

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для практичних робіт студентів з навчального модулю

«Синоптична метеорологія»

на тему: «Побудова та первинний аналіз аерологічної діаграми»

Затверджено  
на засіданні кафедри військової підготовки  
Пр. № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_ 2015 р.

Нач. кафедри \_\_\_\_\_ Грушевський О.М.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для практичних робіт студентів з навчального модулю

«Синоптична метеорологія»

на тему: «Побудова та первинний аналіз аерологічної діаграми»

Методичні вказівки для практичної роботи студентів на тему «Побудова та первинний аналіз аерологічної діаграми» з дисципліни «Військова підготовка», навчальний модуль «Синоптична метеорологія», для студентів 1 року навчання, програма підготовки офіцерів запасу ВОС 200200, 600100 / Укладач: к.геогр.н., Міщенко Н.М.; укр., 19 стор.

## ПЕРЕДМОВА

Мета роботи – ознайомлення студентів з бланками аерологічних діаграм (АД), порядком нанесення даних радіозондування атмосфери на аерологічні діаграми та набуття практичних навичок з її первинної обробки та аналізу.

При виконанні завдання студент повинен:

знати:

- Систему кривих, нанесених на АД, їх сенс та аналітичні вирази;
- принципи побудови аерологічної діаграми,
- методику визначення кількісних характеристик атмосфери та типу її стратифікації за даними радіозондування;

вміти:

- будувати криву стратифікації, депеграму, криву стану для конкретного пункту за даними радіозондування;
- визначати рівні конденсації, конвекції, наявність шарів інверсії (ізотермії) тощо;
- Визначати тип стратифікації атмосфери.

Вивчення теми базується на знаннях, отриманих студентами за окремими розділами курсів з «Фізики», «Вищої математики», «Фізики атмосфери», «Динамічної метеорології».

## Список літератури

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 711 с.
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. Код для передачи данных вертикального зондирования атмосферы КН-04. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 31 с.

## 1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ЗМІСТ АЕРОЛОГІЧНОЇ ДІАГРАМИ

Аерологічна діаграма (АД) призначена для аналізу результатів радіозондування атмосфери в окремих пунктах, що дозволяє простежити зміни з висотою температури та вологості повітря в пункті зондування атмосфери та розрахувати ряд добавочних характеристик атмосфери.

В оперативній практиці використовуються три форми бланків АД.

Два бланки побудовані в *косокутній* системі координат і призначені для аналізу даних температурно-вітрового зондування в шарі від 1050 до 100 гПа. Один з них в діапазоні температур від +40 до -25 °С використовується в теплий період року (АДКТ), а другий з діапазоном температур від +10 до -55 °С – в холодний період (АДКХ) (АДКТ/Х: А - аерологічна, Д - діаграма, К - косокутна, Т/Х - теплий /холодний/ період).

Третій бланк (АДП) побудований в прямокутній системі координат, має діапазон температур від +40 до -80 °С і використовується для аналізу даних температурно-вітрового зондування в шарі атмосфери від 1050 до 10 гПа в будь-який сезон року.

На відміну від АДП ізотерми на АДКТ/Х нахилені до ізобар під кутом 50°. Вони використовуються з метою більш точного термодинамічного аналізу результатів зондування.

Аерологічна діаграма – це бланк, на якому по осі абсцис відкладена температура, а по осі ординат - логарифм тиску. У такій системі координат на бланк нанесені горизонтальними лініями ізобари через кожні 10 гПа і прямими лініями під кутом 90° до ізобари, або з нахилом вправо під кутом 50° в залежності від форми аерологічної діаграми, ізотерми через 1°С.

На побудованій сітці проведені такі лінії.

Сухі адіабати - коричневі лінії, нахилені вліво. Сухі адіабати - лінії рівних потенціальних температур. На рівні 1000 гПа вони проходять через точки з непарними значеннями температур. Відповідні їм потенціальні температури в градусах Цельсія нанесені вздовж ізотерми -30 °С на АДКТ і вздовж -60 °С на бланках АДКХ.

Вологі адіабати (псевдо адіабати) - зелені пунктирні лінії, які нахилені вліво. Вологі адіабати – лінії рівних значень псевдопотенціальних температур. На рівні 1000 гПа вони проходять через точки з парними значеннями температури. Відповідна їм псевдопотенціальна температура в градусах Кельвіна нанесена вздовж їхніх верхніх кінців. Волога адіабата показує зміну температури частинки повітря, що утримує насичену водяну пару, з висотою. Вологоадіабатичний градієнт  $\gamma_{ва}$ , на відміну від сухоадіабатичного  $\gamma_a$ , не залишається постійним, а залежить від тиску і температури. Найменше значення  $\gamma_{ва}$  має при високих температурах і малому тиску.

Потенціальна температура ( $\Theta$ ) – це температура, якої набула б маса сухого повітря, якщо її адіабатично (тобто без обміну теплом з навколишнім середовищем) перемістити на рівень із стандартним тиском 1000 гПа.

Маса повітря, яка піднімається і утримує ненасичену водяну пару (при  $g = 9,806 \text{ м/с}$ ), охолоджується на  $0,98 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $1^\circ\text{C}$ ) на кожні 100 м підйому і на стільки ж прогрівається при опусканні. Ця величина носить назву сухоадіабатичного градієнта.

Таким чином, суха адіабата показує, як здійснюється підйом ненасиченої частинки повітря за сухоадіабатичним законом: при адіабатичному процесі потенціальна температура повітряної маси не змінюється, але абсолютна температура підвищується при збільшенні тиску (тобто при опусканні) і знижується при зменшенні тиску (тобто при підйомі). Якщо при переміщенні повітряної маси по вертикалі її потенціальна температура ( $\Theta$ ) збільшується або зменшується, то це свідчить про те, що має місце відток або приток до неї тепла.

Псевдопотенціальна температура ( $\Theta_p$ ) – це температура, якої набуде частинка, якщо її після псевдоадіабатичного підйому до повної конденсації в ній водяної пари, опустити сухоадіабатично до рівня  $P = 1000 \text{ гПа}$ . Очевидно, якщо відбувається переміщення вологої частинки, то на будь-якій висоті вище рівня конденсації, її псевдопотенціальна температура залишається постійною.

Ізограми (лінії питомої вологості  $q_{\text{max}}$ ) - суцільні зелені лінії. Цифри біля ліній на рівні 650 гПа та по правому краю бланка діаграми дають значення відношення суміші, тобто відношення маси водяної пари у визначеному об'ємі повітря до маси сухого повітря в тому ж об'ємі. Масова частка водяної пари  $q$  і  $r$  пов'язані співвідношенням:

$$\frac{q}{r} = \frac{1}{1+r}, \quad (2)$$

де  $q$  – масова частка водяної пари у визначеному об'ємі, ‰;  $r$  – маса сухого повітря у тому ж об'ємі, г/кг;. Якщо  $r$  змінюється від  $0,1 \times 10^{-3}$  до 30,0 г/кг, то різниця між  $q$  і  $r$  не перевищує 3%. Тому при розрахунках, які не потребують великої точності, замість  $q$  можна використовувати  $r$ .

Шкала віртуального додатка у вигляді точок зеленого кольору нанесена на рівнях 900, 720 і 520 гПа.

Позначення ізоліній на конкретному бланку аерологічної діаграми представлені в лівій верхній частині.

## 2 ПОБУДОВА ТА АНАЛІЗ АЕРОЛОГІЧНОЇ ДІАГРАМИ

Вихідними даними для аналізу стану атмосфери на різних висотах є результати її комплексного зондування, віднесені до конкретного місця і моменту часу, представлені в кодї КН-04. Побудова аерологічної діаграми виконується у чітко визначеному порядку.

1. Крива стратифікації (червона лінія) – характеризує розподіл температури повітря з висотою.

Побудова її проводиться наступним способом. На горизонтальній вісі знаходять значення температури повітря, яке відповідає першій точці підйому (біля поверхні землі), після чого переміщуються вздовж ізотерми уверх до перетину з горизонтальною лінією (ізобарою), що відповідає значенню тиску в тій самій точці підйому. На перетині вказаних ліній ставиться точка. При нанесенні на аерологічну діаграму решти точок підйому діють аналогічно. При цьому використовують всі дані на стандартних ізобаричних поверхнях та в особових точках. Нанесені точки послідовно з'єднують суцільною червоною лінією, яка є кривою стратифікації.

Для оцінки змін температури повітря на різних рівнях від строку до строку на діаграму суцільною коричневою лінією наноситься крива стратифікації за один із попередніх строків зондування. Наприклад, для визначення добових змін температури повітря на висотах на діаграму за ранковий строк наносять криву стратифікації за цей же строк попередньої доби. А для визначення пів добових її змін на діаграму за вечірній строк наносять криву стратифікації за ранок поточної доби.

2. Крива точки роси або деграма (зелена лінія) – характеризує розподіл температури точки роси з висотою.

Побудова її проводиться за даними точки роси, що розраховується як різниця температури та дефіциту за даними зондування. Методика побудови деграма є аналогічною побудові кривої стратифікації. Точки з'єднують суцільною зеленою лінією. Оскільки  $T_d < T$ , то крива точок роси розташовується лівіше кривої стратифікації або збігається з нею у випадку, коли дефіцит насичення дорівнює нулю.

3. Крива стану (суцільною чорною лінією) – характеризує зміну температури повітря, що адіабатично піднімається. Ця зміна до рівня конденсації відбувається за сухою адіабатою, а вище – за вологою.

Рівень конденсації визначають як висоту, на якій перетинаються суха адіабата, що починається від значення температури на початковому рівні, та ізограма, проведена через значення точки роси на початковому рівні. На рівні конденсації частинка ненасиченого повітря досягає насичення ( $T = T_d$ ) і вище зміна температури відбувається за вологою адіабатою. Таким чином, криву стану до рівня конденсації проводять паралельно сухій адіабаті, а від рівня конденсації – паралельно вологій. Якщо повітря насичене біля поверхні землі ( $T = T_d$ ), сухоадіабатична ділянка підйому відсутня і крива стану від поверхні землі

проходить паралельно вологій адиабаті. Практично рівень конденсації близький до нижньої межі хмар.

При побудові кривої стану, яка характеризує температуру повітряної частинки, що переміщується по вертикалі, за початковий рівень беруть нижню точку на кривій стратифікації (рис. 1а)

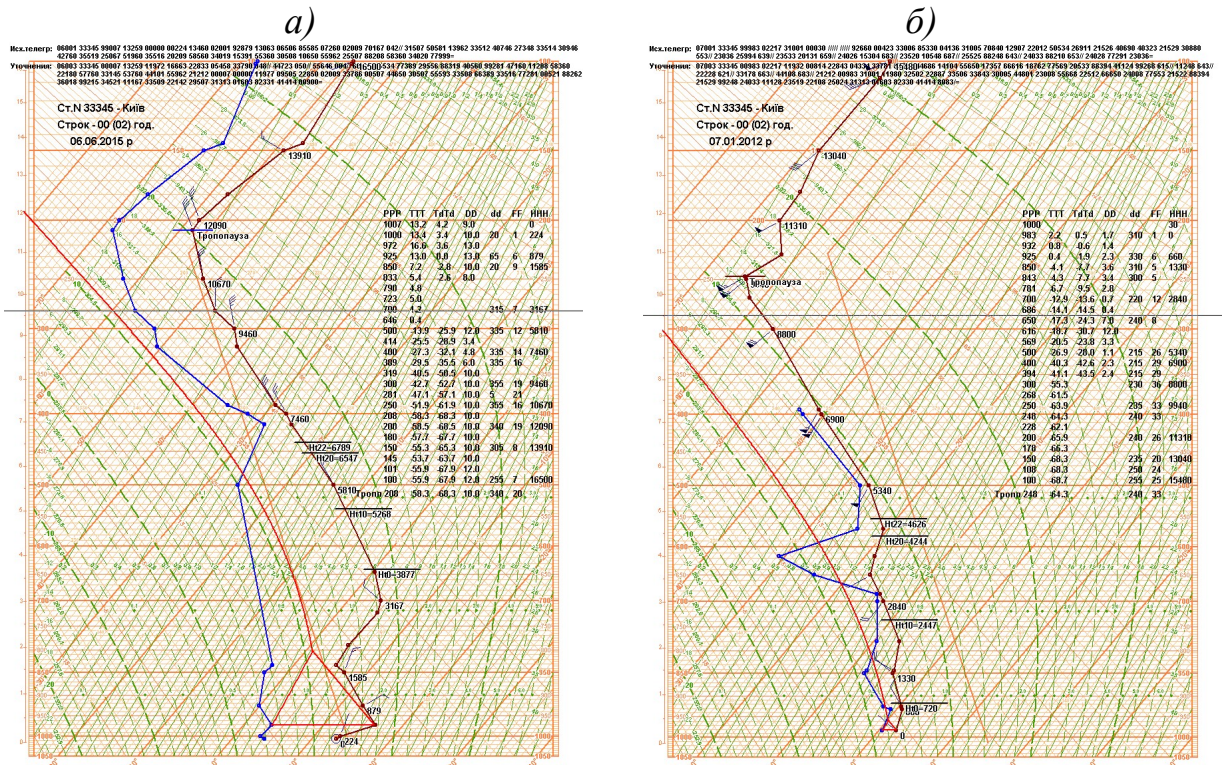


Рис.1 – Приклади побудови кривих стану при наявності приземної інверсії а) та при її відсутності б)

При наявності приземної інверсії або ізотермії крива стану проводиться з верхньої межі інверсії або ізотермії.

4. *Енергія нестійкості* шару характеризується площею, обмеженою кривими стану та стратифікації.

Для існування конвективних вертикальних рухів в атмосфері та оцінки їх інтенсивності важливим фактором є співвідношення між температурою повітряної частинки, яка переміщується по вертикалі (крива стану), та температурою навколишнього середовища (крива стратифікації). Якщо на якомусь рівні температура частинки буде відрізнятися від температури навколишнього середовища, тоді ця частинка (одинична маса повітря) під дією сили Архімеда набуває вертикального прискорення і починає переміщуватися. У разі, якщо  $T_{част} > T$  – вона зазнає позитивного прискорення і піднімається вгору, при  $T_{част} < T$  – частинка зазнає негативного прискорення й опускається вниз. Частинка буде переміщуватися до тієї висоти, доки її температура не зрівняється з температурою навколишнього середовища. Чим більша різниця температури частинки, яка піднімається, та навколишнього середовища, тим



більша і величина прискорення, якого зазнає частинка. Таким чином, при порівнянні положення кривої стратифікації і кривої стану, можна зробити висновок про енергію нестійкості. Енергія нестійкості *додатна*, якщо крива стану розташовується *правіше* кривої стратифікації, тобто  $\gamma > \gamma_a$  або  $\gamma > \gamma_{ва}$  (рис.2а) і область між кривими стану та стратифікації в цьому випадку замальовується червоним кольором, *від'ємна* якщо крива стану розташовується *лівіше* кривої стратифікації, тобто  $\gamma < \gamma_a$  або  $\gamma < \gamma_{ва}$  (рис.2б) і область між кривими стратифікації та стану замальовують синім кольором.

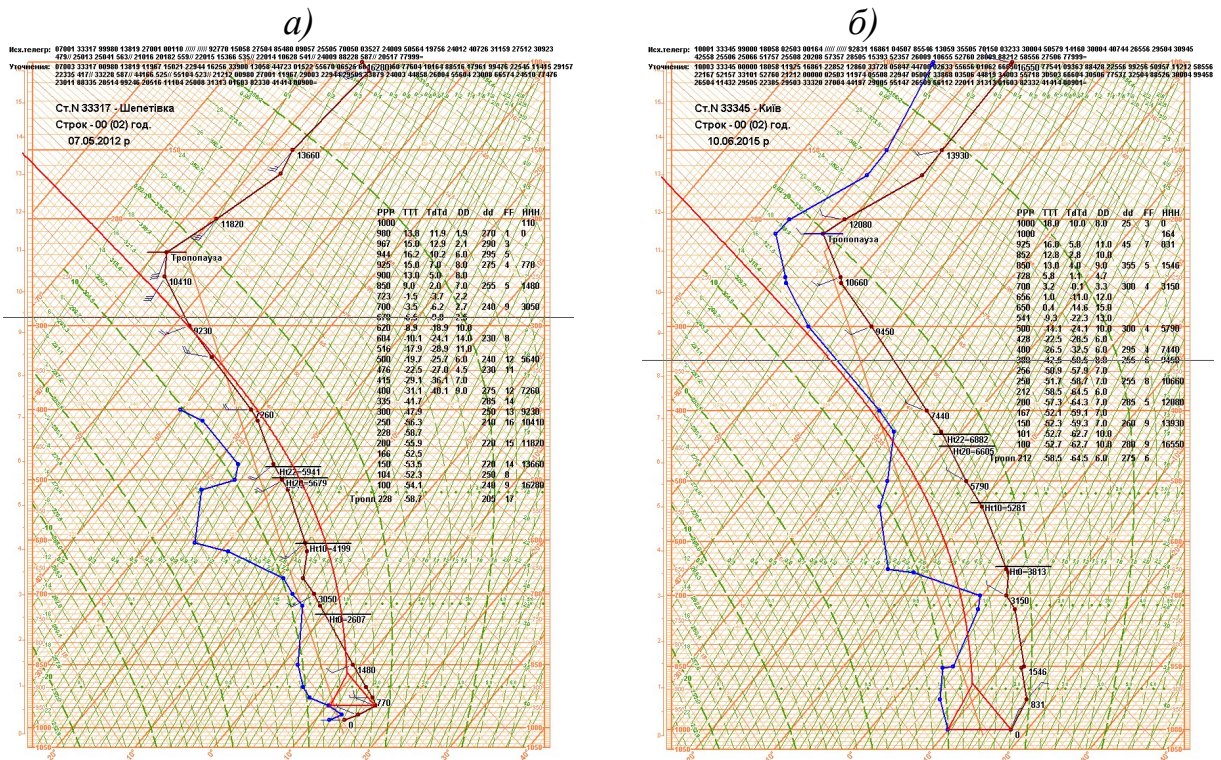


Рис. 2 – Аерологічні діаграми з додатною а) та від'ємною б) енергіями нестійкості

5. Визначають характер стратифікації. Вертикальний розподіл температури повітря з висотою називається стратифікацією атмосфери. Стратифікація може бути стійка, нестійка і байдужа по відношенню до сухого (і ненасиченого) або насиченого повітря. Стійкість атмосфери характеризується вертикальними градієнтами температури.

При стійкій стратифікації атмосфери (рис.2б), якщо повітря сухе або ненасичене, вертикальний температурний градієнт менший від сухоадіабатичного, а при насиченні менший від вологадіабатичного.

При  $\gamma < \gamma_{ва}$ , тобто менше  $0,65 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ м}$ , атмосфера вважається стійкою:

$$\gamma < 0,65 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ м.}$$

При нестійкій стратифікації атмосфери (рис.2а), якщо повітря сухе або ненасичене, вертикальний температурний градієнт більший за сухоадіабатичний, при насиченні – більший за вологоадіабатичний (при даній температурі і тиску повітря). Нестійка стратифікація атмосфери сприяє розвитку і підтримці конвекції в атмосфері.

При  $\gamma > \gamma_{ва}$ , тобто більше  $0,65 \text{ }^\circ\text{C} / 100 \text{ м}$ , атмосфера вважається волого-нестійкою:

$$\gamma > 0,65 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ м.}$$

При цьому утворюються конвективні хмари, спостерігаються зливові опади, грози.

При  $\gamma > \gamma_a$ , тобто більше  $1 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ м}$ , атмосфера вважається сухонестійкою або абсолютно нестійкою:

$$\gamma > 1 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ м.}$$

6. Наносять напрямок та швидкість вітру на основних ізобаричних поверхнях та в особливих точках. Стовпчики у лівій та правій частинах бланка без вертикальних ліній призначені для нанесення даних про вітер.

7. Виділяють рівень тропопаузи. Тропопауза визначається як зона, розташована вище поверхні 500 гПа, між шаром з великими значеннями вертикального градієнта температури у верхній тропосфері й шаром ізотермії, інверсії або уповільненого падіння температури з висотою в нижній стратосфері. За початок тропопаузи беруть рівень, на якому значення вертикального градієнта температури становить  $\leq 0,2 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ м}$ . На рівні тропопаузи, який визначається за даними телеграми, проводиться хвиляста коричнева лінія, яка позначається словом "тропопауза". При наявності двох тропопауз кожна з них позначається окремо.

8. Відмічають нижню та верхню межі шарів інверсії або ізотермії (жовтим кольором), проставляють їх товщину шару  $\Delta h$  в метрах, величину приросту температури  $\Delta T$  і вертикальний градієнт температури  $\gamma$  у відповідному шарі. При визначенні шарів інверсії слід пам'ятати, що поблизу рівня 300 гПа розташовується тропопауза, а вище – стратосфера. Природним розподілом температури повітря у стратосфері є збільшення її з висотою, тому вище тропопаузи інверсії не виділяють.

Характер інверсій визначається за ознаками синоптичної ситуації, в умовах якої відбувався запуск радіозонду. Розрізняють приземні інверсії та інверсії вільної атмосфери. До приземних інверсій належать радіаційні, орографічні, теплого повітря та весняні (снігові), а до інверсій вільної атмосфери – інверсії тертя, динамічні, стискання (осідання) та фронтальні.

9. Відмічають нижню і верхню межі шару хмар (хвилястими синіми лініями). Проміжок між ними заштриховують нахиленими синіми лініями. Також проставляють форми хмар і вказують товщину хмарного шару.

Для хмарних шарів на аерологічній діаграмі характерні такі ознаки:

- одноманітний хід температури повітря з висотою з вертикальним градієнтом, близьким до вологоадіабатичного або який перевищує його;
- малі значення дефіциту точки роси, що змінюються в межах 0 - 3 °С.

*Купчаста хмарність.* Сприятливими умовами для виникнення і розвитку купчастої хмарності є:

- високий вологовміст повітря біля поверхні землі і на висотах;
- значна нестійкість повітряної маси за відсутності в період максимального розвитку конвекції потужних шарів інверсії або ізотермії;
- відносно низьке положення ізотерми - 10 °С, біля якої розташовується рівень інтенсивної кристалізації.

Нижній межі купчастої хмарності відповідає рівень конденсації, а верхньою межею є рівень конвекції (при  $D \leq 5 - 7$  °С в шарі між рівнями конденсації і конвекції), при великих значеннях  $D$  у вказаному шарі висота верхньої межі розташовується нижче рівня конвекції на 2 - 3 км.

*Шарувата хмарність.* Для шаруватої хмарності характерні такі ознаки:

- одноманітний хід температури з висотою;
- $\gamma \geq \gamma_a$ ;
- середні значення дефіциту точки роси для основних ізобаричних поверхонь за наявності та відсутності шаруватих хмар наведені у табл. 1.

За нижню межу шаруватої хмарності береться рівень, де  $D$  не перевищує за величину, зазначену в рядку 2 табл. 2.1 (нижня межа не обов'язково збігається з рівнем конденсації).

Таблиця 2.1 – Значення дефіциту насичення при наявності та відсутності хмар

$P, \text{гПа}$	850	700	500	300
$D$ у хмарах, °С	1,5	2,0	2,5	3,0
$D$ без хмар, °С	5,2	7,2	8,2	8,5

За верхню межу береться рівень, де  $D$  більше за величину, вказану в 3-му рядку тієї ж таблиці.

7. Відмічають шари бовтанки вертикальною хвилястою лінією праворуч від кривої стратифікації. Поряд з лінією словами, по можливості, вказують інтенсивність бовтанки.

На аерологічній діаграмі бовтанка відмічається у верхній тропосфері там, де спостерігаються великі вертикальні зсуви напрямку та швидкості вітру з висотою, наявність зміни профілю температури з висотою, звичайно, в зоні струминних течій.

За значеннями вертикального зсуву швидкості вітру, зміни напрямку вітру з висотою і вертикального градієнта температури ( $\gamma$ ) проводять аналіз умов бовтанки динамічного походження. В якості критеріїв вищевказаних градієнтів беруться такі значення:

- шар повітря, де спостерігається швидкість вітру 25 м/с і більше;

- зсуви швидкості вітру - 10 м/с на км;
- зсуви вітру за напрямком - 15 град/км;
- градієнт температури – 0,7 °С/100 м або 7 °С/1 км.

Якщо в шарі атмосфери хоча б один з фактичних градієнтів дорівнює або перевищує значення вищевказаних критеріїв, то в цьому шарі відзначають бовтанку.

При відсутності впливу фронтальних розподілів, інтенсивність бовтанки на аерологічній діаграмі можна визначити за значенням  $\Delta T_{max}$  у шарі атмосфери від рівня конденсації до рівня 400 гПа:

$$\Delta T_{max} = T' - T,$$

де  $T'$  - температура на кривій стану і  $T$  - температура на кривій стратифікації у даному шарі. В залежності від значення  $\Delta T_{max}$  визначають інтенсивність бовтанки, так при:

- $\Delta T_{max} = 0 - 3$  °С – слабка бовтанка;
- $\Delta T_{max} = 4 - 6$  °С – помірна бовтанка;
- $\Delta T_{max} \geq 7$  °С – сильна бовтанка.

Бовтанка спричиняє різкі неупорядковані зміни кута атаки та підйомної сили літака внаслідок атмосферної турбулентності. Залежно від походження розрізняють термічну (в граничному шарі всередині нестійкої повітряної маси в системі хмарності холодного фронту або холодного фронту оклюзії), хвильову та орографічну бовтанку. Бовтанка, пов'язана з виникненням повітряних хвиль, спостерігається на межі інверсії та у хмарах, які мають волокнисту структуру (St, Sc, As, Cs), над орографічними перешкодами (орографічна бовтанка) та за ними, а також у струминних течіях. Бовтанка на межі інверсій та у хмарах волокнистої структури зазвичай є слабкою.

10. Визначення відносної вологості. Відносна вологість  $U$  визначається за формулою:

$$U = \frac{q_{\phi}}{q_{max}} 100\%, \quad (4)$$

де  $q_{\phi}$  - фактична масова частка водяної пари, яка відраховується за ізограмою, що проходить через значення температури точки роси на даному рівні;  $q_{max}$  - максимальна масова частка водяної пари при даній температурі, відраховується за ізограмою, що проходить через значення температури повітря на даному рівні. Отриманий результат з точністю до одного відсотка надписують зліва біля відповідної точки на кривій точок роси (депеграмі).

11. Визначення потенціальної температури. Як зазначалося вище, потенціальною називається температура ( $\Theta$ ), якої набуде повітряна маса, що переміститься сухоадіабатично до рівня 1000 гПа. Для визначення потенціальної температури на аерологічній діаграмі від значення температури на відповідному рівні опускаються (піднімаються) по сухій адіабаті до рівня 1000 гПа, де за ізотермами відраховують значення потенціальної температури.

12. Визначення псевдопотенційної температури. Псевдопотенційною ( $\Theta_p$ ) називається така температура, якої набуде повітряна маса, якщо її підняти до

повної конденсації водяної пари, а потім сухоадіабатично опустити до рівня 1000 гПа. На аерологічній діаграмі псевдопотенційна температура визначається таким чином. За даними температури і точки роси для відповідного рівня знаходять рівень конденсації. Від нього піднімаються далі вгору по вологій адіабаті і в лівому полі бланка АД відраховують значення псевдопотенційної температури (у градусах Кельвіна).

13. Визначення віртуальної температури. Віртуальною ( $T_v$ ) називається температура, яку повинне мати сухе повітря, щоб його густина дорівнювала густині вологого повітря, тобто

$$T_v = T(1 + 0.61q) = T + \Delta T_v, \quad (5)$$

де  $\Delta T_v = 0.61qT$  - віртуальний додаток, який залежить від температури і вологовмісту повітря на даному рівні.

Віртуальний додаток на аерологічній діаграмі визначають таким чином. Від значення  $T_d$  піднімаються по ізограмі до шкали віртуального додатку, розташованої на рівнях 900, 720, 520 гПа, і відраховують на ній  $\Delta T_v$ . За формулою (5) знаходять віртуальну температуру.

14. Визначення максимальної температури повітря. Враховують денний прогрів. Для цього знаходять товщину шару з сухоадіабатичними градієнтами температури в залежності від місяця року (табл. 2). На кривій стратифікації відповідно до даних табл. 2 знаходять висоту поширення сухоадіабатичного градієнта, від якої проводять суху адіабату до рівня, що відповідає тиску на рівні станції, та визначають очікувану максимальну температуру повітря.

Таблиця 2 – Товщина (км) шару з сухоадіабатичними градієнтами над рівнинною частиною України

Місяць	Половина місяця	
	перша	друга
Березень	-	1,0
Квітень	1,0	1,5
Травень	1,5	2,0
Червень	2,0	2,5
Липень	2,5	2,0
Серпень	2,0	1,5
Вересень	1,5	1,0
Жовтень	1,0	-

Одним з найпростіших методів прогнозу максимальної температури можна вважати:

$$T_{max} = T_{850} + 14 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

15. Визначення геопотенціальних висот основних ізобаричних поверхонь. Для визначення геопотенціальної висоти криву стратифікації між двома основними поверхнями ділять відрізком ізотерми навпіл. Значення температури, що відповідає цій ізотермі, є середньою температурою даного шару повітря  $\bar{T}$ . Таким же чином знаходять середнє значення точки роси  $T_d$ . Для цих середніх значень визначають за допомогою шкали віртуальний додаток  $\Delta\bar{T}_v$  і розраховують середню віртуальну температуру шару повітря  $\bar{T}_v$ . За середнім значенням  $\bar{T}_v$  відраховують величину відносного геопотенціалу даного шару за шкалою розташованою між основними ізобаричними поверхнями.

Абсолютні геопотенціальні висоти розраховують за формулами:

$$\begin{aligned} H_{1000} &= h(p_o - 1000); \\ H_{850} &= H_{1000} + H_{1000}^{850}; \\ H_{700} &= H_{850} + H_{850}^{700}; \\ H_{500} &= H_{700} + H_{700}^{500} \end{aligned} \quad (6)$$

де  $h$  - баричний ступінь, який дорівнює 8 гп.дам/гПа;  $p_o$  - тиск на рівні моря.

На аерологічну діаграму наносять також дані візуальних спостережень, одержаних при повітряній розвідці погоди (ПРП), якщо вони проводилися на віддаленні не більше 100-150 км від пункту радіозондування, а інтервал часу між радіозондуванням та розвідкою погоди не перевищує  $\pm 3$  год.

#### КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Назвіть призначення аерологічної діаграми?
2. Дати визначення ізоліній, які нанесені на бланк аерологічної діаграми.
3. Що характеризує і як будується крива стратифікації?
4. Як будується крива точок роси (депеграма) і що вона характеризує?
5. Що характеризує і як будується крива стану?
6. Як визначається рівень конденсації?
7. Як за допомогою номограми визначити відносну вологість повітря?
8. Дати пояснення термодинамічних характеристик атмосфери.
9. Дати визначення стійкої, нестійкої та байдужої стратифікації атмосфери.

## ПРАКТИЧНЕ ЗАВДАННЯ

1. Розкодувати дані аерологічного зондування атмосфери у вигляді аерологічної телеграми за допомогою коду КН-04. Вихідні дані надаються викладачем індивідуально кожному студенту із оперативної інформації, яка надходить за програмою АРМСин. Результати представити на бланку аерологічної діаграми у формі табл. 1.

Таблиця 1 – Дані вертикального зондування атмосфери

<i>P</i> , зПа	<i>H</i> , м	<i>T</i> , °С	<i>D</i> , °С	<i>T<sub>d</sub></i> , °С	<i>dd</i> , град	<i>ff</i> , м/с	<i>U</i> , %

*P* - тиск біля поверхні землі, на стандартній ізобаричній поверхні або на рівні особливої точки;

*H* - висота стандартної ізобаричної поверхні;

*T* - температура повітря;

*D* - дефіцит насичення;

*T<sub>d</sub>* - температура точки роси, визначається за формулою:  $T_d = T - D$ ;

*dd* - напрямок вітру;

*ff* - швидкість вітру;

*U* – відносна вологість.

При заповненні таблиці дані подають в порядку зменшення тиску.

2. На бланку аерологічної діаграми за даними радіозондування виконують такі операції:

- нанести на бланк аерологічної діаграми дані зондування атмосфери за вказаний викладачем строк.

- провести обробку аерологічної діаграми згідно пунктів 1-15.

2. На бланках аерологічних діаграм наведених в додатку (варіант вказує викладач), провести криву стану та визначити тип стратифікації.

## ВИХІДНІ МАТЕРІАЛИ

1. Бланки аерологічних діаграм.
2. Схема коду КН-04.

## ЗВІТНІ МАТЕРІАЛИ

1. Заповнена табл. 2
2. Бланк аерологічної діаграми з побудованими кривими.
3. Текстовий опис аерологічної діаграми (у робочому зошиті).

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

для практичних робіт студентів з навчального модулю  
«Синоптична метеорологія»  
«Побудова та первинний аналіз аерологічної діаграми»

Укладачі: 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

---

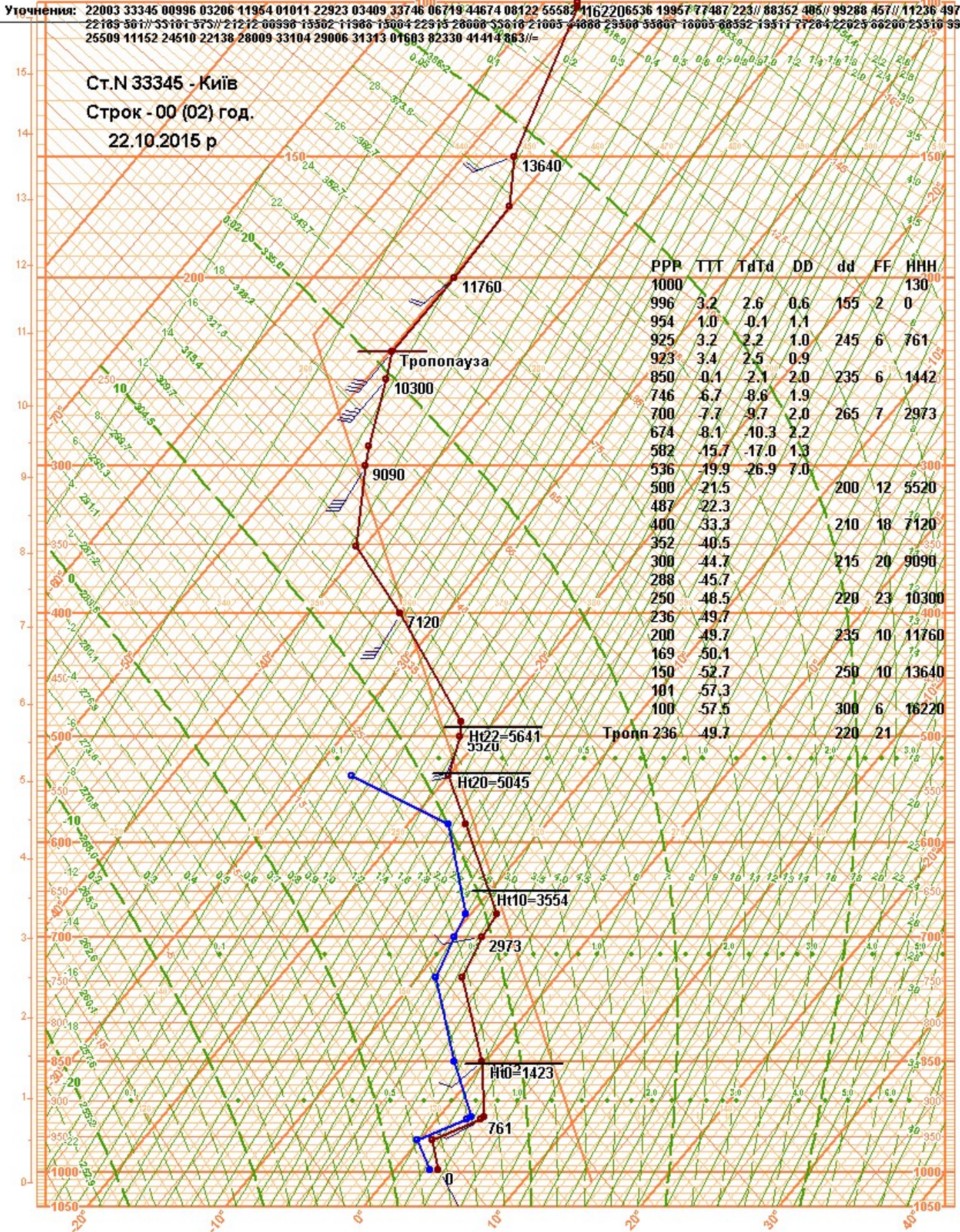


# Вариант 1

Исх.теглр: 22001 33345 99996 03206 15502 00130 // // // // // 92761 03210 24506 85442 00120 23506 70973 07720 26507 50552 215 // 20012 40712 333 // 21018 30909 447 // 21520 25030 485 // 22023 20176 497 // 23510 15364 527 // 25010 10622 575 // 30006 88236 497 // 22021 88137 549 // 28009 77999 =

Уточнения: 22003 33345 00996 03206 11954 01011 22923 03409 33746 06719 44674 08122 55582 11622 06536 19957 77487 223 // 88352 485 // 99288 457 // 11236 497 // 22189 501 // 33101 575 // 21212 00996 15502 11966 15004 22915 28008 33610 21005 44688 29508 55807 18005 88532 13511 77264 22025 66200 23518 99167 25509 11152 24510 22138 28009 33104 29006 31313 01603 82330 41414 863 // =

Ст. N 33345 - Київ  
Строк - 00 (02) год.  
22.10.2015 р



PPP	TTT	TdTd	DD	dd	FF	HHH
1000						130
996	3.2	2.6	0.6	155	2	0
954	1.0	0.1	1.1			
925	3.2	2.2	1.0	245	6	761
923	3.4	2.5	0.9			
850	0.1	2.1	2.0	235	6	1442
746	6.7	8.6	1.9			
700	7.7	9.7	2.0	265	7	2973
674	8.1	10.3	2.2			
582	15.7	17.0	1.3			
536	19.9	26.9	7.0			
500	21.5			200	12	5520
487	22.3					
400	33.3			210	18	7120
352	40.5					
300	44.7			215	20	9090
288	45.7					
250	48.5			220	23	10300
236	49.7					
200	49.7			235	10	11760
169	50.1					
150	52.7			250	10	13640
101	57.3					
100	57.5			300	6	16220
Трощ	236	49.7		220	21	500



## Вариант 2

Исх.телегр: 22001 33837 99010 08614 36004 00123 07814 36004 92761 05015 35508 85448 01840 34007 70003 01772 26511 50560 17169 24017 40724 29361 24023 30922 467// 24027 25041 515// 24524 20184 555// 26520 15368 551// 27016 10626 581// 30514 88210 555// 26021 77999=

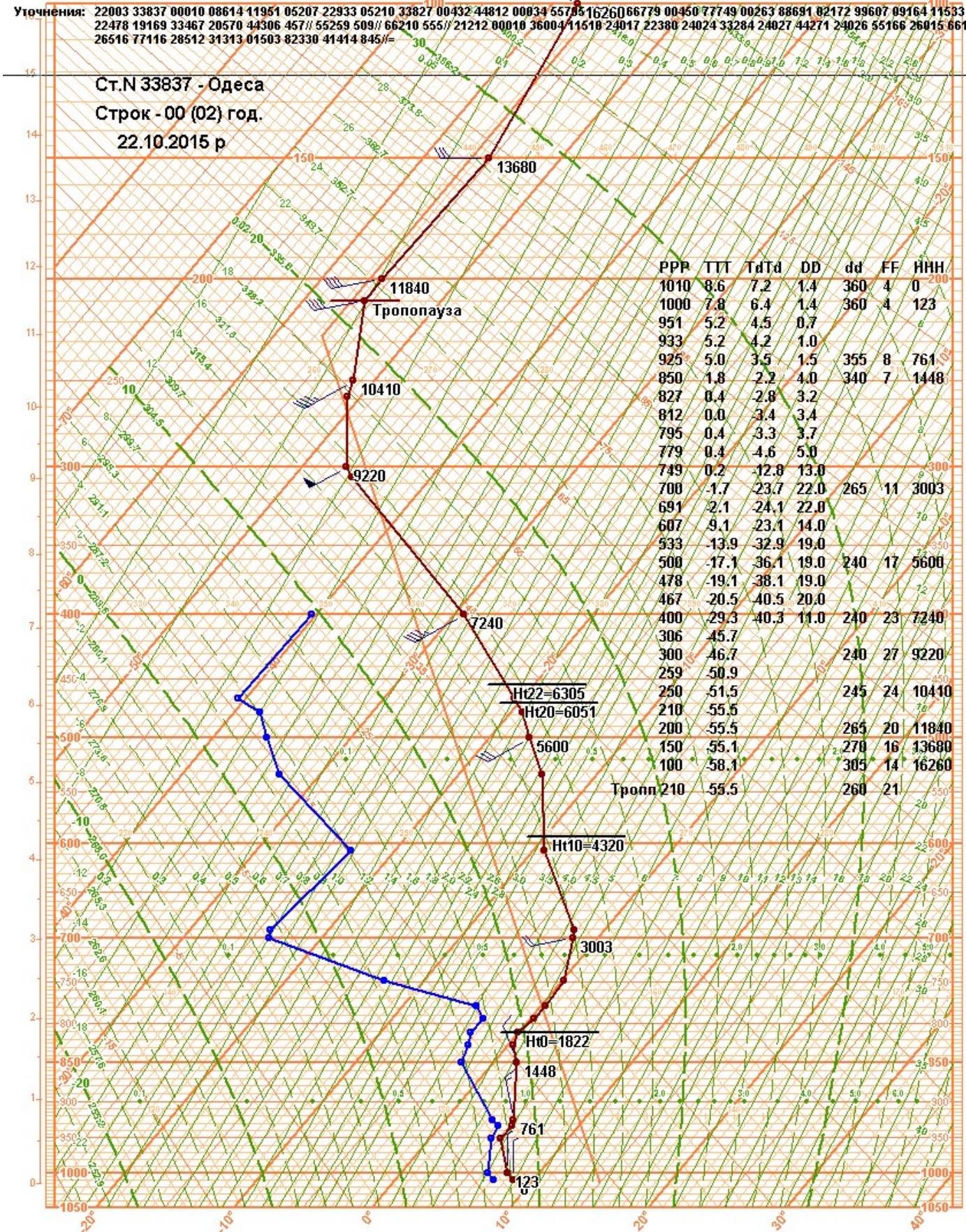
Уточнения: 22003 33837 00010 08614 11951 05207 22933 05210 33827 00432 44812 00034 55705 16260 66779 00450 77749 00263 88691 82172 99607 09164 11533 13969 22478 19169 33467 20570 44306 457// 55259 509// 66210 555// 21212 00010 36004 11510 24017 22380 24024 33284 24027 44271 24026 55166 26015 66155 26516 77116 28512 31313 01503 82330 41414 845//=

Ст. N 33837 - Одеса

Строк - 00 (02) год.

22.10.2015 р

PPP	TTT	TdTd	DD	dd	FF	HHH
1010	8.6	7.2	1.4	360	4	0
1000	7.8	6.4	1.4	360	4	123
951	5.2	4.5	0.7			
933	5.2	4.2	1.0			
925	5.0	3.5	1.5	355	8	761
850	1.8	2.2	4.0	340	7	1448
827	0.4	2.8	3.2			
812	0.0	3.4	3.4			
795	0.4	3.3	3.7			
779	0.4	4.6	5.0			
749	0.2	12.8	13.0			
700	-1.7	23.7	22.0	265	11	3003
691	2.1	24.1	22.0			
607	9.1	23.1	14.0			
533	-13.9	32.9	19.0			
500	-17.1	36.1	19.0	240	17	5600
478	-19.1	38.1	19.0			
467	-20.5	40.5	20.0			
400	-29.3	40.3	11.0	240	23	7240
306	-45.7					
300	-46.7			240	27	9220
259	-50.9					
250	-51.5			245	24	10410
210	-55.5					
200	-55.5			265	20	11840
150	-55.1			270	16	13680
100	-58.1			305	14	16260
Тропа 210	-55.5			260	21	





# Вариант 3

Исх.теглр: 19001 33837 99014 13632 23002 00156 14235 23003 92812 10641 30503 85510 05628 30506 70080 02072 26510 50571 15527 27019 40736 27343 27019 30935 437// 27022 25055 525// 26524 20196 623// 27524 15374 581// 26020 10629 603// 30014 88182 647// 27521 77999=

Уточнения: 19003 33837 00014 13632 11995 14436 22960 13241 33856 05627 44839 05630 51629 0335 66716 02665 77674 00277 88688 84371 99596 05371 11515 14731 22504 15327 33494 15727 44269 493// 55197 627// 66482 647// 77160 587// 24212 00014 23002 11908 31003 22806 31008 33730 26008 44504 27019 55234 27025 66178 27523 77156 25521 31313 01503 82330 41384 61600=

Ст. N 33837 - Одеса  
Строк - 00 (02) год.  
19.10.2015 р

PPP	TTT	TdTd	DD	dd	FF	HHH
1014	13.6	10.4	3.2	230	2	0
1000	14.2	10.7	3.5	230	3	156
995	14.4	10.8	3.6			
960	13.2	9.1	4.1			
925	10.6	6.5	4.1	305	3	812
856	5.6	2.9	2.7			
850	5.6	2.8	2.8	305	6	1510
839	5.6	2.6	3.0			
760	-0.3	3.8	3.5			
716	2.6	-12.4	15.0			
700	2.0	-20.0	22.0	265	10	3080
674	0.2	26.8	27.0			
608	4.3	-25.3	21.0			
596	5.3	-26.3	21.0			
515	-14.7	-17.8	3.1			
504	-15.3	-18.0	2.7	270	19	
500	-15.5	-18.2	2.7	270	19	5710
494	-15.7	-18.4	2.7			
400	-27.3	31.6	4.3	270	19	7360
300	-43.7			270	22	9350
269	-49.3					
250	-52.5			265	24	10550
200	-62.3			275	24	11960
197	-62.7					
182	-64.7					
160	-58.7					
150	-58.1			260	20	13740
100	-60.3			300	14	16290
Ht10=198	182	64.7		275	21	

