в їх тилкових частинах проходить нульова ізалобара (рис. 7 а). При

додатних тенденціях в центрі антициклону або на осі гребеня їх посилення буде тим значніше, чим далі від центру антициклону або осі гребеня в їх тилкових частинах проходить нульова ізобара (рис. 7 б);

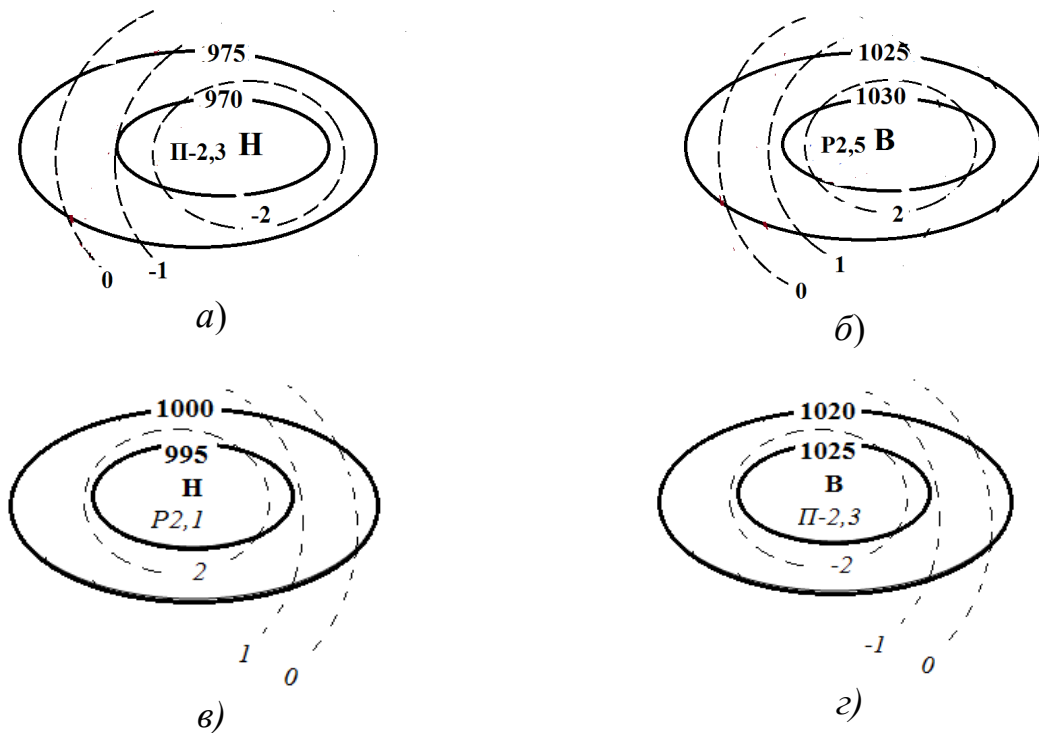


Рис. 7 – Схеми розташування баричних тенденцій відносно центрів БУ.  
Суцільні лінії – ізобари, пунктирні лінії – ізобари.

- якщо нульова барична тенденція розташовується в передній частині циклону (антициклону), а в центрі відмічається зростання (падіння) тиску, то такий циклон (антициклон) буде заповнюватися (руйнуватися) (рис.7 в, г);

- циклон поглиблюється, якщо в теплому секторі баричні тенденції від'ємні, і заповнюється, якщо вони є додатні (рис. 8). Якщо в теплому секторі тенденції близьки до нуля, то тиск в центрі циклону суттєво не зміниться;

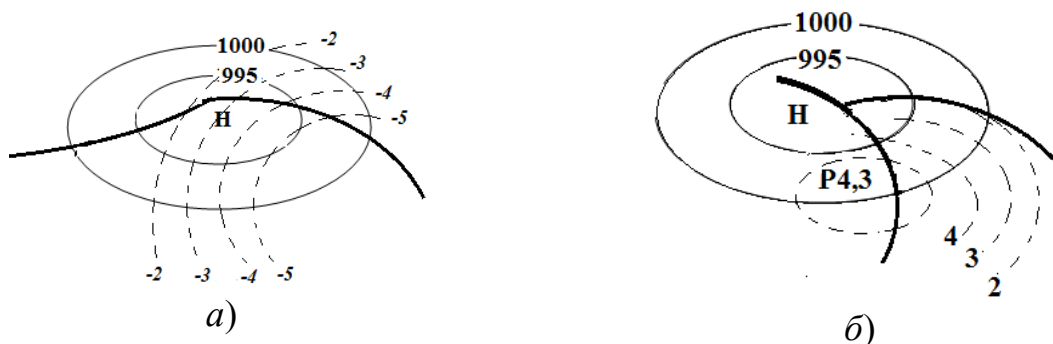


Рис. 8 – Схеми розташування додатних та від'ємних значень баричних тенденцій в теплому секторі циклону

- віддалення області падіння тиску від центральної частини циклону на периферію є ознакою заповнення циклону, а зміщення області додатних тенденцій від центральної частини антициклону на його периферію, є ознакою припинення посилення антициклону.

## КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. Що розуміють під еволюцією БУ?
2. Куди нахилена вертикальна вісь циклону (антициклону) в початковій стадії розвитку?
3. Яке баричне утворення називається низьким (середнім, високим)?
4. Яка термобаричне структура характерна для високого циклону?
5. Для якої стадії баричного утворення характерна термічна однорідність та наявність окресленого центру від поверхні землі до рівня 500 гПа?
6. На якій стороні СТ найчастіше виникають антициклони?
7. Де відносно центру циклону (антициклону) повинна проходити нульова ізалобара, щоб він поглиблювався (послаблювався)?
8. Як знак баричної тенденції в центрі циклону та антициклону впливає на їх еволюцію?
9. Яким буде характер еволюції у термічно однорідному (холодному) циклоні?
10. Якою буде еволюція циклону (антициклону), якщо нульова ізалобара буде проходити через їх передню частину?

## ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

### Вихідні матеріали:

Комплект аеросиноптичного матеріалу (приземний аналіз, карти абсолютної (АТ-850, 700, 500) та відносної (ОТ – 500/1000) баричної топографії).

### Завдання:

письмово провести детальний аналіз еволюції баричних утворень, вказаних викладачем, за наведеними нижче алгоритмами.

#### *1) Визначення еволюції БУ на підставі їх вертикальної структури:*

- визначити на якому максимальному рівні тропосфери простежується центр БУ у виді замкнених ізогіпс;

- зробити висновок щодо належності БУ до одного з трьох видів: низького, середнього або високого;

- проаналізувати характер просторової вісі БУ, особливо звертаючи увагу на це для високих БУ.

Після проведення зазначеного аналізу можна вважати, що тиск у циклоні (антициклоні) буде знижуватись (збільшуватись), якщо БУ є низьким, а його просторова вісь має нахил у сторону холоду (тепла).

У разі, якщо БУ є високим, то характерною ознакою його подальшої еволюції є нахил просторової вісі або його відсутність. У першому випадку є підстави для подальшого зниження тиску у циклонах та його збільшення у антициклонах. У іншому випадку (якщо вісь є квазівертикальною) підстав для подальшого зниження (збільшення) тиску у циклоні (антициклоні), як правило, немає.

Зауважимо, що для антициклонів таке «правило» виконується не завжди. Іноді антициклони, досягнувши свого максимального розвитку, незважаючи на велику вертикальну протяжність і квазівертикальність осі, можуть протягом декількох діб залишатися з практично незмінним тиском у центрі.

#### *2) Визначення еволюції БУ на підставі розташування вісі СТ відносно центру БУ:*

- скопіювати приземний центр БУ на карту АТ-500;

- визначити з якого боку (ліворуч чи праворуч) відносно приземного центру БУ знаходиться вісь струминної течії, якщо дивитися вздовж потоку;

- визначити поточну інтенсивність СТ та характер її розвитку за попередні строки;

- якщо вісь СТ знаходиться ліворуч (праворуч) від приземного центру циклону (антициклону), а інтенсивність самої струминної течії зростає, то тиск у центрі циклону (антициклону), найімовірніше, буде знижуватися (зростати);

- у процесі міграції осі СТ з холодної сторони циклону у бік теплового сектору тиск у центрі циклону буде знижуватися, а сам циклон поглиблюватися;

- у процесі міграції осі СТ з теплої периферії на холодну периферію антициклону тиск у його центрі буде збільшуватись, а сам антициклон посилюватися;

- якщо вісь СТ розташована праворуч (ліворуч) відносно приземного центру циклону (антициклону), а інтенсивність самої струминної течії знижується, то циклон (антициклон) буде заповнюється (руйнується).

3) *Визначення характеру еволюції циклону (антициклону) за його термобаричною структурою:*

- побудувати ізобари (ізогіпси) та ізотерми на фіксованому рівні атмосфери;

- визначити розташування улоговини холоду та гребеня тепла відносно центру циклону;

- проаналізувати характер та інтенсивність адвекції у тилівій та передній частині циклону;

- якщо у передній частині циклону розташовується гребінь тепла, який зумовлює адвекцію тепла, а у тилівій улоговина холоду, яка зумовлює адвекцію холоду, то тиск у центрі циклону буде знижуватися;

- якщо лінія нульової адвекції проходить через центр циклону, то, найімовірніше, тиск у його центрі буде продовжувати падати (дана ситуація характерна для початкової стадії розвитку циклону);

- якщо над більшою частиною циклону спостерігається осередок холоду, інтенсивність адвекції холоду слабшає, а гребінь тепла займає незначну площу передньої частини циклону, то тиск у центрі циклону буде збільшуватися.

- якщо у передній частині антициклону розташовується улоговина холоду, що зумовлює адвекцію холоду, а у тилівій гребінь тепла, який зумовлює адвекцію тепла, то тиск у центрі антициклону буде підвищуватися;



- якщо над більшою частиною антициклону спостерігається осередок тепла, а улоговина холоду займає незначну площу передньої частини антициклону, то тиск у центрі антициклону буде зменшуватися.

4) *Визначення еволюції БУ за розташуванням вісі баричних тенденцій відносно центру БУ:*

- нанести ізаллобари на карту приземного аналізу;
- визначити положення нульової ізаллобари відносно центру циклону та антициклону;
- визначити розташування нульової ізаллобари відносно передньої та тилової частин циклону (антициклону);
- визначити розташування осередків росту і падіння тиску відносно центру циклону (антициклону).

Таким чином, проводячи аналіз потрібно розуміти, що доки осередок від'ємних (додатних) значень баричних тенденцій розташовується в центрі циклону (антициклону), будуть умови для його подальшого поглиблення (посилення).

Нульова ізалобара в тилу баричних утворень вказує на їх подальший розвиток, а в передній частині – на припинення розвитку БУ.

## ЗВІТНІ МАТЕРІАЛИ

Письмовий аналіз баричних утворень за вище наведеним планом та висновки щодо їх еволюції.



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
для практичної роботи студентів з навчального модулю  
«Синоптична метеорологія»  
«Визначення еволюції баричних утворень»

Укладач к.геогр.н. Міщенко Н.М.

Електронна версія © Міщенко Н.М.

Підп. до друку \_\_\_\_\_ Формат 60×84/16 Папір офісний

Умовн. друк. арк. \_\_\_\_\_ Тираж \_\_\_\_\_ Зам. № \_\_\_\_\_

---

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

---