

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних робіт студентів з дисципліни «Військова підготовка»

навчальний модуль

«Синоптична метеорологія»

Визначення типів повітряних мас на картах погоди

Затверджено
на засіданні кафедри військової підготовки
Пр. № ___ від «___» _____ 2014 р.

Нач. кафедри _____ О.М.Грушевський

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних робіт студентів з дисципліни «Військова підготовка»

навчальний модуль

«Синоптична метеорологія»

Визначення типів повітряних мас на картах погоди

Методичні вказівки для практичних занять студентів з дисципліни «Військова підготовка» (навчальний модуль «Синоптична метеорологія») для студентів 3 курсу, програма підготовки офіцерів запасу ВОС 200200, 600100.
/ Укладач: к.геогр.н., Міщенко Н.М.; укр., 15 стор.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для практичних робіт студентів з дисципліни «Військова підготовка»

навчальний модуль

«Синоптична метеорологія»

Визначення типів повітряних мас на картах погоди

Укладач: к.геогр.н. Міщенко Н.М.

Електронна версія © Міщенко Н.М.

Підп. до друку _____ Формат _____ Папір офсетний

Умовн.друк.арк. _____ Тираж _____ Зам.№ _____

Надруковано з готового оригінал-макета

ПЕРЕДМОВА

Навчальний модуль «Синоптична метеорологія» передбачена державним стандартом освіти на бакалаврському рівні підготовки студентів з напрямку “Гідрометеорологія” за військово-обліковими спеціальностями ВОС 200200, 600100.

Дисципліна вивчається протягом V семестру.

Метою методичних вказівок є формування у студентів теоретичних знань щодо типів повітряних мас, їх класифікації та ідентифікації на картах погоди і практичних навичок щодо методів визначення їх характеристик на картах погоди та розробки короткострокового прогнозу їх переміщення та еволюції.

Після вивчення методичних вказівок студент повинен:

знати:

- типи повітряних мас, регіони їх формування та ознаки на картах погоди (консервативні та неконсервативні характеристики);
- класифікації повітряних мас (географічну, термодинамічну);
- характеристики, що визначають еволюцію повітряних мас;

вміти:

- виявляти на картах погоди повітряні маси та класифікувати їх;
- визначати характер еволюції повітряної маси;
- будувати зворотні траєкторії повітряних часток для різних періодів завчасності;
- враховувати еволюцію баричного поля при побудові зворотної траєкторії повітряної частки;
- оцінювати вплив характеристик повітряних мас на формування погодних умов у пункті прогнозу.

Список літератури

1. Настанова по службі прогнозів та попереджень про небезпечні та стихійні явища погоди. - Київ, Держ.ком. України з гідрометеорології, 2004. - 31 с.
2. Руководство по практическим работам метеорологических подразделений авиации Вооруженных Сил СССР. – М.: Воениздат, 1981. – 376 с.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, ч.1. - Л.: Гидрометеоиздат, 1986. – С. 536 - 539.
4. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, ч.2. - Л.: Гидрометеоиздат, 1987. - 298 с.

ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5

ТЕОРЕТИЧНІ ПОЛОЖЕННЯ

Тема: Визначення типів повітряних мас на картах погоди

Повітряною масою називається значний об'єм повітря, що має горизонтальні розміри кілька сотень або тисячі кілометрів і вертикальні розміри – порядку 5 км, що характеризується приблизною однорідністю температури і вологістю і переміщується як єдина система в одній із течій загальної циркуляції атмосфери (ЗЦА). Однорідність властивостей повітряної маси досягається формуванням її неоднорідною підстильної поверхнею і в схожих радіаційних умовах. Крім того, необхідні такі циркуляційні умови, при яких повітряна маса довгий час затримувалася в районі формування. Значення метеорологічних елементів в межах повітряної маси змінюються не суттєво - зберігається їх безперервність, горизонтальні градієнти малі.

Оскільки більш тепла повітряна маса зазвичай буває і більше вологій, то різницю псевдопотенційних температур двох сусідніх повітряних мас буває значно більшою, ніж різниця їх дійсних температур. Разом з тим, псевдопотенційна температура повільно змінюється з висотою в межах даної повітряної маси. Це її властивість допомагає визначати нашарування повітряних мас однієї над іншою в тропосфері. Повітряна маса набуває чіткі характеристики в осередку формування.

Осередок формування повітряних мас повинен відповідати певним вимогам:

- Однорідність підстильної поверхні води або суші, щоб повітря у осередку піддавалося досить схожим діям.
- Однорідність радіаційних умов.
- Циркуляційні умови, що сприяють стаціонаруванню повітря в даному районі.

Осередками формування зазвичай бувають області, де повітря опускається, а потім поширюється в горизонтальному напрямку-цій вимозі відповідають антициклонічні системи. Антициклони частіше, ніж циклони, бувають малорухомими, тому формування повітряних мас зазвичай і відбувається в обширних малорухомих (квазістаціонарних) антициклонах. Крім того, вимогам осередку відповідають малорухомі і розмиті термічні депресії, що виникають над нагрітими ділянками суші. Нарешті, формування полярного повітря відбувається частково в верхніх шарах атмосфери в малорухомих, великих і глибоких центральних циклонах у високих широтах. У цих баричних системах відбувається трансформація тропічного повітря, втягнутого у високі широти в верхніх шарах тропосфери, в полярне повітря. всі перераховані баричні системи також можна назвати осередками повітряних мас вже не з географічної, а з синоптичної точки зору.

Повітряні маси класифікують, насамперед, по осередках їх формування в залежності від розташування в одному з широтних поясів - арктичному, або антарктичному, полярному, або помірних широт, тропічному і екваторіальному.

Згідно географічної класифікації, повітряні маси можна поділити на основні географічні типи по тим широтним зонам, в яких розташовуються їх осередки:

- Арктичне або антарктичне повітря (АП),
- Полярне, або помірне повітря (ПП),
- Тропічне повітря (ТП).

Дані повітряні маси, крім того, поділяють на морські (м) і континентальні (к) повітряні маси.

- Екваторіальні повітряні маси (ЕП)

При зміні циркуляційних умов повітряна маса як єдине ціле зміщується з осередку свого формування в сусідні райони, взаємодіючи з іншими повітряними масами. При переміщенні повітряна маса починає змінювати свої властивості - вони вже будуть залежати не тільки від властивостей осередку формування, але і від властивостей сусідніх повітряних мас, від властивостей підстильної поверхні, над якою проходить повітряна маса, а також від тривалості часу, що пройшов з моменту утворення повітряної маси. Ці впливи можуть викликати зміни у вмісті вологи в повітрі, а також зміна температури повітря в результаті звільнення прихованої теплоти або теплообміну з підстильної поверхнею. Процес зміни властивостей повітряної маси називається *трансформацією* або *еволюцією*.

Трансформація, пов'язана з рухом повітряної маси, називається динамічною. Швидкості переміщення повітряної маси на різних висотах будуть різними, наявність зсуву швидкостей викликає турбулентний перемішування. Якщо нижні шари повітря нагріваються, то виникає нестійкість і розвивається конвективне перемішування.

Зазвичай процес трансформації повітряної маси триває від 3 до 7 діб. Ознакою його закінчення є припинення змін температури повітря з кожним днем як поблизу земної поверхні, так і на висотах - тобто досягнення температури рівноваги. Температура рівноваги характеризує температуру, властиву даному району в дану пору року. Процес досягнення температури рівноваги можна розглядати, як процес формування нової повітряної маси. Особливо інтенсивно протікає трансформація повітряних мас при зміні підстильної поверхні, наприклад, при зміщенні повітряної маси з суші на море. Основну роль в термічній трансформації повітря в приземному шарі грає турбулентний теплообмін між повітряною масою і морської підстильної поверхнею.

Відзначимо, що при слабкому вітрі повітря прогрівається сильніше, ніж при сильному вітрі, але при цьому прогрівається тільки тонкий приводний шар атмосфери. При сильному вітрі в перемішування втягується шар повітря більшою товщини - до 1.5 км і більше. Інтенсивний турбулентний теплообмін, непрямым індикатором якого служить значна повторюваність

помірних і сильних вітрів над морем, сприяє швидкому поширенню теплого повітря вгору. При цьому адвекція холоду з висотою зростає, що призводить до підвищення нестійкості повітряної маси. При переміщенні над морем континентальне повітря не тільки прогрівається, а й збагачується вологою, що також підвищує його нестійкість відповідно з пониженням рівня конденсації.

При підйомі вологого повітря, в результаті процесів конденсації, відбувається виділення прихованої теплоти пароутворення. Виділена теплота конденсації (прихована теплота пароутворення) йде на нагрівання повітря. При підйомі вологого повітря падіння температури відбувається вже по воложноадіабатичному закону, тобто повільніше, ніж у випадку сухого повітря. У міру переміщення над морем, що супроводжується прогрівом і зволоженням, повітряна маса набуває рис нестійкою, принаймні, в нижньому 1.5-кілометровому шарі атмосфери. У ній інтенсивно розвивається не тільки динамічна, але і термічна конвекція. Про це свідчить утворення кучевообразної хмарності, що представляє собою деформовані закриті осередки. Виникнення хмарності над морем і зміна хмарності вздовж шляху повітряної маси, в свою чергу, призводить до змін температури повітря. Крім того, по периферії хмарного осередку формуються низхідні потоки повітря. При опусканні повітря віддається від стану насичення і адиабатично нагрівається. Сумарний низхідний потік над морем може давати суттєвий внесок у зміну температури повітря над морем. Додатково в бік зростання температури повітря відіграє роль зміна альбедо: переміщення повітря відбувається взимку з континенту, де переважає сніговий покрив (альбедо в середньому 0.7), на відкриту поверхню моря (альбедо в середньому 0.2). Дані умови можуть підвищити температуру повітря на 5-10° С.

З точки зору трансформації повітряних мас їх можна класифікувати на теплі, холодні і нейтральні. Така класифікація носить назву *термічної*.

Теплою (холодною) називають повітряну масу, яка тепліше (холодніше) оточуючого її середовища і в даному районі поступово охолоджується (нагрівається), прагнучи наблизитися до теплової рівноваги. Під оточуючим середовищем тут розуміється характер підстильної поверхні, її тепловий стан, а також сусідні повітряні маси.

Відносно теплою (холодною) називається повітряна маса, яка тепліше (холодніше) оточуючих повітряних мас, і яка продовжує прогріватися (охолоджуватися) в даному районі, тобто є холодною (теплою) в зазначеному вище сенсі. Щоб визначити, охолоджується або прогрівається повітряна маса в даному районі, слід протягом кілька днів порівнювати температуру повітря, виміряну в один і той же термін, або ж середні добові температури повітря.

Місцевою (нейтральною) повітряною масою називають масу, що знаходиться в тепловій рівновазі зі своїм середовищем, тобто день за днем зберігає свої властивості без істотних змін.

Таким чином, трансформована повітряна маса може бути і теплою, і холодною, а по завершенні трансформації вона стає місцевою. На карті

холодної повітряної масі відповідає улоговина або замкнута область холоду (осередок холоду), теплої - гребінь або осередок тепла на OT_{1000}^{500} .

Повітряна маса може характеризуватися як нестійкою, так і стійкою рівновагою. Дане розділення повітряних мас враховує один з найважливіших результатів теплового обмену - вертикальний розподіл температури повітря і відповідний йому вид вертикального рівноваги. З стійкими і нестійкими повітряними масами пов'язані певні умови погоди. Нейтральні (місцеві) повітряні маси в будь-який сезон можуть бути як стійкими, так і нестійкими в залежності від початкових властивостей і напрямки трансформації тієї повітряної маси, з якої утворилася дана повітряна маса. Над материками нейтральні повітряні маси влітку, як правило, нестійкі, взимку - стійкі. Над океанами і морями такі маси влітку частіше стійкі, взимку нестійкі.

Контрольні питання

1. Що називається повітряною масою?
2. Які умови повинні спостерігатися у районах формування повітряної маси?
3. Які бувають повітряні маси згідно географічної класифікації?
4. За термічною класифікацією які бувають повітряні маси?
5. Що розуміють під трансформацією повітряної маси?

ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Тема: Побудова траєкторії переносу повітряної маси

Мета роботи: Формування у студентів практичних навичок з побудови зворотної траєкторії повітряної частинки та визначення її характеристик, оцінки еволюції та трансформації температури повітряної маси, що надходить до пункту прогнозу.

Для того, щоб визначити, яка повітряна маса надійде до пункту прогнозу у наступний момент часу, за прогностичними та фактичними картами будується траєкторія переносу частинки.

Побудова траєкторії здійснюється окремо для кожного рівня (земля, АТ₈₅₀, АТ₇₀₀ і АТ₅₀₀), що дозволяє визначити початкову точку траєкторії на кожному рівні, тобто ту точку, з якої надійде повітряна маса у пункт прогнозу на момент прогнозу. Температура і вологість повітря у початковій точці траєкторії визначають ці характеристики у пункті прогнозу у майбутній момент часу.

Траєкторії частинок будуються графічним методом за допомогою градієнтної лінійки. Перенос повітряних частинок на кожному рівні здійснюється вздовж ліній течії, за які наближено можна брати ізобари та ізогіпси, зі середніми швидкостями потоку вздовж траєкторії.

При побудові траєкторії треба брати до уваги зміни напрямку та швидкості потоку за відрізок часу, на який дається прогноз, тому зазвичай побудова траєкторії здійснюється за допомогою двох карт фактичної та прогностичної. Якщо інтервал часу між майбутньою та фактичною картами становить 12 годин, то траєкторія на кожній з цих карт будується на 6 годин. Якщо ж прогноз дається на 24 години, то траєкторії на фактичній та прогностичній картах будуються на 12 годин кожна.

Визначення переносу треба починати на прогностичній карті, уважаючи, що поле тиску за період 6 або 12 годин не змінюється. При цьому перенос частинки треба здійснювати проти потоку. Потім, одержана точка переноситься на фактичну карту і будується, також проти потоку, ще один відрізок траєкторії на 6 або 12 годин.

Траєкторії переносу співпадають з ізогіпсами на картах баричної топографії і майже співпадають з ізобарами на приземній карті, якщо траєкторія пролягає над морями чи океанами. Над сушею на приземній карті траєкторія відхиляється від ізобар на 10-20°. Через те, що траєкторія будується проти потоку, це відхилення відбувається у напрямку високого тиску.

Довжина траєкторії повітряної маси (L) залежить від проміжку часу (t), на який будується відрізок траєкторії (6 чи 12 годин), та осередненої швидкості градієнтного вітру (C_g) і розраховується за такими формулами:

$$\begin{aligned}
 L &= 0,55C_{gt}, & \text{на приземній карті над сушею;} \\
 L &= 0,70C_{gt}, & \text{на приземній карті над морем;} \\
 L &= C_{gt}, & \text{на картах баричної топографії.}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

Швидкість переносу (градієнтний вітер) визначається на прогностичній карті на декількох ділянках траєкторії за допомогою градієнтної лінійки, після чого осередненням цих значень дістається швидкість градієнтного вітру C_g . На фактичних картах для визначення осередненої швидкості C_g користуються швидкостями реального вітру вздовж траєкторії, але якщо траєкторія проходить над океанами, де фактичних даних дуже мало, також можна використовувати градієнтну лінійку.

При побудові траєкторій переносу біля поверхні землі у холодне півріччя використовується приземні карти, а у тепле – карти АТ₈₅₀.

Отже, процедуру побудови траєкторії на якомусь рівні можна записати таким чином:

1) на прогностичній карті за допомогою градієнтної лінійки будується проти потоку траєкторія на 12 або 6 годин залежно від інтервалу між фактичною та прогностичною картами (24 та 12 годин, відповідно);

2) одержана точка переноситься на фактичну карту і будується друга ділянка траєкторії на 12 або 6 годин, причому за градієнтний вітер береться або реальний, або визначений за допомогою градієнтної лінійки;

3) одержана на фактичній карті точка й буде початковою точкою траєкторії і у ній визначаються за допомогою інтерполяції дані про адвективні значення метеорологічних величин.

У деяких випадках, наприклад, при розрахунку вертикальних рухів, необхідно визначити характеристики як у початковій, так й у кінцевій точках траєкторії. При цьому дані у початковій точці розраховуються на фактичній карті, а дані у кінцевій – на прогностичній.

Усі етапи побудови траєкторії – середня швидкість переносу, координати початкової точки тощо записуються у таку таблицю (табл. 1).

Таблиця 1. Таблиця для запису результатів побудови траєкторій повітряних часток

Ізобарична поверхня	Швидкість переносу	Координати початкової точки		Адвективні значення		Трансформаційні зміни (12,24 або 36 год)
		φ	λ	T	T_d	
Земля						
АТ ₈₅₀						
АТ ₇₀₀						
АТ ₅₀₀						

Найбільш суттєвим фактором зміни температури та вологості на висоті в даній точці є перенос повітряних мас з різними характеристиками температури та вологості (адвекція). Поправки на трансформацію повітряної маси і добових хід невеликі та зменшуються з висотою. В ряді випадків їх не враховують.

Взагалі поправку на трансформаційні зміни вносять при складанні прогнозу температури на рівнях 850 та 700 гПа в холодне півріччя та при значній адвекції холоду. Для цього використовують емпіричний графік (рис.1), що представляє собою залежність цих змін від адвективних змін температури повітря.

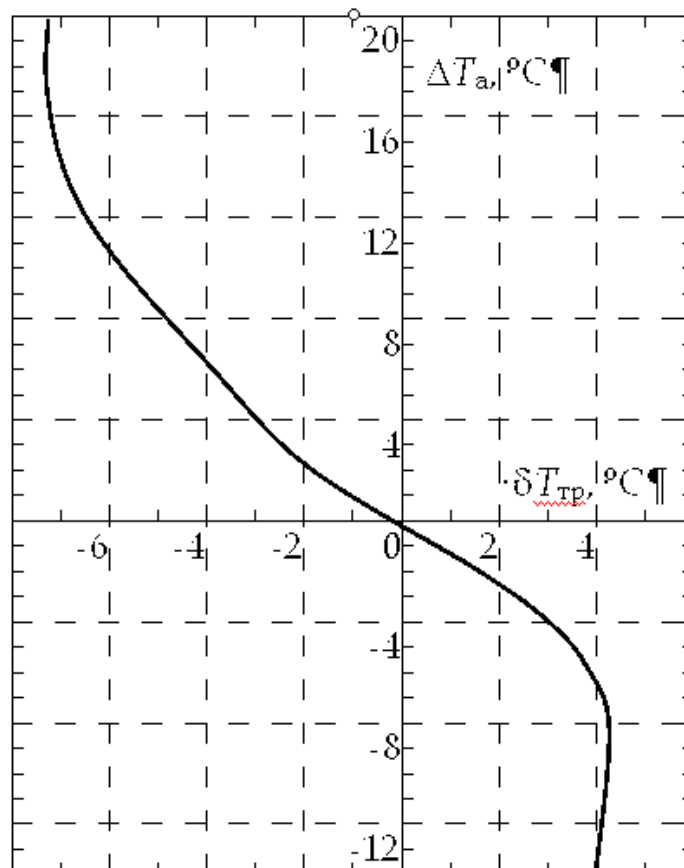


Рис. 1- Графік для визначення трансформаційних змін температури на ізобаричних поверхнях ΔT_{850} і ΔT_{700}

На осі ординат цього графіка відкладені значення адвективної зміни температури $\Delta T_{ад}$, а по осі абсцис – значення трансформаційної зміни температури $\Delta T_{тр}$. Залежність між цими величинами виражається осередненими кривими лініями.

Для теплого періоду року значення $\Delta T_{тр}$ на ізобаричних поверхнях слід розраховувати за емпіричними формулами із завчасністю 12, 24, 36 години:

$$(\Delta T_{mp})_{12} = -0,32(\Delta T_a) \pm 0,4; \quad (2)$$

$$(\Delta T_{mp})_{24} = -0,44(\Delta T_a); \quad (3)$$

$$(\Delta T_{mp})_{36} = -0,54(\Delta T_a) \pm 0,4; \quad (4)$$

Останній доданок береться зі знаком плюс при розрахунку за даними в строк спостережень 03 год і зі знаком мінус при використанні матеріалів за 15 год.

Отримати ΔT_a та ΔT_d з різною завчасністю можна за наступними формулами:

$$\Delta T_a = T_a - T_{\kappa} \quad (5)$$

$$\Delta T_d = T_{da} - T_{d\kappa} \quad (6)$$

де T_a , T_{da} – значення температури повітря та точки роси в початковій точці траєкторії; T_{κ} , $T_{d\kappa}$ – значення температури повітря та точки роси в кінцевій точці траєкторії.

Вихідний матеріал:

- фактичні та прогностичні карти (приземні, АТ-850, АТ-700, АТ-500), видані викладачем;

Порядок виконання роботи.

1. Побудувати траєкторії повітряних частинок біля поверхні землі та на основних ізобаричних поверхнях з використанням формул (1) і занести одержані результати у таблицю (табл.1).

2. Визначити значення величин T , T_d у початковій точці траєкторії, оцінити еволюцію та трансформацію температури повітря (за формулами 2-4) протягом періоду прогнозу та вплив на погодні умови у пункті прогнозу.

Звітний матеріал:

1. Заповнена таблиця 1 у робочому зошиті студента.