

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гідрометеорологічний інститут
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Вітровий режим нижньої тропосфери над центральними
районами України

Виконала студентка 2 курсу гр. МНЗ-2М
спеціальності «103 - Науки про Землю»
Островерха Ірина Олександрівна

Керівник к. геогр. н., доцент
Міщенко Наталя Михайлівна

Рецензент к. геогр. н., доцент
Вольвач Оксана Василівна

Одеса 2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гідрометеорологічний інститут

Кафедра метеорології та кліматології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність «103 Науки про Землю»

(шифр і назва)

Освітня програма Метеорологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Прокоф'єв О.М.

“26” жовтня 2020 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Острроверхій Ірині Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вітровий режим нижньої тропосфери над центральними районами України Міщенко Наталя Михайлівна к. геогр. н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти 124-С від 16.10.2020 р

2. Строк подання студентом роботи 07 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи аеросиноптичний матеріал АРМСин, електронні щоденники погоди по ст.. Полтава

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вибір, аналіз та систематизація наукової літератури за напрямком дослідження. 2) Формування вибірки вихідної інформації з випадків наявності струминних течій та струминних течій нижніх рівнів, штормових оповіщень, швидкості та напрямку вітру на ст. Полтава за 5 років. 3) Виявлення синоптичних ситуацій сприятливих для формування струминних течій. 4) Побудова графічного матеріалу для аналізу взаємозв'язку струминних течій нижніх рівнів та конвективних явищ погоди.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень.) Рис. 3.1-3.3 – Рози вітру за теплий та холодний періоди, різні строки; 3.4-3.5 – Гістограми повторюваності шквалів та сильного вітру по ст.Полтава за п'ять років; Рис. 3.4-3.5 –гістограми повторюваності та числа випадків штормових вітрів; Рис.3.6–рози напрямку вітру при штормових вітрах; Рис.4.1–4.5 гістограми повторюваності СТ за п'ять років та по сезонам, середні швидкості на осі СТ та висоти розповсюдження СТ; Рис. 4.6 – 4.7 – гістограми повторюваності СТНУ; 4.8 – 4.9 – карти приземного аналізу; Рис. 4.8 – 4.9 – радіозонди.

6. Консультанти розділів роботи

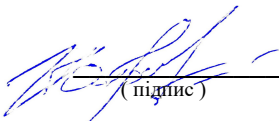
| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 26 жовтня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів магістерської роботи | Термін виконання етапів роботи | Оцінка виконання етапу | |
|-------|--|--------------------------------|------------------------|-----------------------|
| | | | у % | за 4-х бальною шкалою |
| 1. | <i>Огляд наукової літератури, сучасних публікацій за темою дослідження.</i> | 26-31.10. 2020 р. | 95 | відмінно |
| 2. | <i>Вибір вихідних даних, робота з архівними матеріалами. Робота в мережі Internet, пошук необхідної інформації.</i> | 01-05.11. 2020 р. | 95 | відмінно |
| 3. | <i>Складання додатку вихідних даних, зведених таблиць. Виконання розрахунків, побудова аерологічних діаграм, роз вітрів, гістограм повторюваностей та графіків. Проведення аналізу статистичних даних.</i> | 06-13.11. 2020 р. | 95 | відмінно |
| 4. | <i>Аналіз оперативної синоптичної інформації щодо процесу формування струминних течій нижнього рівня за 2015 –2019 рр.</i> | 14-17.11. 2020 р. | 95 | відмінно |
| 5. | <i>Рубіжна атестація</i> | 17.11.2020 | | |
| 6. | <i>Складання висновків. Кінцеве редагування тексту.</i> | 24.11.- 05.12. 2020 р. | 95 | відмінно |
| 7. | <i>Перевірка на плагіат, підписання авторського договору</i> | 07-10.12.2020 | | |
| 8. | <i>Підготовка доповіді та презентації. Попередній захист магістерської роботи.</i> | грудень 2020 | | |
| | Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам) | | 95 | відмінно |

Магістр


(підпис)

Островерха І.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи


(підпис)

Мищенко Н.М.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Вітровий режим нижньої тропосфери над центральними районами України»

Автор: Островерха Ірина Олександрівна.

Актуальність зумовлюється необхідністю вивчення впливу струминних течій нижнього рівня на погодні умови та політ літаків

Мета роботи: визначення просторово-часової структури струминних течій та погодні умови, що їх супроводжують

Відповідно до поставленої мети розв'язано наступні **задачі:**

- розгляд основних та сучасних підходів до діагнозу і прогнозу струминних течій;

- формування бази даних радіозондування атмосфери;

- визначення кліматології та просторово-часової структури струминних течій шляхом побудови вертикальних розрізів атмосфери через станції, де вони спостерігалися, визначення вертикальної потужності струминних течій в різні сезони року;

Об'єкт дослідження: струминні течії, струминні течії нижніх рівнів

Предмет дослідження: зміна локалізації та інтенсивності струминних течій.

Методи дослідження: При виконанні роботи використовуються методи синоптичного аналізу та графічного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів. Проведений аналіз взаємозв'язку просторового положення струминних течій, циркуляційних умов які зумовлюють їх виникнення та можливості розвитку конвекції при цьому над територією України. Також кількісно оцінити інтенсивність та просторово-часову еволюцію струминних течій; вперше одержані висновки, які дозволяють сформулювати уявлення про локалізацію зон струминних течій та їх осей при перебуванні висотного деформаційного поля.

Практичне значення отриманих результатів полягає у можливості уточнення прогнозів конвективних явищ з урахуванням вітрового режиму в нижній тропосфері .

Магістерська кваліфікаційна робота в об'ємі 69 сторінки складається з 4 розділами, висновків, переліку посилань з 11-ти джерела, двох додатків, містить 16 рисунків в основному тексті.

Ключові слова: висотне баричне поле, зсув швидкості вітру, зсув напрямку вітру, струминні течії нижнього рівня, конвективні явища погоди, барична улоговина, південні циклони.

SUMMARY

Theme of master's qualification work: "Wind regime of the lower troposphere over the central regions of Ukraine"

Author: Ostroverkha Irina Alexandrovna.

The urgency of the research topic the impact of low-level jet streams on weather conditions and aircraft flight

The purpose of the work:: to determine the spatio-temporal structure of jet streams and weather conditions that accompany them

Tasks solved during the work:

- consideration of basic and modern approaches to the diagnosis and forecast of jet streams;
- formation of a database of atmospheric radiosonde;
- determination of climatology and spatio-temporal structure of jet streams by constructing vertical sections of the atmosphere through the stations where they were observed, determining the vertical power of jet streams in different seasons of the year;

The object of study: jet streams, jet streams of lower levels

Subject of research: Subject of research: change of localization and intensity of jet streams.

Methods of research: synoptic analysis and graphic modeling are used in the work.

Scientific novelty of the obtained results. An analysis of the relationship between the spatial position of jet streams, circulating conditions that determine their occurrence and the possibility of convection over the territory of Ukraine. Also quantify the intensity and spatio-temporal evolution of jet streams; conclusions were obtained for the first time, which allow to form an idea of the localization of the zones of jet streams and their axes during the reconstruction of the height deformation field.

The practical value of the results. lies in the possibility of refining the forecasts of convective phenomena taking into account the wind regime in the lower troposphere.

Structure and scope of work. The 69-page master's thesis consists of 4 sections, conclusions, a list of references from 11 sources, two appendices, contains 16 figures in the main text.

Keywords: high-altitude baric field, wind speed shift, wind direction shift, lower level jet currents, convective weather phenomena, baric basin, southern cyclones.

З М І С Т

| | |
|---|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| 1 Загальна характеристика району дослідження..... | 7 |
| 1.1 Фізико-географічні умови розташування міста Полтави..... | 7 |
| 1.2 Кліматична характеристика метеостанції та аеропорту Полтава.... | 9 |
| 2 Струминні течії в атмосфері. Основні поняття, визначення та класифікація..... | 17 |
| 2.1 Дослідження низьких струменів..... | 17 |
| 2.2 Вплив струминних течій на авіацію..... | 22 |
| 2.3 Поля метеорологічних величин в областях струминних течій..... | 27 |
| 3 Дослідження режиму вітру біля поверхні землі на ст. Полтава за 2015-2019 роки..... | 34 |
| 3.1 Аналіз повторюваності різних напрямків віру в тепле та холодне півріччя на ст. Полтава з 2015 по 2019 рр..... | 31 |
| 3.2 Аналіз повторюваності штормових вітрів по ст. Полтава за 2015 – 2019 роки..... | 35 |
| 4 Дослідження струминних течій над центральною Україною за 2015-2019 роки..... | 41 |
| Висновки..... | 55 |
| Список використаних джерел..... | 57 |
| Додатки..... | 59 |

ВСТУП

Актуальність. Не дивлячись на те, що на сьогодні достатньо інформації про просторовий розподіл струминних течій, їх положення та характеристики (максимальні розміри, швидкості на осі, тривалість існування) досить змінні як в просторі так і за часом. Знання реального положення осі струминної течії та її характеристик є досить важливим для вирішення ряду практичних задач в авіації, наприклад визначення безпечних зон для польоту як в верхній як і в нижній тропосфері. Тому, актуальність тематики визначається необхідністю вивчення причин виникнення струминних течій як верхнього так і нижнього рівня та їх можливого впливу на розвиток конвективних процесів, що в поєднанні несуть суттєву небезпеку для авіації.

Як відомо, струминні течії нижніх рівнів можуть виникати в досить різноманітних аеросиноптичних умовах, що відрізняються широким спектром характеристик полів метеорологічних величин, тому всебічний аналіз фізичних механізмів та розвитку струменів є одним із важливих етапів розробки та вдосконалення методів їх прогнозування.

При польотах на значних висотах у зонах струминних течій, урахування впливу вітру на дальність та тривалість польотів набуває особливого значення. Сучасні технології в прогнозуванні дозволяють за даними про поле вітру (тиску) в районі польотів прокласти маршрут, по якому літак дістанеться до пункту призначення з малою витратою часу та пального. При цьому загальний час польоту за цим маршрутом (траєкторії мінімального часу польоту) буде значно менше часу, який необхідно для польоту по найкоротшому шляху. При цьому існує і небезпека, при попаданні літака в струминну течію, що направлена йому назустріч, що може призвести до значної втрати пального. Все це свідчить про велике

аеронавігаційне значення струминних течій та пояснює необхідність точного визначення як висоти розташування струминної течії так і її напрямку.

Метою магістерської роботи є дослідження кліматології струминних течій верхніх і нижніх рівнів, циркуляційних умов, що їх сигніфікують та погодних явищ, що їх супроводжують.

В якості **вихідних** використовувалися дані по приземному вітру по ст.Полтава, дані радіозондування по території України за 2015-2019 роки по станціям України (Київ, Харків, Одеса, Чернівці, Шепетівка, Львів) та аеросиноптичні дані, які оброблялися за допомогою АРМСин.

Магістерська кваліфікаційна робота в об'ємі 69 сторінки складається з 4 розділами, висновків, переліку посилань з 11-ти джерела, двох додатків, містить 16 рисунків в основному тексті.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Фізико-географічні умови розташування міста Полтави

Полтава – одне із найдавніших міст України. На клімат та мікроклімат Полтави та її околиць, поряд з радіаційним режимом і циркуляційними процесами, окремий вплив має характер підстильної поверхні.

Полтава знаходиться в центральній частині лівобережної України на палеогеновій рівнині, що є частиною Придніпровської низовини. Для Лівобережжя характерна значна звуженість вододілів та звивистість вододільних ліній. Розподіл висот в межах вододілів також нерівномірне, що визначає їх асиметрію. Остання обумовлена нахилом топографічної поверхні і найбільш помітна поблизу вододілів річок, що прорізають плато по діагоналі відносно його нахилу. Найбільш чітко асиметрія проявляється на водорозділах річок Сула-Псел, Псел-Ворскла, Ворскла-Оріль, Оріль-Берестова.

За своїм рельєфом територія міста являє собою невисоку слабо хвилясту рівнину, розмежовану порівняно неглибокими річковими долинами, ярами та балками. Найбільш горбиста є лінія вздовж правого берега р.Ворскли, що височіє на 160-179 м над рівнем моря. Порівняно рівний заворсклянський простір, що прорізається долиною р.Коломак. Частина його між лівими берегами Ворскли та Коломак являють собою низовину від 107 до 126 м над рівнем моря.

Річки Ворскла та Коломак, що протікають територією Полтавського району мають широкі долини з асиметричними схилами: праві береги порізані ярами та балками, ліві - пологі та плоскі. Долина Ворскли місцями на 120 м нижче оточуючих ділянок плато. Ширина долини також значна.

Розчленований рельєф міста сприяє розвитку ерозійних процесів, що тягнуть за собою замулення річок, змивання родючого ґрунтового покриву.

Взагалі місто Полтава розташоване на березу р. Ворскла, загальна довжина, якої 464 км, а площа водозбору 14,7 тис. км² (до Полтави – 9370 км²). Починається він із джерел, що знаходяться на відстані 0,5 км² північно-західніше с. Маячка, на висоті 190 м над рівнем моря, і впадає в Дніпродзержинське водосховище в районі с.Переволочна, на висоті приблизно 55 м над рівнем моря [11, 12].

Басейн р.Ворскла має грушовидну форму, довжиною 310 км, середня ширина 32 км, найбільша 100 км. Правий схил долини річки висотою 30-80 м помірно крутий чи ввігнутий. Лівий – пологий і дуже пологий, що непомітно зливається з прилеглою місцевістю. Вода в річці прозора, без смаку та запаху, придатна для пиття. Середня дата переходу температури води через 0,2°С навесні і припадає на середину третьої декади березня (рання дата – кінець лютого, пізня – середина квітня), восени – початок грудня (рання дата – початок листопада, пізня – середина січня). Середня температура води влітку (липень) складає 27 °С, найменш низька 24 °. Річка використовується для гідроенергетики, комунального, залізничного та побутового водопостачання.

Ґрунтовий покрив складається із потужних і звичайних мало- та середньо гумусних чорноземів. Навколо міста, на піднесених гребневидних вододілах, значну площу займають сірі та темно-сірі лісні ґрунти. Основним типом природної рослинності є луговий степ, що перемежується з масивами лісів та чагарниками. Ліси та чагарники розміщені вздовж рік та в ярах. Із деревних порід переважають дуб та ясен. Природні умови міста та околиць є прекрасними для ведення багатогалузевого народного господарства.

Полтава – адміністративний центр Полтавської області, з населенням 323,6 тис. осіб. Гордість міста – це єдина в Україні гравіметрична обсерваторія, заснована в 1926 році відомим астрономом О.Я Орловим.

Початок перших метеорологічних спостережень в Полтаві відносяться до 1824 року. Записи цих спостережень були передані в архів Головної

фізичної обсерваторії. В подальшому ці матеріали були використані при опису клімату Полтавської губернії.

В 1943 році були початі метеорологічні спостереження на авіаметеорологічній станції АМСЦ (с.Супрунівка), яка розташована в 15 км. На захід від центру міста Полтава.

В 1954 році метеорологічні спостереження на агрометеостанції Полтава були доповнені актинометричними.

Метеостанція м. Полтава розташована на околиці міста. Рельєф місцевості, підвищене плато, що перетинають глибокі балки. Ріка Ворскла знаходиться на відстані 5 км від метеостанції. Рослинність біля метеомайданчика – польова рослинність. Ґрунт – сірий лісний суглинок. Зі всіх сторін майданчик оточує рівнинне поле, засіяне польовими культурами, і тільки на відстані 180 м будинки садиби околиці міста.

Аеропорт Полтава цивільного повітряного флоту, де знаходиться метеостанція, що обслуговує авіацію, розташований на відстані 15 км на захід від центру міста, на відстані 1 км південніше с. Івашки Полтавського району.

Місцевість району аеропорту представляє собою хвилясту рівнину, що помірно пересічена ярами, балками. Аеропорт та метеостанція розташовані в лісостеповій зоні України, площа лісових масивів складає близько 4% від усієї площі району.

1.2 Кліматична характеристика метеостанції та аеропорту Полтава

Аеропорт Полтава та метеостанція розташовані в зоні помірно континентального клімату. Однією із кліматичних характеристик, що відображають фізико-географічні особливості району, є середня місячна температура повітря. Річний хід температури повітря майже співпадає з

річним ходом припливу сонячної радіації. Середня багаторічна річна температура складає 7,6°C тепла. Середня температура січня 6,6°C морозу, лютого 5,3°C морозу. Під час потепління в січні-лютому температура повітря може підвищуватися до 4 - 6°C тепла. Найтепліші місяці – липень та серпень, середньомісячна температура складає в липні 20,1°C тепла, в серпні 19,4°C тепла (таб 1.1).

Абсолютний мінімум коливається від 33,6°C в січні до 6,1°C в липні. Абсолютний максимум досягає 37,8°C в липні.

Таблиця 1.1 - Середньомісячна та річна температура повітря м. Полтави

| | місяць | | | | | | | | | | | | Рік |
|-------------------------|--------|-------|------|------|------|------|------|--------------|------|--------------|------|--------------|------|
| | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII | |
| Серед- ня | -6,6 | -5,3 | -0,1 | 8,8 | 15,4 | 18,7 | 20,1 | 19,4 | 14,3 | 7,6 | 1,5 | -3,1 | 7,6 |
| Най- більш низька | -15,4 | -17,0 | -7,7 | 1,7 | 10,3 | 14,4 | 16,9 | 16,6 | 10,7 | 1,5 | -7,5 | -13,5 | 5,1 |
| Рік | 1963 | 1929 | 1928 | 1929 | 1919 | 1887 | 1852 | 1915 1950 | 1894 | 1920 | 1993 | 1855 | 1933 |
| Най- більш висока | -0,3 | 2,7 | 5,7 | 13,4 | 19,5 | 23,5 | 24,8 | 24,9 | 19,4 | 12,1 | 5,7 | 3,0 | 9,5 |
| Рік | 1994 | 2002 | 1990 | 1950 | 1855 | 1901 | 1936 | 1850 | 1909 | 1918 1929 | 1923 | 1886 1960 | 1975 |

Термічний режим Полтави обумовлений особливостями припливу сонячної радіації, атмосферною циркуляцією і характером підстильної поверхні. Значення кожного з них на протязі року неоднакове. В зимовий сезон суттєвий вплив на термічний режим має атмосферна циркуляція та пов'язана з нею адвекція повітря. В теплий період термічний режим

визначається в основному радіаційними факторами, разом з якими значний вплив має також і підстильна поверхня.

Атмосферні опади являються одним з найбільш важливих елементів клімату і являє собою прихідну частину водного балансу суші. Утворення і випадінні опадів пов'язано з розвитком конкретних хмар чи систем. Випадають вони зазвичай із шарувато дощових, високо-шаруватих, шаруватих та купчасто-дощових хмар. В рідкому вигляді опади являють собою дощ, зливовий дощ, мряку, в твердому – сніг, зливовий сніг, град, крупа, снігові зерна.

Кількість опадів, що випала на підстильну поверхню визначається товщиною шару води, що утворилася (мм). Кількість опадів залежить від вологовмісту хмар та підхмарного шару, термодинамічної стратифікації атмосфери.

За кількістю опадів Полтава відноситься до зони недостатнього зволоження. Середньорічна кількість опадів 569 мм (табл. 1.2). В залежності від інтенсивності і частоти опадоутворюючих процесів кількість опадів в окремі роки коливається в великих межах.

Таблиця 1.2 - Середньорічна кількість опадів м. Полтави

| | Холодний період | Теплий період | Рік |
|-----------|-----------------|---------------|------|
| Середня | 215 | 354 | 569 |
| Найменша | 52 | 129 | 242 |
| Рік | 1954 | 1934 | 1934 |
| Найбільша | 422 | 746 | 911 |
| Рік | 1966 | 1913 | 1913 |

На протязі року опади розподіляються нерівномірно. Для Полтави характерний континентальний тип річного ходу опадів з максимумом влітку і

мінімумом взимку. В окремі роки як найбільша, так і найменша кількість опадів приходить на різні місяці. Максимум опадів найчастіше в червні-липні. Мінімум опадів спостерігається в вересні.

Взимку випадіння опадів часто обумовлено виходом південних циклонів із Середземного моря. Оподи в цей період випадають із низьких хмар: шарувато-дошових і купчасто-дошових. В 94% випадків оподи мають облоговий характер. Зливові і змішані оподи в цей час бувають рідко.

Вологість повітря на Полтавщині доволі висока, середньорічна відносна вологість повітря складає 78%; найвища в холодну пору (листопад-січень) – 86-88%, найнижча в травні – 40%.

Хмарність являється важливою характеристикою погоди. Вона регулює приплив сонячної радіації до земної поверхні і передачу тепла від неї в атмосферу. Хмари мають високу відбивну здатність, і тому вони вносять найбільший вклад в альbedo системи Земля-атмосфера. Утворення та розпад різних систем хмар дозволяє судити про синоптичні процеси даного району.

Режим хмарності формується під впливом циркуляційних процесів, що визначають напрям руху повітряних мас та їх вологовміст. Підстильна поверхня також має вплив на формування хмарності, особливо в літній період, коли виникають висхідні та низхідні рухи повітря, які сприяють утворенню та руйнуванню місцевої хмарності [11].

Основна характеристика хмарності – це повторюваність ясного та похмурого стану неба. Ступінь покриття неба хмарами залежить від пори року. Утворення хмарності над Полтавою в основному пов'язано з атмосферними фронтами. Восени з посиленням циклонічної діяльності кількість хмар підвищується і досягає максимуму на початку зими.

В річному ході максимумом повторюваності похмурого стану неба по загальній хмарності (80%), а по нижній (70%) припадає на грудень. Навесні починається зменшення хмарності (до серпня хмарність досягає найменших значень – 36% по загальній хмарності та 17% по нижній хмарності. В весняний період збільшується повторюваність (до 20%) напівясного стану

неба (як загальної, так і низької хмарності), що пов'язано з розвитком в цей час хмар конвекції. Річний хід повторюваності ясного неба протилежний річному ходу похмурого стану неба.

Важлива характеристика хмарності – це число ясних та похмурих днів. Найбільше число похмурих днів спостерігається в холодну пору року, їх максимум припадає на грудень-січень (18-20 днів), мінімум – на теплий період року, в середньому за період з травня по вересень число похмурих днів не перевищує 2-3 дня в місяць.

Форми хмар суттєво відрізняються в холодний та теплий періоди року. Взимку, при малому вологовмісті повітря і при наявності приземних інверсій, переважають (31%) хмари шаруватих форм. Із збільшенням тривалості сонячного саява після сходу сніжного покриву і з розвитком конвенції виникає хмарність купчастих форм, що має гарно виражений максимум (20%) влітку, взимку рідко (1%). Купчасто-дощова хмарність, так як і купчаста, характерні для періоду з травня по серпень, але повторюваність їх значно менша. Високо-купчаста хмарність, як правило, спостерігається на протязі року, а шарувато-купчасті – частіше всього (до 24%) навесні та восени. Із хмарності верхнього ярусу тільки перисті хмари мають виражений річний хід з максимумом (35%) влітку і мінімумом (17%) взимку.

Вельми помітно виражений добовий хід купчастої хмарності. Найбільша їх повторюваність (60%) припадає на 12-15 години. В нічні години ця форма хмарності спостерігається рідко (до 1%).

Найбільша кількість купчасто-дощової хмарності буває в другу половину дня. Шарувато-купчаста хмарність взимку і восени відмічаються з однаковою повторюваністю (24%) протягом доби. Навесні та влітку кількість шарувато-купчастих хмар збільшується (30%) на вечір.

Повторюваність низької хмарності (нижче 300 м) на протязі року нерівномірна. Найбільша повторюваність висоти нижче 300 м спостерігається в холодну пору року, найменша – теплу, при чому в холодну пору частіше спостерігається хмарність, що має висоту нижчу 150 м, а в

теплу половину – більше 200 м. Максимум повторюваності низької хмарності в зимовий період припадає на схід сонця і на перші дві години після сходу сонця (8-11 год.). По мірі переходу від зими до літа повторюваність низької хмарності переміщується до більш світлого періоду і в травні-вересні настає в 8-9 годин, тобто пізніше сходу сонця на 3-4 години.

Найменше число випадків з низькою хмарністю в зимовий період спостерігається в період з 15 до 21 години, а в літній час з 13 години і до кінця світлого періоду часу, а також на першу половину ночі.

Низка хмарність є одним і небезпечних явищ, що впливає на роботу авіації. Вона багато в чому обмежує можливості польотів. Зниження хмарності до визначених меж різко знижує можливість візуальних польотів.

В добовому ході максимум повторюваності низької хмарності взимку припадає на схід сонця та на перші дві години після його сходу (8-11 год.), що обумовлюється радіаційним вихолодженням приземного шару повітря. Мінімум повторюваності низької хмарної відмічається на 15-21 годину в момент, близький до заходу сонця. По мірі переходу від зимових місяців до літніх максимум повторюваності низької хмарності зміщується на більш світлу частину доби і в травні-вересні він настає о 9 годині, зміщуючись від часу сходу сонця на 3-4 год. Мінімум хмарності спостерігається після 13 години, так як влітку в другій половині дня посилення турбулентного обміну руйнує низьку хмарність [11].

Найбільший відсоток туману припадає на період листопад-березень – 86% і частіше всього (58%) при південно-східному і південному вітрі. Найбільша тривалість туманів спостерігається в холодну половину року.

Утворення ожеледі виникає при температурах від 0 до 7° морозу, з найбільшою повторюваністю в інтервалі 0-3° морозу (76% всіх випадків). Число днів з ожеледдю невелике – від 1 до 6 днів в грудні, 2-6 днів в січні-лютому, 1-2 дня в березні.

Число днів з заметіллю складає в середньому 12-14 днів (грудень-лютий – 2-7 днів, березень – 1-3 дні).

Найбільш раннє утворення сніжного покриву спостерігається в першій половині грудня, а самий пізній його сходження в третій декаді березня. Висота снігового покриву досягає максимальної висоти 20-30 см.

Щодо вітру, то найважливішими факторами, що визначають режим вітру, його зміну в часі і просторі, є загальноциркуляційні умови, розподіл атмосферного тиску. На напрям та швидкість вітру великий вплив мають рельєф місцевості, ступінь шорсткості підстильної поверхні. Умови міста накладають свій відбиток на розподіл цієї метеорологічної величини.

В теплий період року, особливо влітку та восени, мають вирішальний вплив на формування вітрового режиму западні відроги, ядра підвищеного тиску, що відокремилися від азорського антициклону, тобто переважна форма циркуляції (40%) є західна. Цим і пояснюється велика повторюваність західних та північно західних вітрів, які на східній периферії відрогів набувають північну складову. В порівнянні з холодним періодом в Полтаві майже в два рази збільшується повторюваність північних вітрів та штилів.

В холодний період року, коли атмосферні процеси східних регіонів Європейської частини Росії визначаються більшою мірою впливом відрогів сибірського антициклону, спостерігається стійке поширення на Україну повітряних мас зі сходу, південного-сходу, звідси і найбільша повторюваність східних і південно-східних вітрів. Більша повторюваність західних та південно-західних вітрів пов'язана з циклонічною діяльністю, яка є однією із основних форм атмосферної циркуляції в холодний період року. Циклони зміщуються по самим різним траєкторіям, але найбільш часто з заходу на південний-захід. Інколи з півночі на південь.

В цілому на метеостанції та в аеропорту Полтава переважання вітру окремого напрямку не спостерігається. З однаковою повторюваністю (14%) бувають північно-західні та північно-східні вітру. Близьку до них повторюваність мають вітри південно-східного і південно-західного (12%) напрямку. Трішки менше (10%) – вітер північного та південного напрямку.

Швидкість вітру визначається структурою баричного поля, особливостями розвитку атмосферних процесів, значенням баричного градієнту. Літній сезон характеризується високою інтенсивністю сонячної радіації і слабкої адвекції. Великий вплив на формування атмосферних процесів має земна поверхня, що поглинає сонячну радіацію. Інтенсивно протікає трансформація повітряних мас, чим накладає відбиток на циркуляційні процеси. Як результат цього – велика повторюваність слаборозвинутих областей підвищеного та пониженого тиску.

Перехід до зимового сезону відрізняється збільшенням температурних контрастів між північними та південними широтами, посиленням атмосферної циркуляції, великим розвитком циклонічної діяльності.

Середньорічна швидкість вітру за багаторічними даними складає 2,8 м/с, найбільші швидкості спостерігаються в холодний період року (листопад березень) 3,0 – 3,3 м/с, в літній період – 2,3 – 2,7 м/с. На холодний період року припадає більша кількість днів з вітром 15 м/с і більше (грудень, січень, лютий) при переважаючому південно-східному напрямку. Найменше число випадків – в літній період. На протязі доби сильний вітер спостерігається з 11 до 16 годин. Переважаючий напрям вітру – північний, східний, південний та південно-східний.

Взагалі вітер - одна з основних та мінливих характеристик стану атмосфери, яка значно впливає на умови життя та господарську діяльність. Він певною мірою впливає на розвиток і продуктивність рослинного і тваринного світу. Цей вплив може бути як позитивний, так і негативний.

Вітер є головним постачальником вологи, яку він переносить на далекі відстані, а також перерозподіляє її в атмосфері по вертикалі. Вітри певних напрямків несуть повітря з відповідними властивостями і тому є одним з факторів зміни погоди.

Сильний вітер завдає шкоди всім галузям народного господарства.

Вітер – один із метеорологічних елементів, що впливає на роботу авіації. Є небезпечною швидкість вітру більше 15 м/с, а боковий

перпендикулярний до ВПС вітер більше 8 м/с стає небезпечним для зльоту посадки навіть великих літаків. Тому детальне вивчення вітру на метеостанції Полтава та в районі аеропорту є дуже актуальним при його експлуатації.

2 СТРУМИННІ ТЕЧІЇ В АТМОСФЕРІ. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ, ВИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ

2.1 Дослідження низьких струменів

У тропопаузі часто спостерігаються дуже сильні вітри, які називаються струминними течіями. Вони, як правило розташовуються на висоті 9-12 км, мають ширину 300-400 км у горизонтальному напрямку та товщину 2-4 км. Поширюються струминні течії на десятки тисяч кілометрів. Як правило, вони спрямовані з заходу на схід, але можуть і вигинатися. В області струминної течії спостерігається різка зміна швидкості вітру як у горизонтальному, так і з висотою.

За визначенням Всесвітньої Метеорологічної Організації струминна течія (СТ) – це сильний вузький потік з майже горизонтальною віссю у верхній тропосфері або нижній стратосфері, що характеризується вертикальними і горизонтальними зсувами вітру та одним або декількома максимумами швидкості. Умовно за нижню межу СТ беруть швидкість 30 м/с. Вказана межа швидкості вибрана з урахуванням того, що вітер, який перевищує 100 км/год, чинить помітний вплив на путню швидкість літаків, що літають в зоні СТ [5].

Центральну частину струминної течії, в якій швидкості вітру найвищі, називають серцевиною. Поперечний переріз серцевини не перевищує 50-100 км по горизонталі та 1-2 км по вертикалі. В поперечному перерізі СТ можна представити у вигляді сильно сплющеної "труби" (рис 2.1).

Лінія максимального вітру всередині серцевини називається віссю струминної течії. Максимальні швидкості на осі струминної течії можуть досягати 50-100 м/с. Вісь СТ не точно горизонтальна, тому не простежується на будь-якій ізобаричній поверхні.

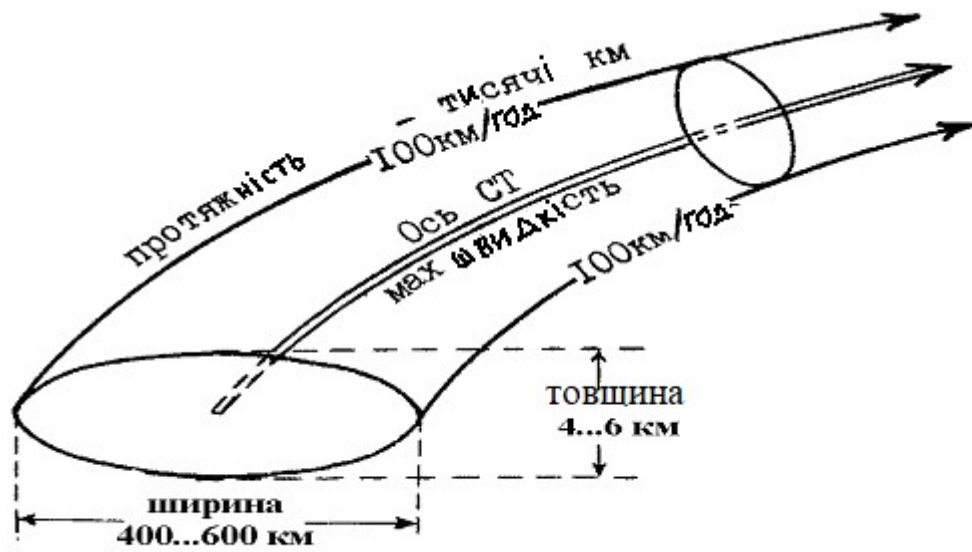


Рис 2.1 - Схематичне зображення СТ

Зсув вітру в області СТ близько 5-10 м/с на 1 км по вертикалі та 5-10 м/с і більше в горизонтальному напрямку. Ліворуч від осі, якщо дивитися за напрямком потоку, розташована циклонічна сторона струминної течії, праворуч – антициклонічна.

У струминних течіях сконцентрована максимальна кінетична енергія атмосфери. Положення струминних течій співпадає з положенням області найбільших меридіональних градієнтів температури та тиску у тропосфері, тобто з положенням висотної фронтальної зони. Будь-яка струминна течія є складовою частиною планетарної висотної фронтальної зони (ПВФЗ), яка складається з декількох (зазвичай, із 3-5) висотних фронтальних зон (ВФЗ). Довжина ВФЗ може сягати 5000-12000 км. Струминна течія по суті є вітровою характеристикою ВФЗ [14].

У нижній тропосфері в межах граничного шару також спостерігаються протяжні зони сильних вітрів (мезоструминні течії). Їх довжина у напрямку по потоку зазвичай складає декілька сотень кілометрів. Швидкість вітру на

осі струминних течій нижньої тропосфери досягають 60-70 м/с і перевищують у 1-1,5 рази швидкість геострофічного вітру. В якості критерію для визначення течій нижньої тропосфери найчастіше використовують нижню межу швидкості 15 м/с [14].

Вибір значення максимуму швидкості на осі струменя обумовлений тим, що для авіації небезпечними є вітри більше 15 м/с, і особливо небезпечна наявність таких посилень вітру на малих висотах, тому що на них здійснюється зліт і посадка суден, політ на гранично малих висотах тощо [7]. Параметри, що характеризують просторову і динамічну структуру струминних течій нижніх рівнів (СТНР) такі (рис. 2.2):

- потужність СТНР – різниця між висотами в ГША, де швидкість вітру не менше ніж 15 м/с (ΔH , м);
- висота осі СТНР – рівень максимуму швидкості вітру (H_0 , м);
- інтенсивність СТНР – швидкість вітру на осі струменя (V_0 , м/с).

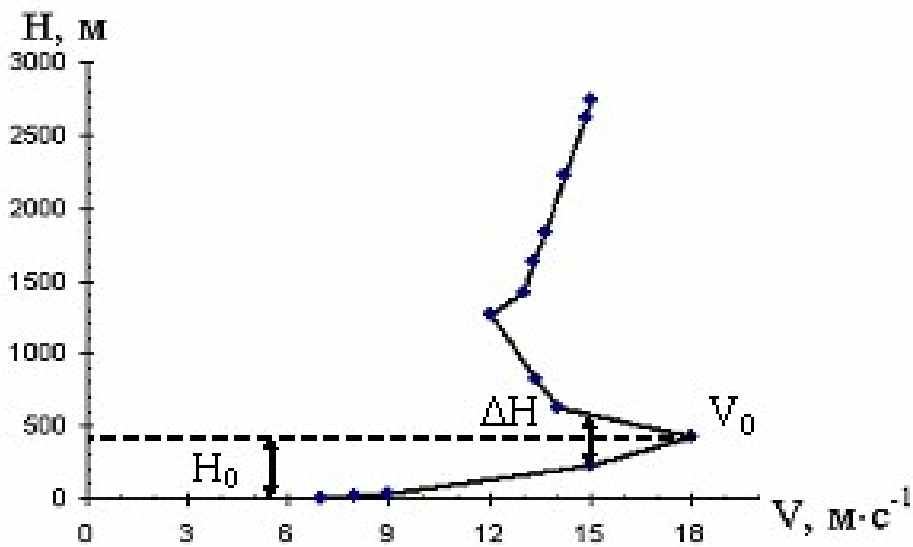


Рис. 2.2 – Схематичне зображення структурних параметрів СТНР

Нефронтальні струминні течії нижньої тропосфери спостерігаються найчастіше в затримуючих шарах атмосфери, переважно в шарах інверсій, в їх нижніх частинах. Фронтальні струминні течії нижньої тропосфери розташовуються перед теплими та холодними фронтами паралельно ним.

Струминні течії нижньої тропосфери сприяють виникненню та посиленню небезпечних явищ погоди: сильних вітрів та інтенсивної конвекції. За рахунок великих зсувів вітру у нижній частині вони становлять небезпеку для авіації [5].

Повертаючись до самої назви явища (СТНР), то тут існує деяка невизначеність. Так, термін СТНР вперше ввів Л.Л. Мінс в 1944 році. Крім цього використовується термін "мезострумін", тому явище звичайно відноситься за своїм просторовим і часовим масштабом до мезо-діапазону β (за шкалою І. Орлеанські від 25 до 250 км та від 1 год до 1 доби). Однак СТНР може зберігатися протягом декількох діб і, таким чином, виходити за часові рамки мезомасштабу, тому дана термінологія може бути не завжди коректною. Крім цього, застосовують також інші терміни: струминна течія на малих висотах, струминна течія ГША, тропосферний мезострумін, низькотропосферний струмін, мезомасштабні вітрові струмені і низькі струмені. Однак, незважаючи на розбіжності у визначеннях цих течій звичайно використовуються параметри, які були зазначені вище, та які характеризують просторову і динамічну структуру СТНР. Оскільки розподіл характеристик СТНР відрізняється від нормального, доцільно використовувати поряд із середніми значеннями модальні. Модальні значення основних характеристик низьких струменів зміщені у бік більш низьких величин. Так, якщо в середньому швидкість вітру на осі струменя над Україною складає 19-20 м/с, то її найбільш імовірні значення коливаються від 16 до 18 м/с [1, 2].

Дослідження струминних течій нижніх рівнів, по суті, являє собою вивчення розподілу швидкості і напрямку вітру по вертикалі в межах граничного шару атмосфери. При визначенні структурних параметрів СТНР

найбільшу точність дають спостереження на висотній метеорологічній вежі і спеціальні комплексні експерименти. В цих випадках дискретність за вертикаллю та за часом досить висока, що дозволяє виявити наявність низького струменю. Але рідка мережа таких веж і те, що їхні висоти не перевищують 300 м, не дозволяють в'яснити просторову структуру струменів, тому що більшість СТНР спостерігаються на висотах 500-800 м. Кулі-пілотні дані мають ще більшу похибку, ніж виміри на метеорологічних вежах [9].

Таким чином, для розрахунку структурних характеристик СТНР оптимальним варіантом є комплексне використання даних висотних метеорологічних веж, радіолокаційних і радіозондових спостережень. При цьому у зв'язку з недостатньою щільністю мережі радіозондування, має сенс застосування різних методик інтерполяції полів метеорологічних величин і облік супутникової інформації (по оцінках дрейфу хмарних полів, по картині хвилювання, шляхом фіксації синоптичної обстановки за результатами нефаналізу або за допомогою математичної обробки супутникових даних) [16].

По вивченню структури та кліматології СТНР було висунуто багато гіпотез, одна з перших – про походження СТНР належить П.А. Молчанову, який в 1938 році виявив за даними кулепілотних спостережень, що в шарі до 1000 м струмені частіше спостерігаються взимку в нічні та ранкові години і утворюються при наявності інверсій та ізотермій, а посилення вітру виникає при такій орієнтації ізобар та ізотерм, коли області низького тиску відповідає ділянка холоду. Але також СТНР виявлялися не тільки в циклонічних полях, але і в областях антициклонічної циркуляції, тому багато вчених шукали зв'язок з різними типами інверсій. Починаючи з 60-х років ХХ століття з'являються гіпотези про зв'язок СТНР та внутрішніх гравітаційних хвиль, що розвиваються в приземній або припіднятій інверсіях. Ряд досліджень передбачають виникнення СТНР в моделях гідродинамічної нестійкості, зокрема, Кельвіна-Гельмгольца [10]. Для узагальнення потрібно зазначити,

що було запропоновано багато гіпотез, які гарно працювали в одних умовах, і практично були непридатні для інших. СТНР спостерігаються при будь-якому типі атмосферної циркуляції, на фоні як різких метеорологічних величин, так і при поступовій трансформації властивостей повітряної маси, при цьому стратифікація температури повітря також може бути різною. Виявлені як фронтальні, так і нефронтальні струмені.

Щодо дослідження СТНР над територією України, то такі посилення вітру в нижніх шарах атмосфери поширені практично повсюди і відзначаються відносно рідко – від 2 до 15% від загального числа радіозондувань протягом року. Час існування СТНР визначається типом і тривалістю наявної синоптичної ситуації (наприклад, в умовах стаціонарного антициклону СТНР може тривати 4 доби) [9]. Добовий хід повторюваності вітрових аномалій приблизно однаковий – вночі вони спостерігаються рідше. За матеріалами багаторічних досліджень цього питання над більшістю регіонів Землі характерною рисою процесів СТНР є річний хід його повторюваності та основних структурних параметрів. Особливо ця закономірність властива для України і європейської частини Росії – максимум переважно приходить на зимові місяці, а мінімум – на літні. Найчастіше низькі струмені розташовуються на висотах 400-500 м, в залежності від рельєфу місцевості. В цілому над Україною переважають струмені західних напрямків.

В області низького струменю, як правило, формуються слабкі вертикальні зсуви вітру, хоча в окремих випадках можуть виникати сильні і дуже сильні.

Струминні течії нижніх рівнів безпосередньо перешкоджають різним видам людської діяльності: мають істотний вплив на формування злив, розповсюдженню лісових пожеж, також СТНР знаходяться в тісному зв'язку з різними небезпечними та стихійними гідрометеорологічними явищами (грози, піщані бурі).

2.2 Вплив струминних течій на авіацію

При польотах на великих висотах, особливо у зонах струминних течій (СТ), урахування впливу вітру на діяльність та тривалість польотів набуває особливого значення. Окреме питання аеронавігаційне значення. В ряді країн використовуються обчислювальні машини для визначення найвигідніших маршрутів літаків при польотах на великі відстані. Розроблені методи, які дозволяють за даними про поле вітру (тиску) в районі польотів прокласти маршрут, по якому літак прилетить до пункту призначення з малою витратою часу. При цьому загальний час польоту за цим маршрутом (траєкторії мінімального часу польоту) значно менший часу, який необхідний для польоту по найкоротшому шляху (ортодомії).

Вплив вітру на параметри руху повітряного судна найбільш суттєвий при великих швидкостях вітру, особливо в областях СТ. Струминні течії відрізняються великим різноманіттям. Зазвичай їх ділять на кілька видів залежно від ознаки, покладеної в основу розподілу, наприклад по висоті – тропосферні і стратосферні, по широтному положенню – помірних широт, субтропічні і екваторіальні [4].

Також основою для класифікації СТ можуть служити характеристики висотних фронтальних зон, в межах яких вони утворюються. З урахуванням цих характеристик виділяють три групи СТ:

- тропосферні струминні течії ВФЗ;
- стратосферні струминні течії ВФЗ;
- струминні течії ВФЗ високих шарів атмосфери.

У свою чергу струминні течії ВФЗ також класифікуються по широтах.

У першу групу входять СТ високих і помірних широт, пов'язані з тропосферними ВФЗ та головними фронтальними розділами, і субтропічні струминні течії.

Арктичні струминні течії (струминні течії арктичних фронтів) мають велику рухливість і мінливість інтенсивності. Їх осі знаходяться на висотах 6-8 км. Інтенсивність арктичних струминних течій в середньому невелика, хоча в окремих випадках максимальні швидкості вітру можуть досягати 50-60 м/с.

Струминні течії помірних широт (струминні течії фронтів помірних широт), так само як і арктичні, відрізняються великою мінливістю положення та інтенсивності. Осі цих течій розташовуються на висотах 8-11 км. Середня інтенсивність цих струминних течій більше, ніж арктичних. Максимальні швидкості вітру нерідко досягають взимку 80-100 м/с, а іноді 120-130 м/с. Влітку максимальні швидкості вітру менше, ніж взимку, але нерідко перевищують 60/70 м/с. Найбільш інтенсивні струминні течії помірних широт взимку у східних узбережжях Північної Америки та Азії.

Субтропічні струминні течії простежуються, особливо взимку, у вигляді майже безперервного пояса сильних західних вітрів вздовж північної периферії субтропічних антициклонів. Осі цих течій зазвичай знаходяться на висотах 11-13 км, хоча іноді зустрічаються субтропічні струминні течії з висотою осі 15-16 км. Рухливість субтропічних струминних течій в середньому менше, ніж струминних течій високих і помірних широт. Однак, при потужних виносках тропічного повітря у високі широти субтропічна струминна течія може просунутись до 55-60 півн.ш. Максимальні швидкості вітру взимку часто досягають 120-130 м/с, а у східного узбережжя материків 140-160 м/с. В середньому інтенсивність тропічних струминних течій взимку в 1,3-1,5 рази більше, ніж влітку. Від зими до літа тропосферні струминні течії всіх типів зміщуються на північ.

Стратосферні струминні течії, переважно західного напрямку, спостерігаються на всіх широтах. Вони пов'язані зі стратосферними ВФЗ, які можуть виникати або в результаті вертикального розвитку тропосферних ВФЗ, або як самостійні стратосферні утворення. Влітку повторюваність стратосферних течій істотно зменшується, що пов'язано з появою на високих

рівнях (18 км і більше) східних вітрів, рідко мають характер струминних течій [3].

Порівняно стійка стратосферна струминна течія взимку виявляється в субполярній області. Її зазвичай називають струминною течією "на краю полярної ночі". Вона утворюється в зоні великих горизонтальних контрастів температур, які виникають між приполюсною областю з безперервною полярною ніччю і тією частиною атмосфери, де триває звичайна зміна дня і ночі. Вісь цієї струминної течії знаходиться на висотах близько 60 км, де середня швидкість вітру досягає 80-100 м/с.

Отже, щодо впливу СТ на авіацію. В області струминної течії спостерігається різка зміна швидкості вітру як у горизонтальному напрямку, так і з висотою. В зоні СТ спостерігається динамічна турбулентність, яка пов'язана з існуванням в атмосфері великих зсувів вітру (вертикальних та горизонтальних) [13]. Турбулентність – найбільш небезпечне явище в зоні СТ виникає на її периферії. Причиною виникнення є сильне гальмування зовнішніх межах СТ більш спокійним повітрям. В зв'язку з різким гальмуванням потоку утворюються зсуви вітру, що призводять до вихороутворення. При цьому ділянки турбулентності чергуються зі спокійними ділянками, їх інтенсивність і місце розташування безперервно змінюються. Найбільш інтенсивними та небезпечними турбулентні ділянки бувають на лівій, циклонічній стороні СТ, де горизонтальні зсуви вітру в 1,5-2 ризи більші, чим на правій стороні. (рис. 2.3 та 2.4).

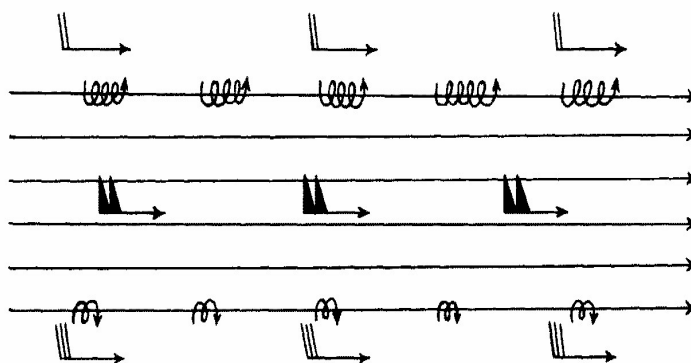


Рис 2.3 – Вихороутворення в струминній течії

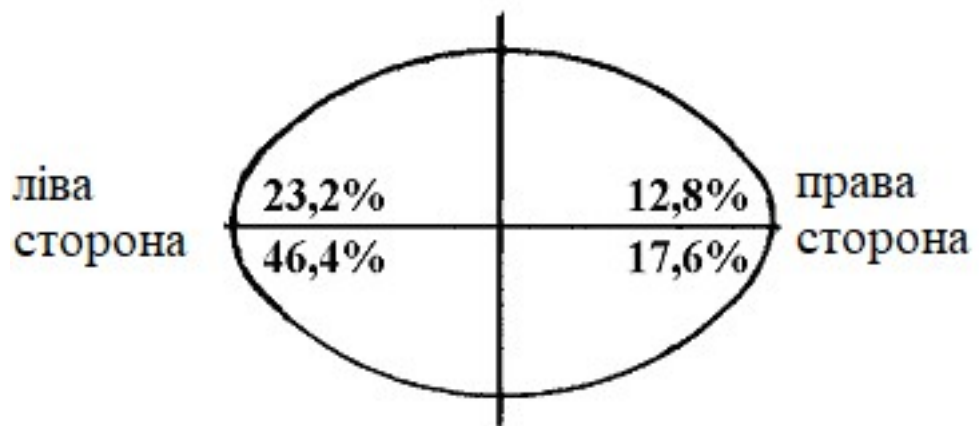


Рис 2.4 – Повторюваність бовтанки в різних частинах струминної течії

При відсутності хмар, турбулентність ясного неба, яка викликає сильну бовтанку, може початися раптово для екіпажу і призвести до тяжких наслідків. Небезпечна бовтанка в зоні СТ спостерігається в тих районах, де горизонтальні зсуви вітру більші 6 м/с на 100 км відстані, та/або вертикальні – більше 3 м/с на 100 м висоти. Товщина шару сильної бовтанки, як правило, 300-600 м.

Найбільш сприятливі умови для польотів в центральній частині СТ і на її правій стороні. Але, при цьому необхідно враховувати, що при польотах в СТ на висотах, близьких до стелі, відхилення літака в сторону збільшення температури небезпечно, так як не виключена можливість його виходу в область значних додаткових відхилень температури від стандартної атмосфери. В цих випадках літак може опинитися на висоті вище гранично допустимої, його стійкість і керованість будуть порушуватися, він може мимоволі втрачати висоту та "пірнати". Якщо при цьому в атмосфері відбуваються вертикальні пульсації вітру, літак може потрапити на критичні кути атаки та зривні режими. Тому розроблені рекомендації по виконанню польотів і керуванню повітряним рухом в зонах струминних течій [13].

Складність пілотування літальних апаратів при виконанні заходу на посадку чи взлеті у випадку наявності СТНР полягає в тому, що спочатку відбувається швидке наростання швидкості зустрічного вітру, яке потім зміниться її спаданням вище осі струменю. Присутність струменю поблизу землі, що супроводжується значним зсувом вітру нижче осі, істотно впливає на втрату підйомної сили літака, що особливо небезпечно при наявності короткої злітно-посадкової смуги для польотів на високих швидкостях. Таким чином, з появою реактивних літаків виявилось необхідним прийняти до уваги вплив СТНР на посадку літаків, що і було реалізовано в нормативній документації Всесвітньої Метеорологічної Організації (ВМО). Згідно висновку Комісії по авіаційній метеорології ВМО, прогноз вертикального зсуву вітру в нижньому 60-метровому шарі є дуже важливим для авіації. Комісія вперше в 1969 році сформулювала визначення вертикального зсуву вітру і запропонувала градації величин зсуву по ступеню небезпеки [15].

Навігаційне значення струминних течій важко переоцінити. З однієї сторони, в зоні струминних течій часто виникають перисті та перистокупчасті хмари та інтенсивна турбулентність, а з іншої – сильний вітер в зоні СТ значно змінює путьову швидкість літака.

Інтенсивна турбулентність відмічається в основному на холодній (циклонічній) стороні струминної течії, де градієнти температури і вітру більші. На вісі струминної течії сильна турбулентність буває значно рідше. При прольоті на висотах, близьких до стелі, вертикальні пульсації вітру можуть вивести літак на закритичні кути атаки, и, як наслідок, - на зрив стелі та "провалювання" літака.

Якщо політ в зоні СТ проходить в проти вітру, ту путьова швидкість різко зменшується, а якщо по вітру – зростає. При польоті на великі відстані можна використовувати струминні течії для скорочення часу швидкості до пункту призначення чи для збільшення дальності польоту.

В теперішній час існують методи, які дозволяють по даним про поле вітру в районі польоту запропонувати найвигідніший маршрут, по якому літак прилетить в пункт призначення або з найменшою затратою часу, або з найменшою витратою палива. Все сказане вище засвідчує про велику аеронавігаційне значення струминних течій та про цінність прогностичної інформації про розміщення осі СТ та швидкості вітру на ній для оптимізації траєкторії руху літака [16].

2.3 Поля метеорологічних величин в областях струминних течій

В області струминних течій спостерігаються великі горизонтальні градієнти тиску (геопотенціалу). З висотою при переході від 500 до 300 гПа область максимальних градієнтів геопотенціалу зміщується в бік висотного циклону, тобто на циклонічну периферію. При переході від 300 до 200 гПа область максимальних градієнтів геопотенціалу зміщується в бік висотного антициклону (табл. 2.1)

Таблиця 2.1 – Середні значення горизонтальних градієнтів геопотенціалу в області СТ для Північного –Заходу ЄТР (дам на 100 км)

| Ізобарична поверхня, гПа | Відстань від осі струминної течії, км | | | | | | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|-----|-----------|--------------------------|-----|-----|-----|
| | Циклонічна периферія | | | | Вісь 0 | Антициклонічна периферія | | | |
| | 800 | 600 | 400 | 200 | | 200 | 400 | 600 | 800 |
| 500 | 0,9 | 1,1 | 1,4 | 2,0 | 2,6 | 2,7 | 2,1 | 1,9 | - |
| 300 | 1,0 | 2,0 | 2,5 | 3,3 | 5,7 | 3,8 | 3,0 | 2,0 | - |
| 200 | 1,0 | 2,2 | 2,9 | 3,5 | 4,0 | 4,5 | 4,5 | 3,0 | 1,7 |

Як відомо, значення швидкості вітру визначається градієнтом геопотенціалу: чим більше градієнт геопотенціалу, тим більше швидкість вітру, чим швидше він змінюється, тим швидше змінюється і швидкість вітру. Отже, особливо значне зростання швидкості вітру з висотою спостерігається безпосередньо над віссю струменя. Середній вертикальний градієнт швидкості в цьому шарі становить 8,8 м/с на 1 км, в той час як середній вертикальний градієнт швидкості в струмені в цілому становить 2,2 м/с на 1 км. Вертикальна потужність СТ знаходиться в прямій залежності від швидкості. Так, наприклад, над ЄТС середня вертикальна потужність струменевої течії при швидкості від 100 до 150 км/год дорівнює 4,7 км, а при швидкості більше 150 км/год – 6,7 км.

Струменеві течії з порівняно невеликою швидкістю локалізуються поблизу тропопаузи. На циклонічній периферії швидкість вітру з висотою змінюється швидше, ніж на антициклонічній. Горизонтальні градієнти швидкості вітру на циклонічній периферії також більше, ніж на антициклонічній. Для Західної Європи середній градієнт на антициклонічній периферії становить 0,87 від циклонічної, а для Східної Європи – 0,77.

Струменеві течії особливо добре виражені над Тихим океаном, де на північній периферії потужного океанічного субтропічного антициклону швидкість на осі досягає 600 км/год, а зафіксовані вертикальні градієнти швидкості над Японією – 15-20 м/с на 1 км.

Розподіл середніх горизонтальних градієнтів температури в області струминної течії показано в табл. 2.2

Таблиця 2.2 – Середні значення градієнта температури в області СТ
(°С км 100 км)

| Шар | Відстань від осі струминної течії, км | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|--------------------------|------|------|------|
| | Циклонічна периферія | | | | Вісь | Антициклонічна периферія | | | |
| | 800 | 600 | 400 | 200 | | 200 | 400 | 600 | 800 |
| ВТ ₁₀₀₀ ⁵⁰⁰ | - | 0,56 | 0,58 | 0,74 | 1,25 | 0,85 | 0,84 | 0,72 | 0,63 |
| ВТ ₅₀₀ ³⁰⁰ | 0,49 | 0,81 | 0,73 | 0,86 | 1,36 | 0,81 | 0,60 | 0,46 | 0,37 |

Як видно із таблиці, горизонтальні градієнти температури на циклонічній периферії в верхній тропосфері більше, ніж в середній, а на антициклонічній периферії обернене співвідношення. Розподіл горизонтальних градієнтів температури в шарі 300-500 гПа несиметрично відносно осі СТ. На одній і тій же відстані від осі горизонтальні градієнти температури значно більші на циклонічній периферії, ніж на антициклонічній. На рівні 200 гПа (11-12 км) зовсім інша картина. Максимум зміщується тут на антициклонічну периферію СТ. Це пояснюється значним нахилом тропопаузи в області СТ і обігом градієнта температури в стратосфері. В тих випадках, коли ВФЗ пов'язана не з одним, а з двома висотними тропосферними фронтами, в розподілі горизонтальних градієнтів температури спостерігаються вторинні максимуми [6].

Знання характерних особливостей хмарної системи струминної течії необхідно для аналізу знімків видимого та інфрачервоного діапазону з метою виявлення СТ та визначення деяких їх характеристик.

При аналізі доцільно керуватися наступними основними ознаками хмарної системи тропосферної струминної течії:

- основна хмарна система СТ має вигляд великого масиву довжиною 500-3000 км, інколи розпадаючого на декілька паралельних хмарних смуг з загальною шириною до 400 км і більше;

- ліва (по відношенню до напрямку переносу) межа хмарної системи СТ різко окреслений. Вздовж нього часто проходить тонка темна смуга шириною 10-30 км, що представляє собою тінь хмарності струминної течії на розташованих нижче хмарах;

- текстура хмар, особливо поблизу лівої межі хмарної системи струминної течії, суттєво відрізняється своєю волокнистістю від зернистої текстури хмарного поля, розташованого лівіше, де купчасті хмари групуються в чарунки;

- яскравість хмарної системи струминної течії більше, чим яскравість оточуючих її хмарних полів. Особливо добре виражений цей контраст на ІФ-знімках;

- інколи відмічаються мезомасштабні хмарні смуги, розміщені перпендикулярно чи під кутом, який мало відрізняється від прямого, до загального напрямку основної хмарного масиву СТ;

- наявність тісного зв'язку хмарності струминних течій з хмарними системами фронтів і циклонів.

По характерним ознакам, вказаним вище, виявляється близько половини всіх СТ. У всіх інших випадках в області струминних течій хмарність або відсутня зовсім, або не має характерного вигляду [4].

3. ПОВТОРЮВАНІСТЬ РІЗНИХ НАПРЯМКІВ ВІТРУ ПО СТ. ПОЛТАВА З 2015 ПО 2019 РР.

3.1 Аналіз повторюваності різних напрямків вітру в тепле та холодне півріччя на ст. Полтава з 2015 по 2019 рр.

В якості вихідних використовувалися щоденники погоди по ст.Полтава та штормові оповіщення за п'ять років та аеросиноптичний матеріал АРМСин.

На першому етапі роботи були відібрані за всі строки напрямки вітру з 2015 по 2019 рр. та побудовані відповідні рози вітрів, наведені нижче (рис.3.1-3.2).

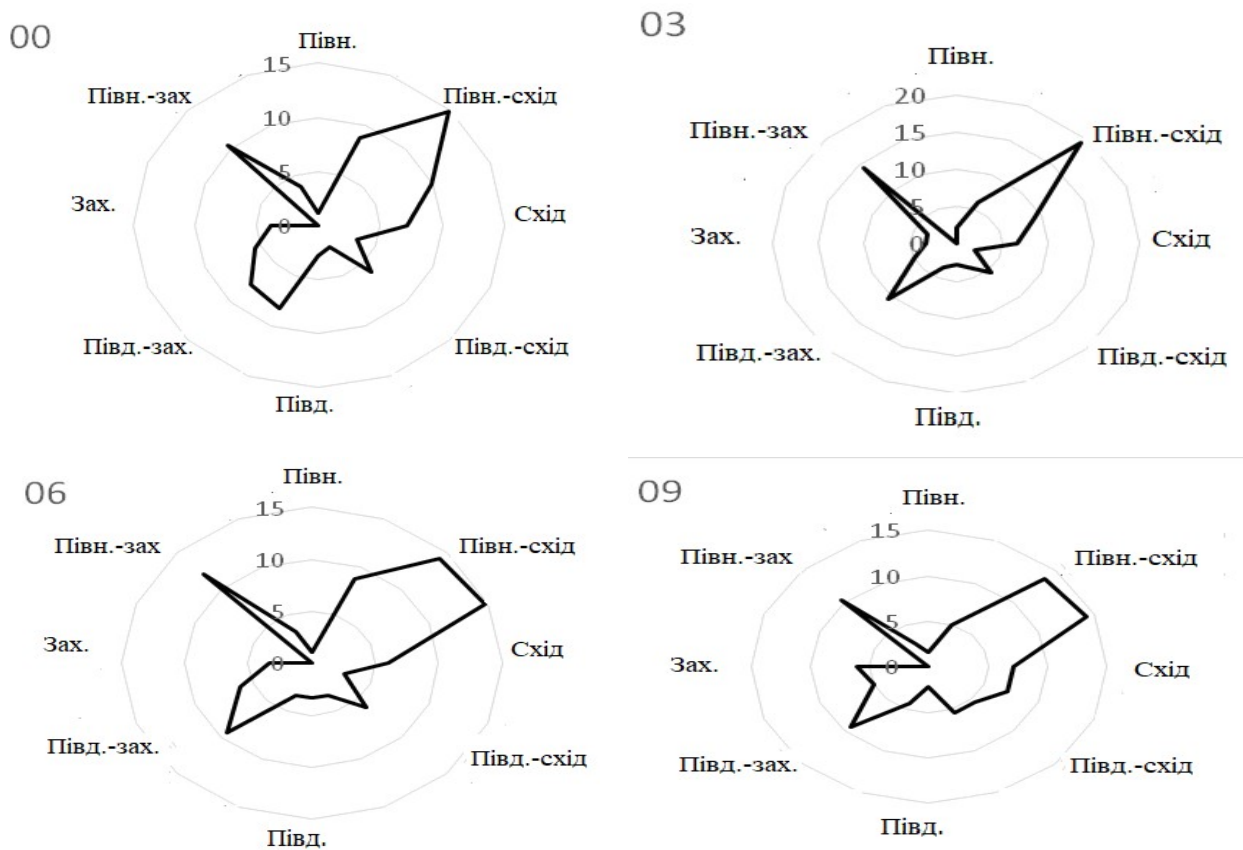


Рис.3.1 – Рози вітру по ст. Полтава за холодний період з 2015 – 2019 рр.
00...09 СГЧ

Як можна побачити, за всі строки спостереження в холодний період, найбільшу повторюваність мають три основних напрямки: північно-східний, північно-західний та південно західний.

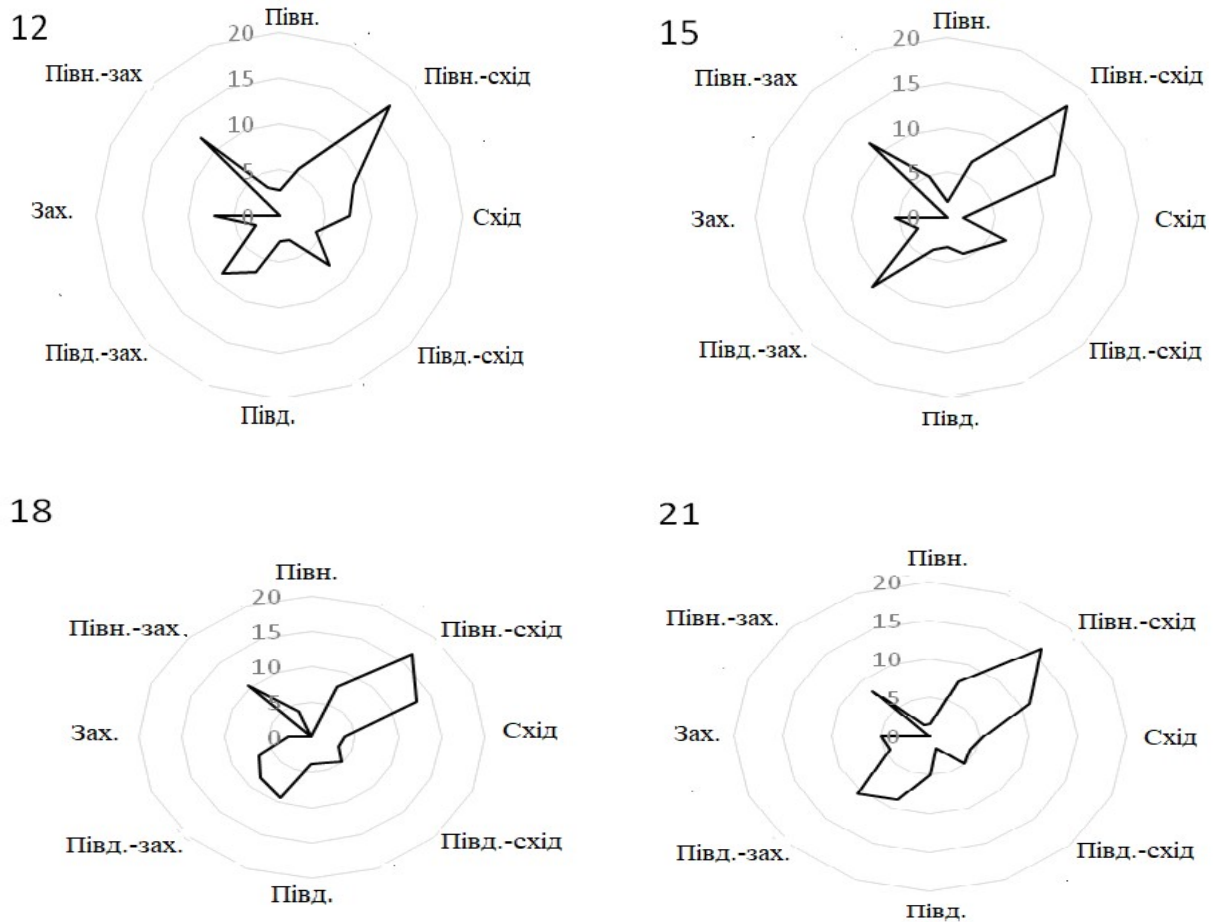
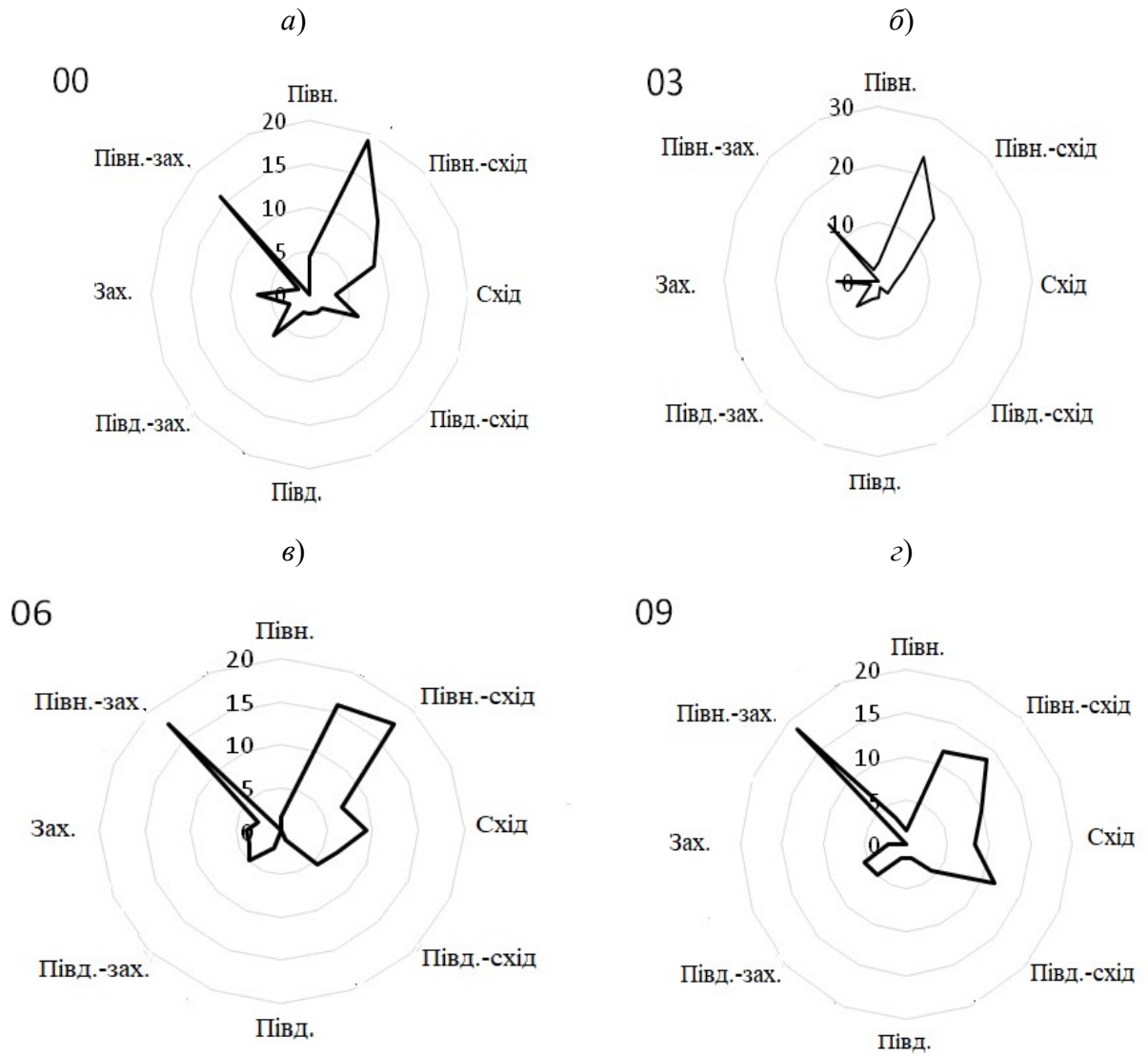


Рис.3.2 – Рози вітру по ст. Полтава за холодний період з 2015 – 2019 рр.
12...21 СГЧ

При цьому можна відмітити, якщо в нічні години переважним є напрямок північно-східний, то зранку ще відмічається схід-північний схід. З 12 год напрямок знов переважає північно-східний. Аналогічний добовий хід відмічається і з південним напрямком. З 3 до 15 год переважним є південно-

західний напрямок, з 18 до 00 додається ще південно-південно-західний. Але суттєвих змін в загальний розподіл напрямків це не вносить.

Деякі відмінності можна побачити за тепле півріччя (рис.3.3).



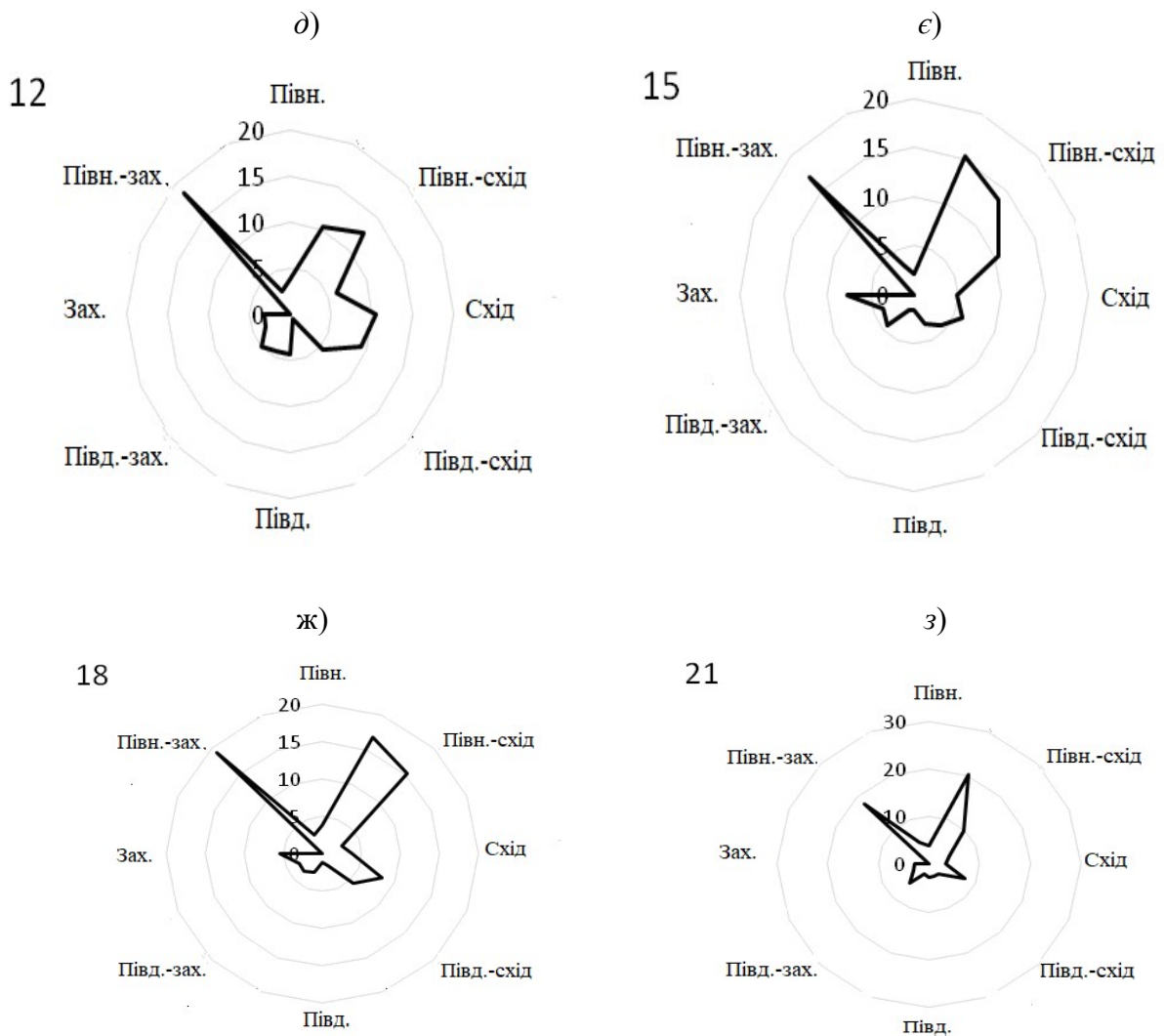


Рис.3.3 – Рози вітру по ст. Полтава за теплий період з 2015 – 2019 рр.
00...21 СГЧ

Якщо з 21 години до 3 год переважним є північ-північ-схід, то далі додається ще північний схід. Також в максимумі повторюваності спостерігається північно-західний напрямок по всім строкам спостереження.

Безвітряна погода (штиль) в тепле та холодне півріччя спостерігається не так часто (рис.3.4). Але в холодне півріччя їх відмічається дещо менше ніж в тепле. Максимальна повторюваність в холодне півріччя відмічається в нічні години (з 21 год до 00 год.). Мінімум – денні години. Загальна повторюваність штилів в холодне півріччя – 16%.

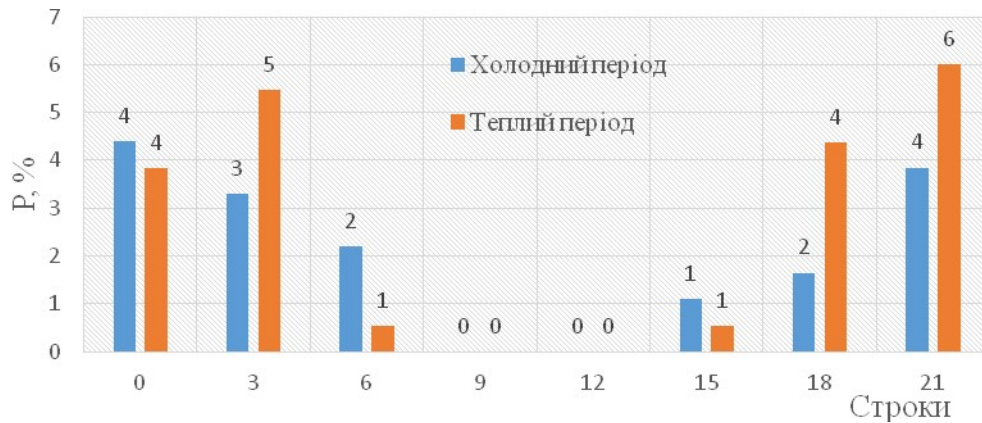


Рис.3.4 – Гістограма повторюваності (%) безвітряної погоди (штиль) в тепле та холодне півріччя на ст. Полтава.

Для теплого півріччя максимум повторюваності безвітряної погоди відмічається з 18 до 21 год., та окремий максимум відмічається ще в год. Мінімальна повторюваність, як і в холодне півріччя, відмічається в денні години. Загальна повторюваність штилів в тепле півріччя складає 21%.

3.2 Аналіз повторюваності штормових вітрів по ст. Полтава за 2015 – 2019 рр.

Для аналізу використовувалися дані теплого періоду (квітень – вересень) за 2015...2019 рр. В результаті обробки штормових оповіщень за вказаний період виявили число випадків зі штормовими вітрами та шквалам (рис.3.5).

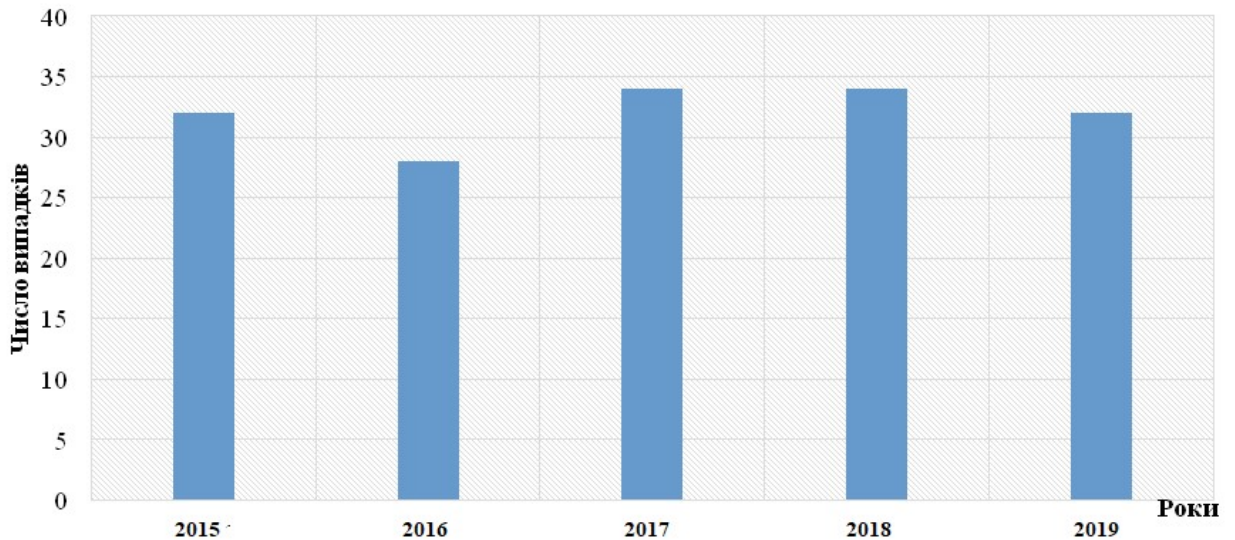
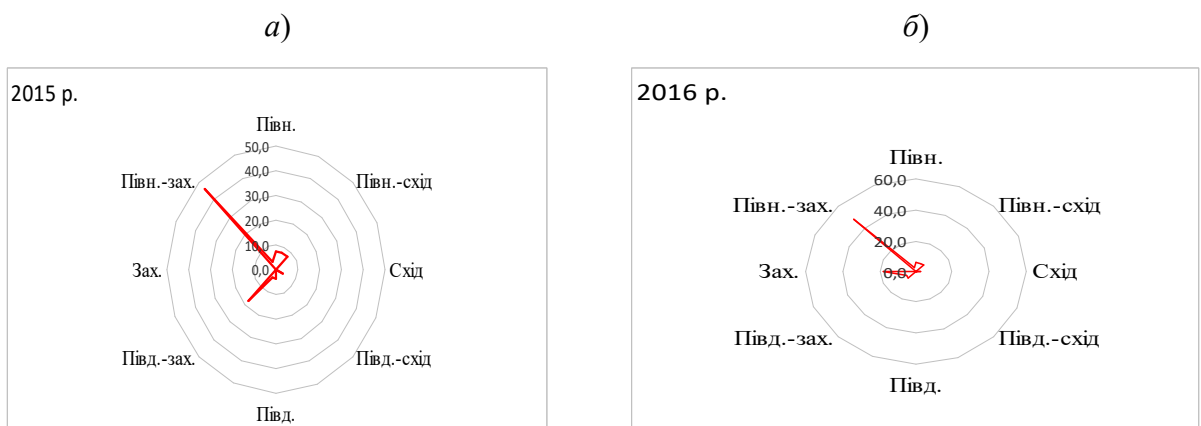


Рис.3.5 – Гістограма числа випадків штормових вітрів по ст. Полтава за 2015... 2019 рр.

Із рисунку бачимо, що загальна повторюваність випадків з сильним вітром приблизно однакова (28-34 випадки). За наведеною гістограмою важко виявити тренд змін, можливо, при збільшенні кількості років, це буде можливим виявити.

Кількість шквалів за обраний період незначна – всього 3 випадки, що відмічалися у 2016 та 2018 році.

Аналіз переважних напрямків (рис.3.6) при яких спостерігалися штормові вітри показав, що переважним напрямком був північно-західний.



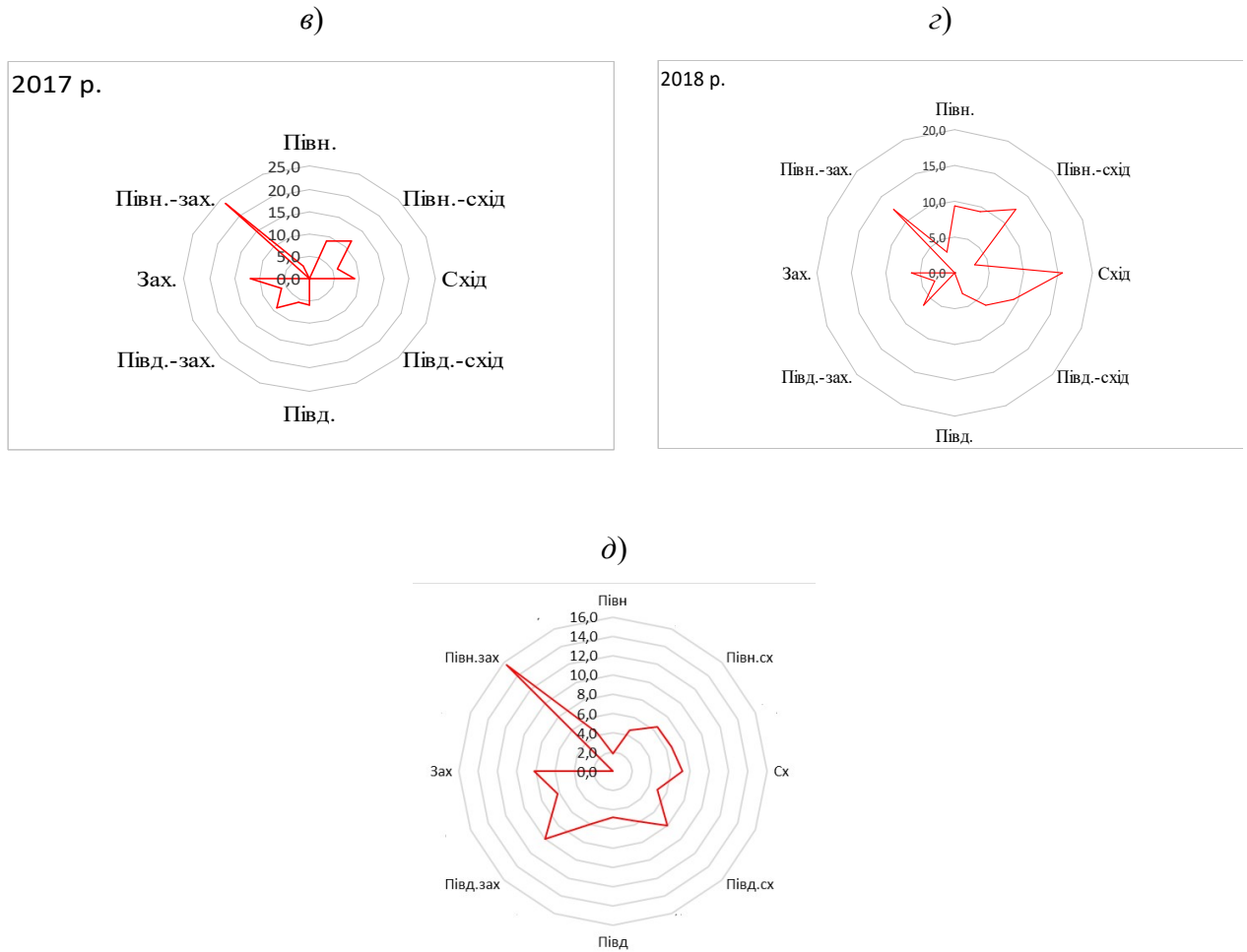


Рис. 3.6 – Рози повторюваності напрямків вітру при штормових вітрах за 2015...2019 рр.

Лише в 2018 році в розподілі напрямків вітру при яких відмічалися штормові швидкості є відмінності від попередніх років. Як бачимо із рис.3.6, приблизно однакові повторюваність в 2018 році мають північно-західні, північно-північно-східні, північно-хідні та східні напрямки.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУМИННИХ ТЕЧІЙ НАД ЦЕНТРАЛЬНОЮ УКРАЇНОЮ ЗА 2015-2019 РОКИ

4.1 Кліматологія струминних течій (СТ) над територією України

В якості вихідних, використовувалися данні радіозондування атмосфери в нічні години за 2015...2019 роки по наступним станціям України: Київ, Шепетівка, Харків, Одеса, Львів, Чернівці.

На першому етапі роботи, нами було визначено повторюваність СТ над територією України за 2015...2019 роки, проаналізовано висоти та швидкості вітру на осі СТ.

Аналіз повторюваності струминних течій над територією України за весь період (5 років), показав, що найчастіше СТ відмічаються в холодне півріччя (рис.4.1).

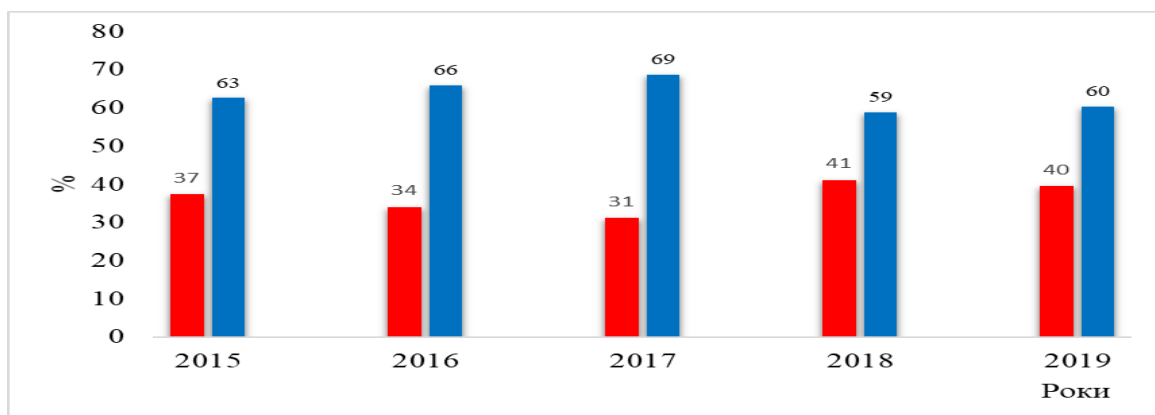
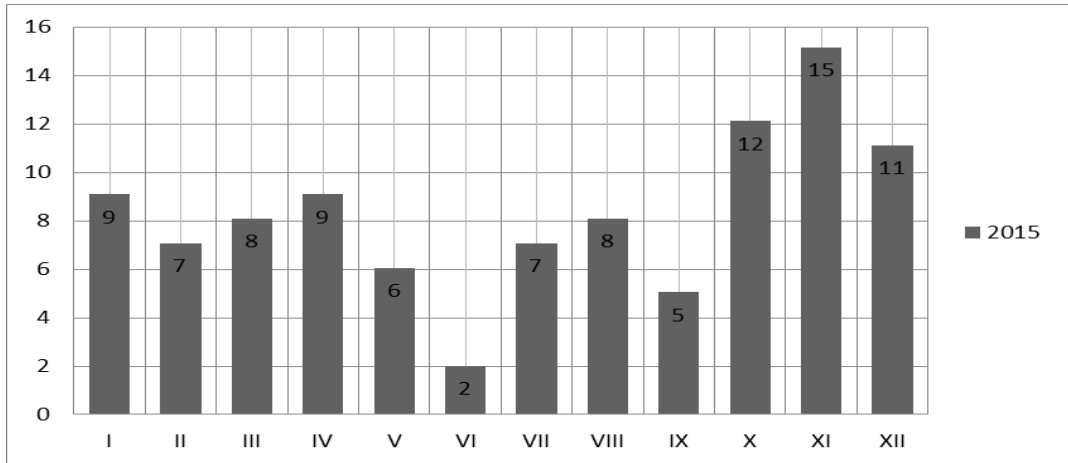


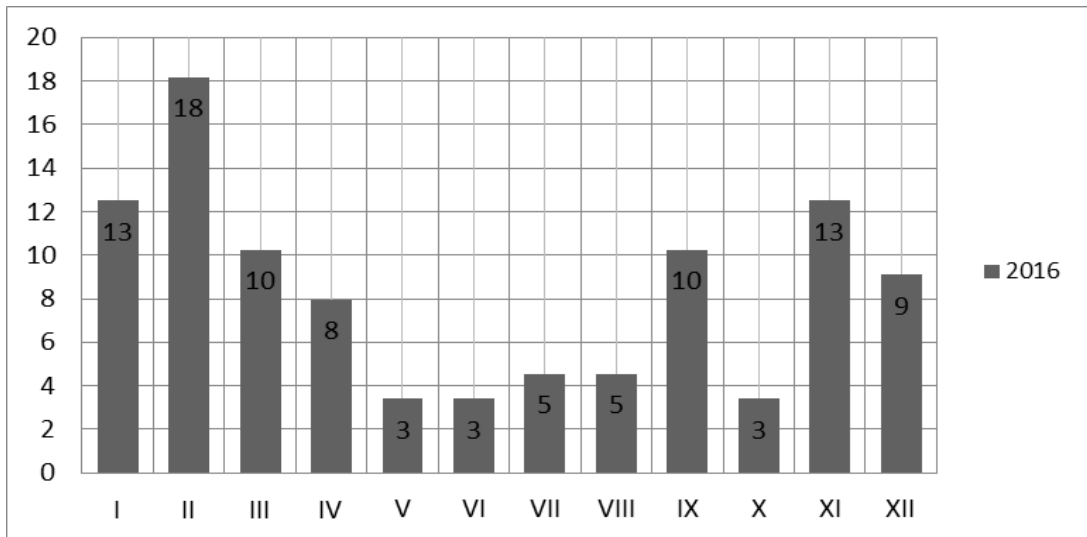
Рис.4.1 –Повторюваність СТ по сезонам за 2015...2019 рр.

Якщо розглядати окремо по місяцям періодів, то максимум повторюваності в січні, грудні та жовтні – 16% (рис.4.2), мінімум – в тепле, з деяким окремим максимумом у липні (10%).

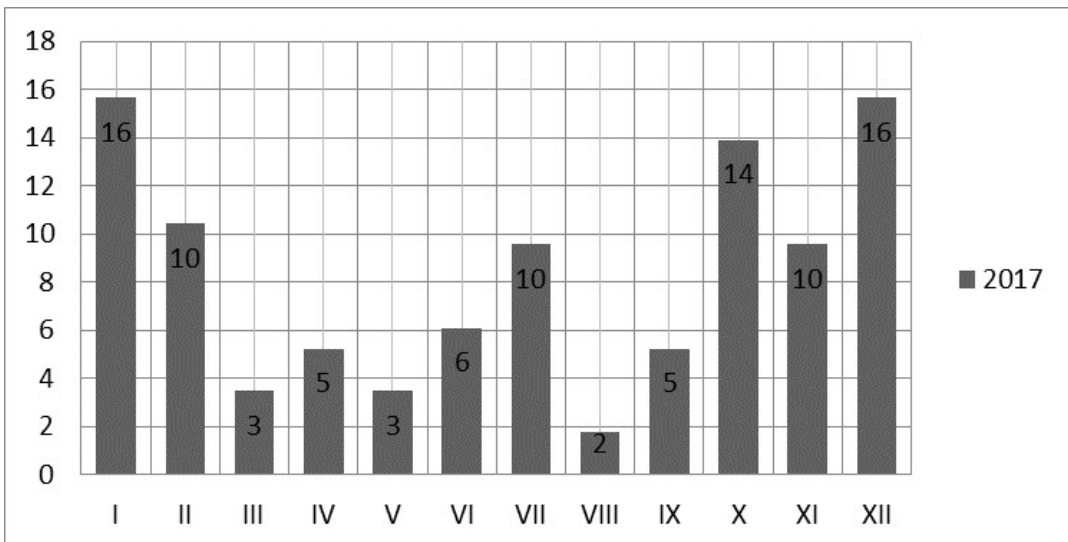
a)



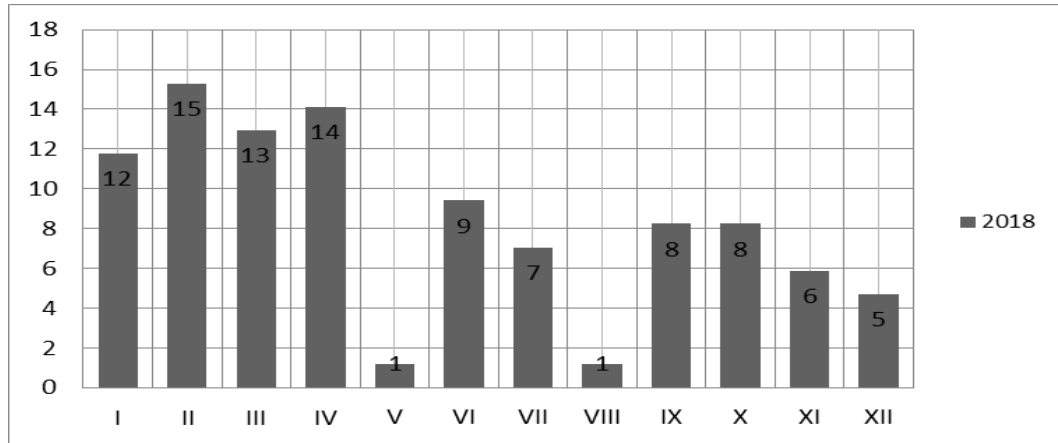
b)



c)



з)



д)

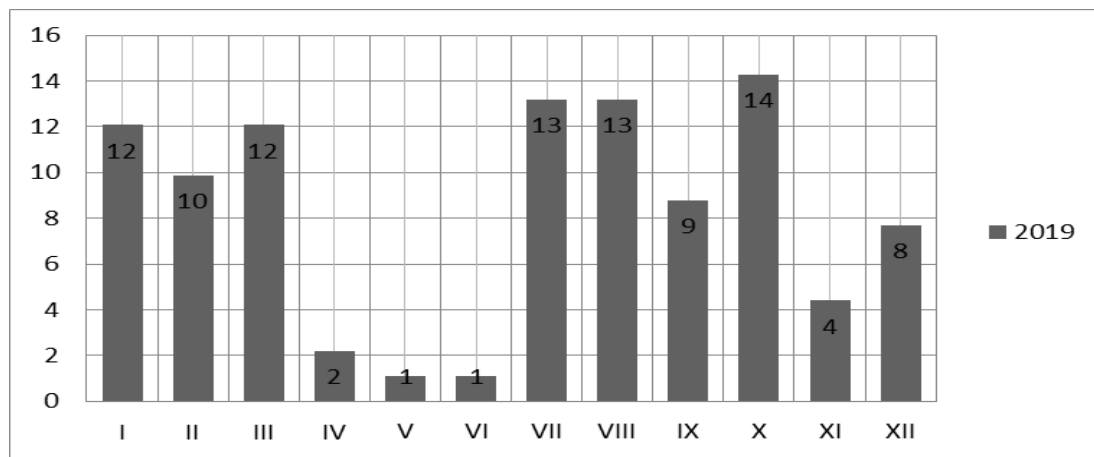


Рис.4.2 – Повторюваність (%) СТ над територією України за 2015...2019 р.р.

Як відомо, аналіз потужності струминної течії в заданому пункті або над деякою територією оцінюється значенням швидкості вітру на її осі. З цією метою, нами була складена таблиця 4.1, за результатами якої побудовано гістограму середніх швидкостей на осях СТ за тепле та холодне півріччя (рис.4.3). Із таблиці можна побачити, що 2015 – 2016 роки відмічалися з більшими швидкостями вітру на осі СТ, далі максимуми зменшувалися і в 2019 році максимальне значення швидкості на осі СТ не перевищувало 58 м/с.

Таблиця 4.1 – Середні та максимальні значення швидкості на осі СТ за 2015...2019 роки по території України

| 2015 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|---------|----|----|-----|----|----|----|-----|------|----|----|----|-----|
| Ср.шв. | 31 | 37 | 40 | 40 | 42 | 33 | 28 | 34 | 42 | 35 | 38 | 37 |
| max.шв. | 73 | 60 | 54 | 54 | 61 | 34 | 45 | 46 | 49 | 48 | 71 | 55 |
| 2016 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Ср | 39 | 40 | 40 | 40 | 32 | 16 | 40 | 29 | 26 | 39 | 43 | 40 |
| max | 60 | 79 | 62 | 56 | 32 | 33 | 49 | 45 | 49 | 53 | 67 | 69 |
| 2017 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Ср | 38 | 49 | 35 | 36 | 35 | 37 | 38 | 32 | 36 | 40 | 39 | 40 |
| max | 54 | 69 | 44 | 56 | 45 | 59 | 56 | 32 | 49 | 63 | 55 | 53 |
| 2018 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Ср | 37 | 36 | 37 | 45 | 34 | 16 | 34 | 31 | 37 | 39 | 39 | 37 |
| max | 53 | 54 | 47 | 49 | 34 | 44 | 41 | 31 | 54 | 62 | 50 | 43 |
| 2019 | I | II | III | IV | V | VI | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
| Ср | 34 | 37 | 41 | 16 | 34 | 34 | 38 | 37 | 42 | 41 | 39 | 38 |
| max | 53 | 53 | 56 | 32 | 34 | 34 | 50 | 53 | 58 | 54 | 56 | 46 |

Із гістограми 4.3 видно, що в холодне півріччя швидкості вітру, в середньому, дещо вищі ніж в тепле, але не на багато. Окремі максимуми виділяються і в тепле півріччя, тому загальний хід, в цілому, не уже відрізняється. При цьому, як бачимо із таблиці 4.1, максимальні значення швидкості найчастіше відмічаються саме в холодне півріччя.

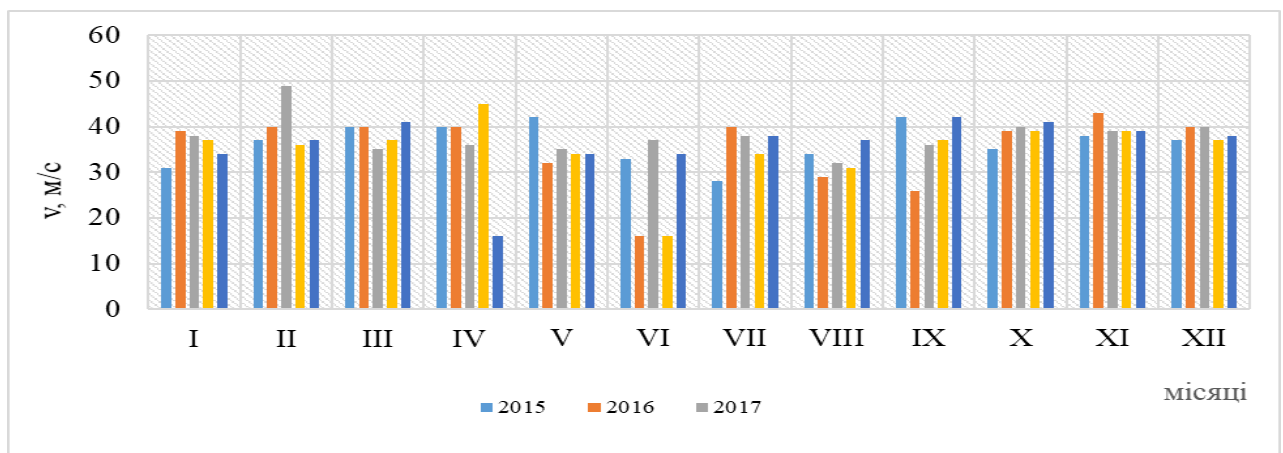


Рис.4.3 – Середні швидкості вітру (м/с) на осі СТ за 2015...2019 рік за тепле і холодне півріччя над територією України

Для аналізу повторюваності різних градацій швидкостей вітру на осі струминної течії, побудована відповідна гістограма (рис.4.4), з якої видно, що найбільшу повторюваність в холодний період мають швидкості в межах від 30 до 45 м/с, в тепле від 30...45 м/с. Швидкості, які перевищували 50 м/с були скоріше як окремі випадки.

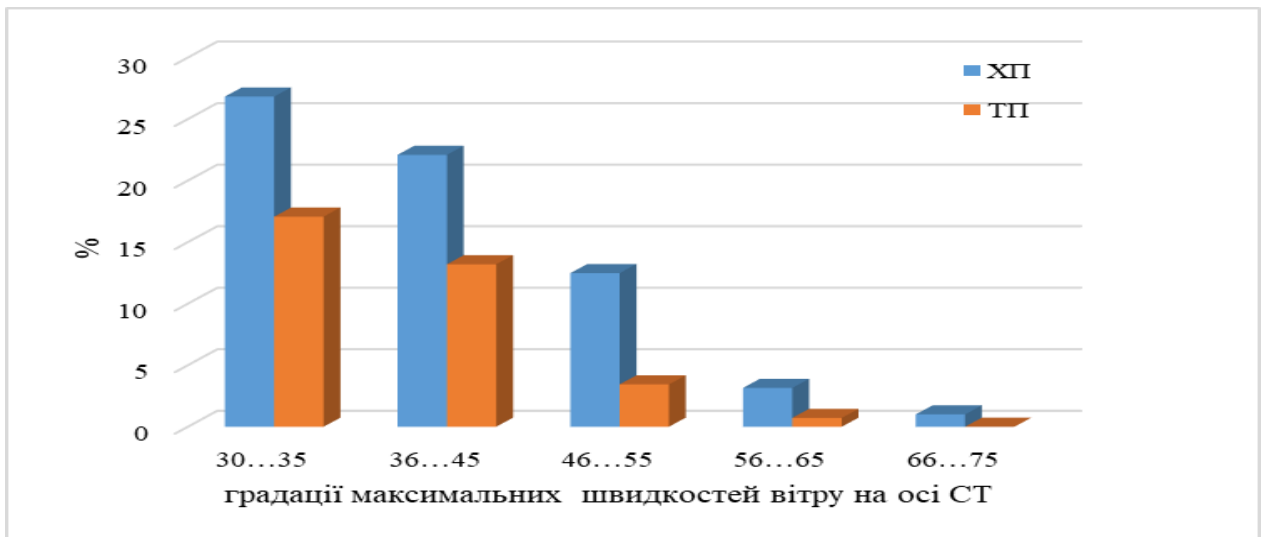


Рис. 4.4 – Кількість випадків для різних градацій швидкості вітру на осі струминної течії по території України за тепле та холодне півріччя

В тепле півріччя такі швидкості були досить рідким явищем, в деякі роки не відмічалися зовсім, на відміну від холодного, де такі швидкості хоч раз на рік але відмічалися стабільно. Слід зазначити, що швидкість 75 м/с не є максимально можливою. При аналізі карт АТ-300 та карт максимального вітру були відмічені швидкості понад 80 м/с, але за даними радіозондування шари з такими швидкостями не захоплені.

4.2 Дослідження висот розповсюдження струминних течій та швидкостей вітру на осі

З метою визначення рівнів, на яких найчастіше розташовуються СТ над територією України, були визначені середні значення висот за всі дні існування СТ над територією України по кожному місяцю (додаток Б) та отримані результати узагальнені в (рис.4.5) для теплого та холодного півріччя.

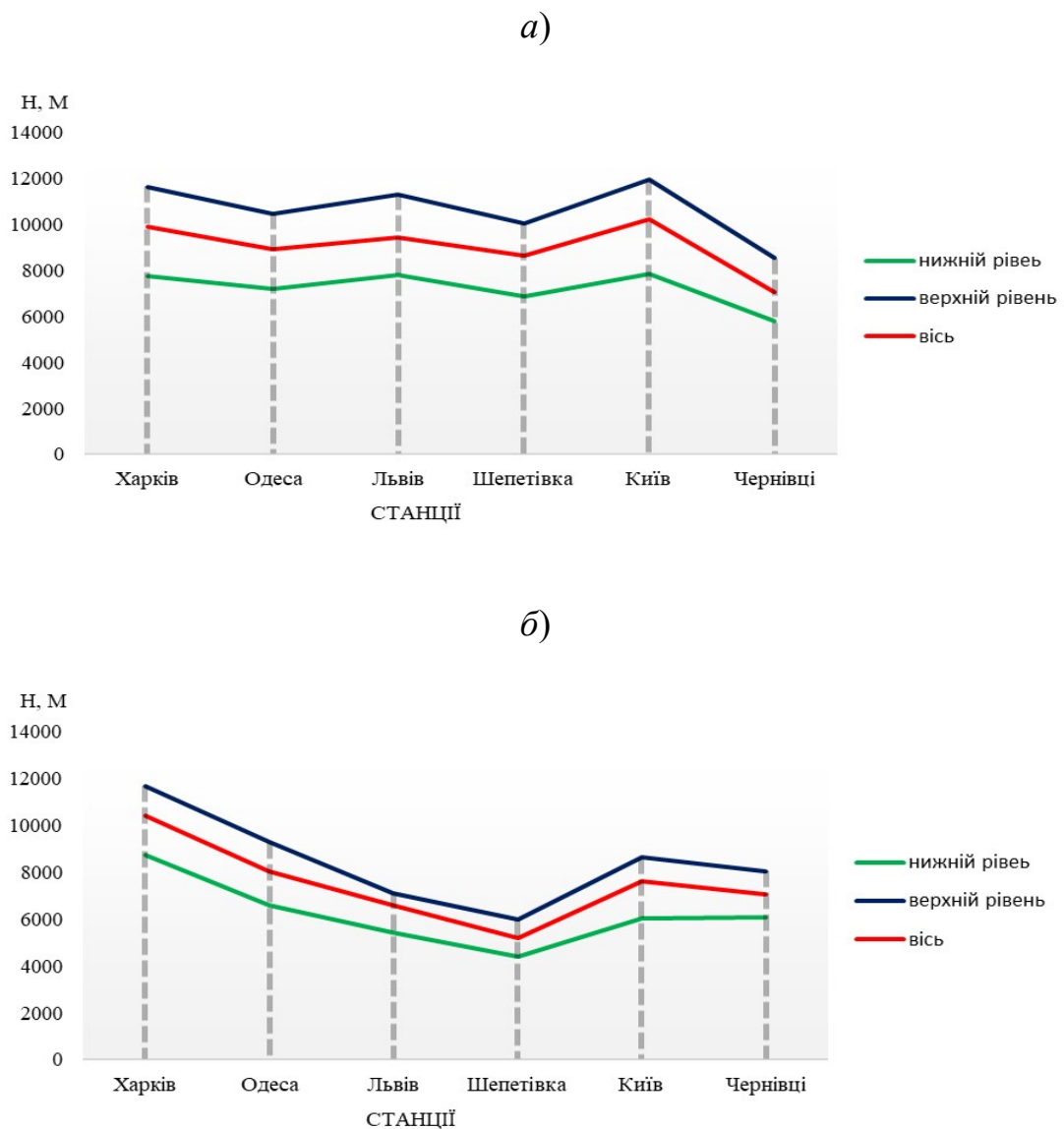


Рис.4.5 – Середні висоти розповсюдження нижньої та верхньої межі СТ та її осі за холодне а) та тепле б) півріччя 2015...2019 рр.

Якщо коротко охарактеризувати наведені графіки по місяцям, то все ж таки буде більш наглядно розглянути всі місяці теплого півріччя та окремо холодного. Як можна побачити, за холодне півріччя відстань між верхньою та нижньої висот струминної течії відносно осі СТ складає приблизно 1,5...2,0 км. Вибивається тільки березень, де ось СТ практично співпадає з верхньою межею СТ. В той же час, в тепле півріччя відстань верхньої та нижньої меж від осі СТ значно менша. В деякі місяці (травень та липень) практично співпадають. Таким чином, потужність і самої СТ в теплі місяці значно менша ніж в холодні.

Побудова графіків середніх висот розповсюдження верхньої та нижньої меж СТ для холодного та теплого півріччя дозволило узагальнити попередні висновки (рис.4.5).

Із рисунка видно, що в холодне півріччя верхня межа струминної течії розташовується в верхній тропосфері та значно вище ніж в тепле по всім наведеним станціям України, окрім Харкова, де середня висота верхньої межі практично співпадають. Хоча, якщо розглядати кожен місяць холодного періоду окремо, то будуть спостерігатися окремі випадки, коли в холодне півріччя висоти вище ніж в тепле. Нижня же має більш рівний хід в Харкові, на інших станціях також чітко виражене зниження висоти в тепле півріччя.

В тепле півріччя, як було зазначено вище, СТ має меншу вертикальну потужність, а нижня її межа іноді розташовується навіть в нижній тропосфері.

Різко вибивається із загальної картини тільки Шепетівка, де верхня та нижня межі і вісь струминної течії в тепле півріччя занадто різко знижуються. Пояснити це можна невеликою кількістю даних по станції.

4.3 Кліматологія струминних течій нижнього рівня (СТНУ) по станціям України за 2015– 2019 рр. та висоти їх розповсюдження

На першому етапі роботи, були відібрані випадки з наявними струминними течіями нижнього рівня (СТНР) за даними радіозондування по вказаним станціям України.

За струминну течію нижнього рівня приймався випадок, коли в межах 2 км шару від поверхні землі, на деякій висоті відмічалися різкі посилення швидкості вітру (від 10 м/с і більше на осі) на 1 м/с на кожні 100 метрів на нижній межі та різке зниження її, також, на 1 м/с на кожні 100 метрів висоти над віссю.

За максимальну швидкість на осі в різних наукових роботах відмічаються різні значення швидкості. Здебільшого від 15 м/с, але в деяких роботах швидкості вітру на осі коливалися в межах 10 – 12 м/с.

В представленій роботі, за основу обрана швидкість від 10 м/с.

В результаті отримали таблицю 4.2

Таблиця 4.2 – Повторюваність випадків СТНР над територією України за 2015 – 2019 рр.

| Одеса | Київ | Харків | Чернівці | Шепетівка | Σ |
|------------|------------|------------|-----------|-----------|------------|
| 10 | 5 | 17 | 2 | 2 | 36 |
| 28% | 14% | 47% | 6% | 6% | 100 |

Як можна побачити із таблиці 3.1, максимум випадків відмічалось в Харкові (50%), мінімум – Київ та Шепетівка (по 4,5%). В Одесі зафіксовано всього 32 % випадків. Слід зазначити, що знайдені випадки не відображають повністю реальну картину повторюваностей СТНР в силу того, що по-перше,

радіозондування бралися лише за 00 СГЧ, по-друге, в процесі проведення радіозондування є висока імовірність пропуску шару з СТНР. Але, не дивлячись на це, деякі закономірності в розподілу шарів СТНР, максимальних швидкостей на їх осях та переважного напрямку вітру в них, вдалося виявити.

Якщо розглянути повторюваність СТНР за сезонами року, то, згідно рис. 4.6 видно, що максимум припадає на холодний період року по всім станціям, що розглядалися крім Одеси, де в тепле півріччя відмічається максимум повторюваності СТНР (80%).

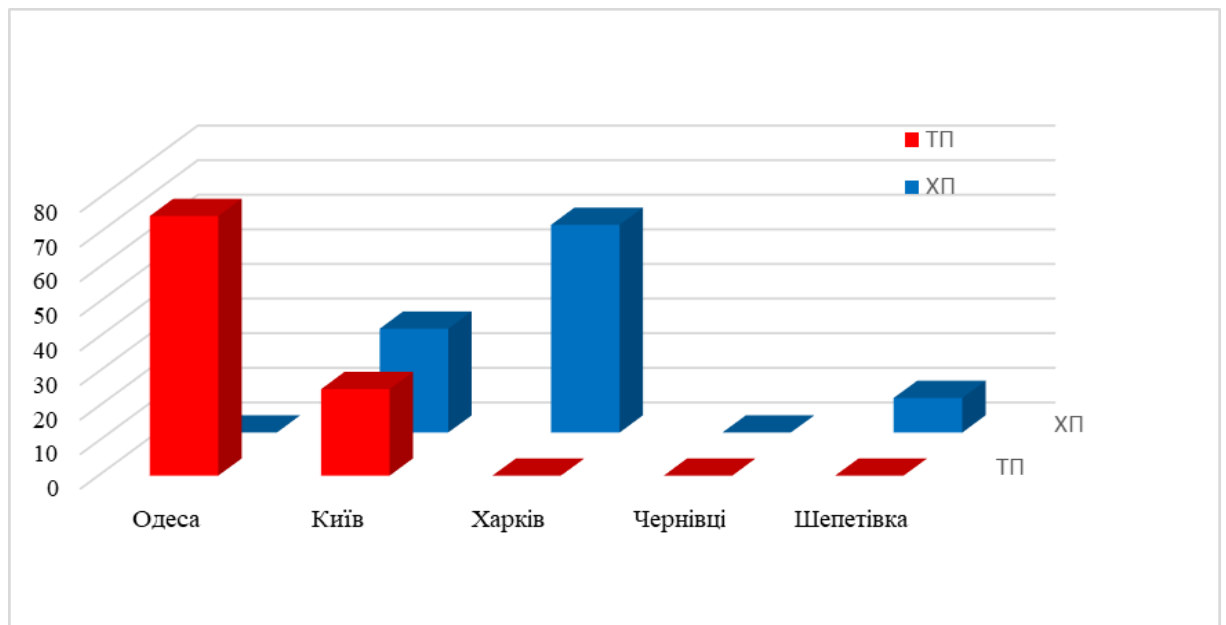


Рис.4.6 – Повторюваність (%) СТНР на станціях України за 2015-2019 рр. по сезонам року.

В тепле півріччя на деяких станціях СТНР за даними радіозондування взагалі не вдалося виявити.

Середня висота осі струминної течії нижнього рівня по всім станціям, за якими проводилось дослідження не опускалася нижче 600 м.

Таблиця 3.2 – Середній рівень осі СТНР за тепле та холодне півріччя за 2015 – 2019 рр. по станціях України

| | Одеса | Харків | Чернівці | Київ | Шепетівка |
|----------------------|--------------|---------------|-----------------|-------------|------------------|
| Серед.рів. ТП | 495 | 772 | - | 1100 | - |
| Серед.рів. ХП | 723 | 830 | 1414 | 1387 | 1373 |

Найнижчий рівень відмічався в Одесі та в Харкові – в тепле, найвищий – Чернівці та Київ – в холодне.

Аналіз переважних напрямків вітру на осі СТНР по станціям України показав, що в Одесі, найчастіше струминна течія нижнього рівня відмічалася в холодне півріччя при північно-східних напрямках вітру, а в тепле – східному. В Харкові, для теплого та холодного періодів переважний напрямок вітру, коли відмічалися СТНР – схід та південний схід. Для інших станцій, в силу невеликої кількості випадків досить важко виділити закономірність.

4.4 Циркуляційні умови формування СТНР над територією України за 2015 – 2019 рр.

Як правило, струминні течії нижніх рівнів над територією України формуються при циклонічній формі циркуляції. Аналіз обраних випадків за 2015 – 2019 рр показав, що найчастіше так воно і є, але слід уточнити, що найчастіше СТНР відмічалися при виході південного циклону (наприклад як на рис. 4.7) та досить потужного антициклону на північному сході при цьому, який блокував подальше переміщення циклону на північний схід.

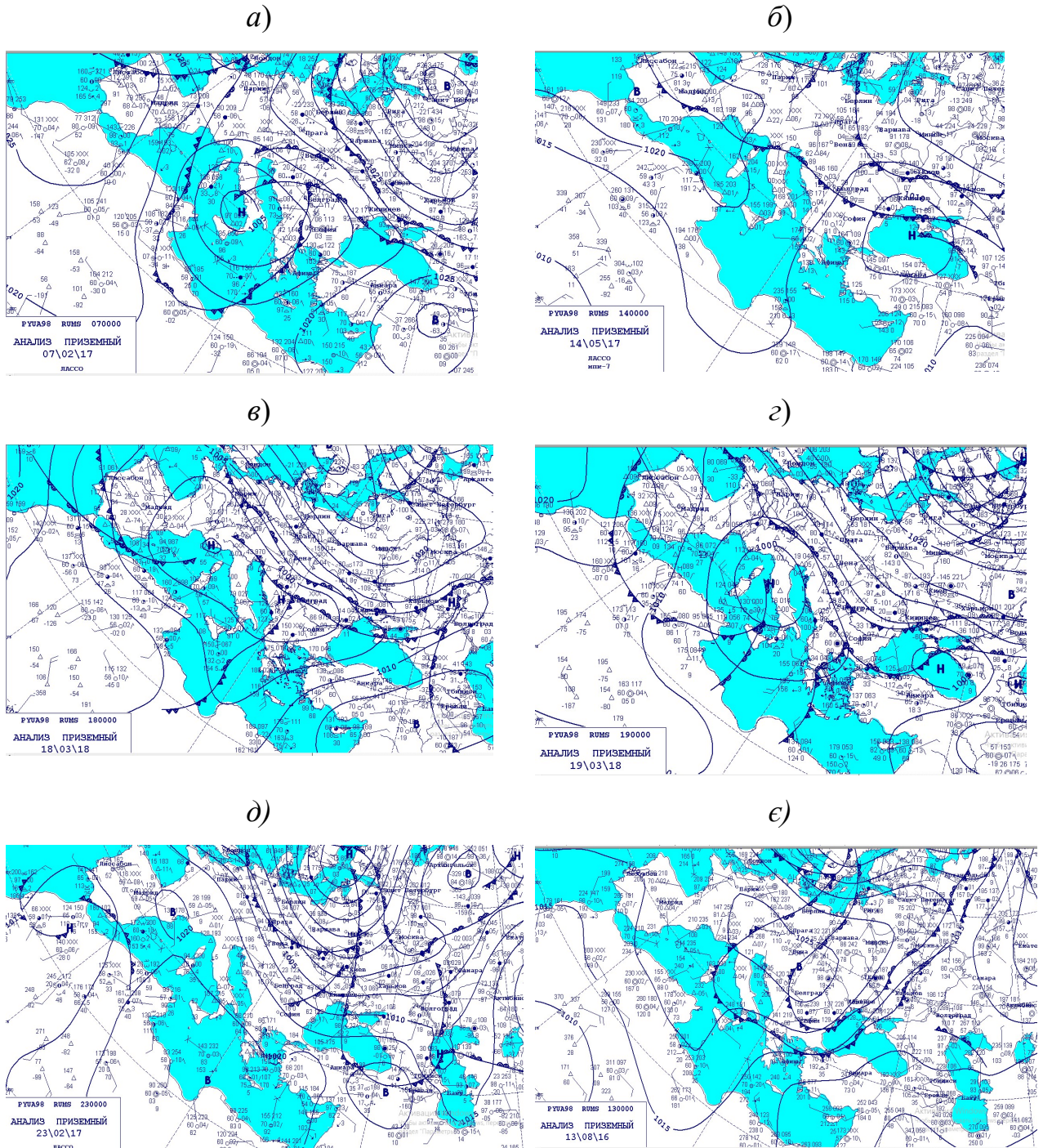


Рис. 4.7 – Карти приземного аналізу

В результаті зіткнення двох баричних утворень, між ними утворилася «штормова» зона. В таких випадках досить часто в приземному шарі формується шар припіднятої інверсії, під якою і виникає СТНУ, яке може супроводжуватися подальшим розвитком конвекції (зливові опади, грози). Розглянемо більш детально ще одну циркуляційну умову формування СТНР

– глибока улоговина з північного заходу. Струмені нижнього рівня при цьому формувалися в її передній частині.

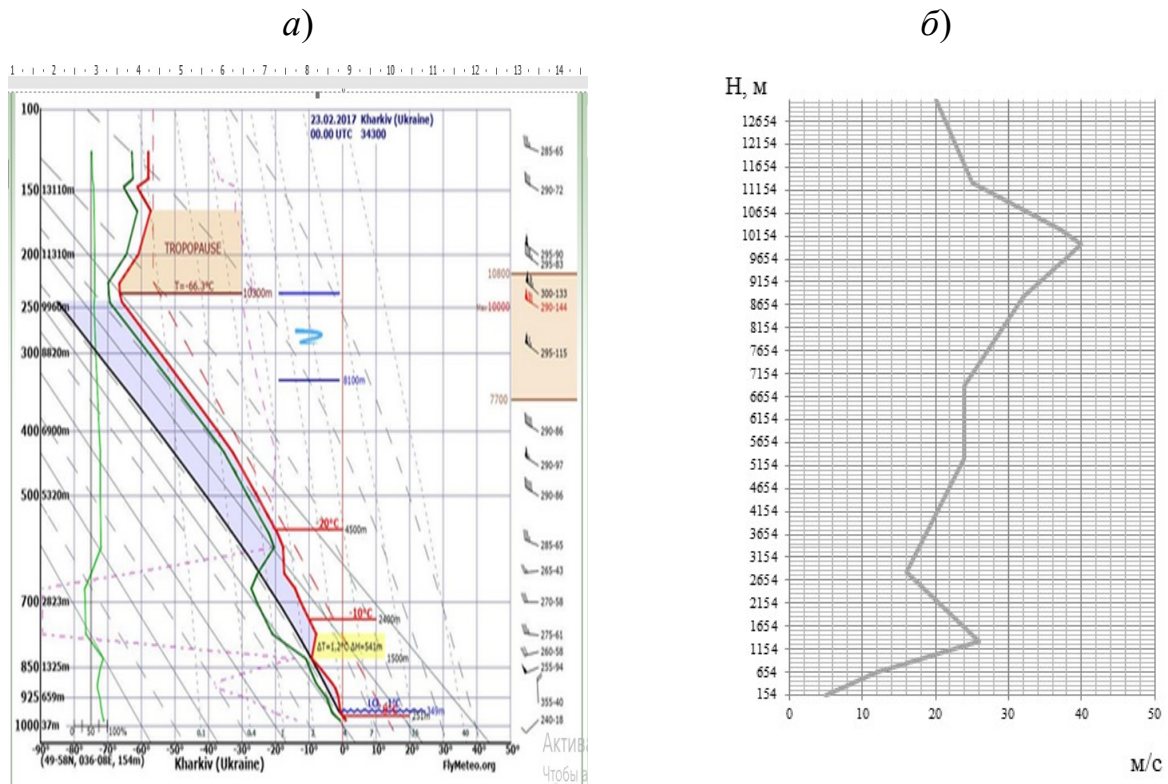


Рис. 4.8 – Аерологічна діаграма *а)* та профіль швидкості віру на ст. Харків *б)* за 23.02.2017 р. 00 СГЧ.

Ось струминної течії, як видно із рис. 4.8 *б)*, сформувалася на висоті 1325 м, зі швидкістю 26 м/с.

Аналіз аерологічної діаграми (рис.4.8) показав, що над струминною течією нижнього рівня також відмічається шар інверсії, який дає можливість СТНР проіснувати деякий час. Слід також відмітити наявність ще одного струменя на висоті приблизно 7700 м зі швидкостями вітру на осі 35 м/с. Стратифікована атмосфера в 00 СГЧ стійко наведені на рис.3.4 не спрогнозували можливість конвекції. Проте, в цей день в Харкові з 3 год. ранку відмічалися зливові опади з грозами.

Пояснити це можна тим, що індекси розраховувалися за даними радіозондування в момент часу, коли процеси конвекції ще не почали достатньо активно розвиватися. При цьому, як відомо, СТНР є однією з ознак можливості розвитку конвективної хмарності, особливо, якщо паралельно над нею присутній шар інверсії, що забезпечує більш тривале існування СТНР та накопичення енергії.

Ще один випадок СТНР відмічався на південно-східній периферії антициклону (рис. 4.7 *є*) на станції Одеса. За результатами радіозондування, на рівні 998 гПа (200 м) спостерігався струмінь зі швидкістю вітру 31 м/с (рис.4.9 *а*). Нижче та вище цього струменя швидкості вітру були 4 м/с та 16 м/с відповідно.

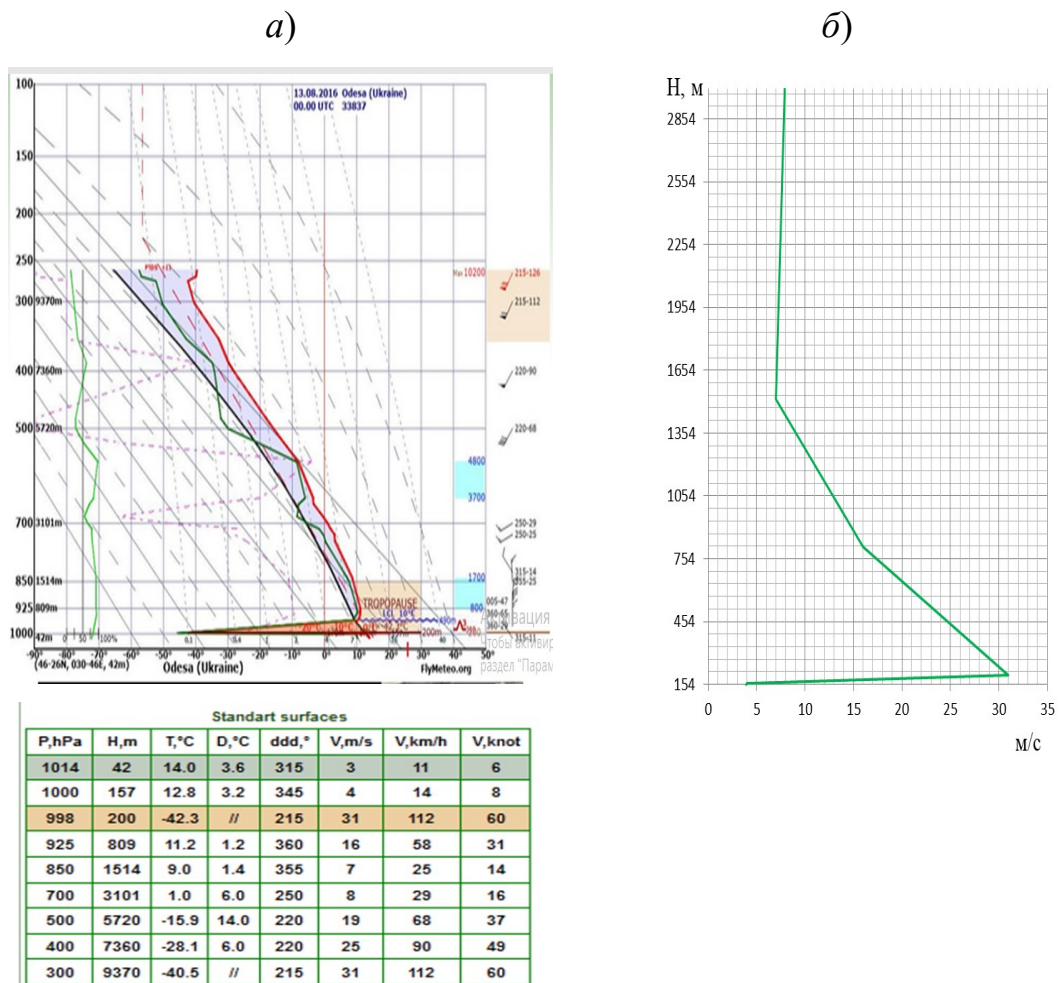


Рис. 4.9 – Аерологічна діаграма *а)* та профіль швидкості віру *б)* на ст. Одеса за 13.08.2016 р. 00 СГЧ.

Як і в інших випадках, над СТР відмічається затримуючий шар (інверсія). Меридіонально, через станцію Одеса та інші центральні території України проходить дві гілки атмосферних фронтів з якими пов'язані зливові опади та грози. На рис. 4.9 б, чітко простежується досить виражений ніс СТНУ зі швидкістю на осі 31 м/с. Також на висоті понад 10 км відмічається СТ, яка сформована саме циркуляційними умовами описаними вище.

Таким чином, можна зазначити, що більшість випадків утворення СТНУ поєднуються з існуванням інверсійного шару над ними та наявністю висотного струменя (меридіонально розташованого). Розглянуті випадки також зазначалися випадінням зливових опадів та грозами. Таким чином, можливість виявляти СТНУ може значно допомогти синоптику уточнити або навіть скорегувати свій прогноз на день, особливо в тепле півріччя, коли найбільш активна конвекція.

ВИСНОВКИ

- На ст. Полтава, переважним напрямком вітру є північно-західний та північно-східний. Шквальні вітри спостерігаються рідко (3 випадки за п'ять років), штормові вітри – 28 – 30 випадків на рік, переважний напрямок вітру при цьому відмічається північно-західний. Безвітряна погода (штиль) в холодне півріччя відмічається дещо менше ніж в тепле. Максимальна повторюваність в холодне півріччя відмічається в нічні години (з 21 год до 00 год.). Мінімум – денні години. Загальна повторюваність штилів в холодне півріччя – 16%. Для теплого півріччя максимум повторюваності безвітряної погоди відмічається з 18 до 21 год., та окремий максимум відмічається ще в год. Мінімальна повторюваність, як і в холодне півріччя, відмічається в денні години. Загальна повторюваність штилів в тепле півріччя складає 21%.

- Протягом досліджуваного періоду максимальна повторюваність СТ відзначалася в холодне півріччя (69 %), мінімальна – в тепле (31 %);

- зміна циркуляційних умов (глибока улоговина з північного заходу або гребінь з південного заходу) над територією України зумовлює можливість появи окремих максимумів повторності СТ в теплий період року;

- середній максимум інтенсивності СТ в холодне півріччя становить 49 м/с, у тепле півріччя значення цієї характеристики становить 38 м/с;

- абсолютний максимум швидкості вітру на осі СТ у теплу половину року становить 61 м/с, у холодну – 79 м/с;

- середня висота розташування осі СТ складає 9...10 км, нижня межа СТ розташовується на висоті від 6 до 8 км, верхня межа – від 10 до 12 км, тобто вертикальна потужність СТ у середньому становила 2-3 км;

- аналіз повторюваності швидкості вітру на осі СТ засвідчив, що максимум припадає на градацію 30...45 м/с, мінімум – на градацію 55...70 м/с.

- Розвиток конвективних процесів найчастіше спостерігався при меридіональному розташуванні СТ, найчастіше при цьому відмічався північно-західні напрямки вітру.

- СТНР над територією України мають значно меншу повторюваність в порівнянні з тропосферними висотними СТ. Пояснюється це не тільки їх загальною повторюваністю, а й значним пропуском їх при радіозондуванні. Найкращим методом їх виявлення є кулепілотні спостереження.

- Найбільшу повторюваність над територією України мають СТНР в Харкові та в Одесі (47 та 28% відповідно).

- Максимум повторюваності СТНР мають в холодне півріччя, лише в Одесі максимум зафіксовано в тепле.

- Мінімальна висота осі СТНР відмічається в Одесі і складає 495 м в холодне півріччя та 723 м в тепле, в Харкові -772 м -- в тепле.

- Типовою синоптичною ситуацією, при якій найчастіше відмічалися СТНР – вихід південного циклону, та глибока улоговина з північного-заходу. Окремі випадки відмічалися при антициклональному типі циркуляції (південно-східна периферія), але їх повторюваність дещо менша.

- В більшості випадків (приблизно 80%), існування СТНР супроводжується наявністю шару інверсії над нею та в деяких випадках відмічалися конвективні явища погоди.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Баранов А.М., Губицин Г.А., Иоффе М.М., Лисодет В.Н. Авиационная метеорология Военное издательство Министерства Обороны ССР Москва, 1971. – 343 с.
2. Баранов А.М., Богаткин О.Г. и др. Авиационная метеорология. – СПб.: Гидрометиздат, 1992. – 352 с.
3. Богаткин О.Г. Практикум по авиационной метеорологии. – СПб: РГГМУ 2005. – 129 с.
4. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометиздат, 1991. -324 с.
5. Врублевська О.О. Кліматологія : підручник / О.О. Врублевська, Г.П. Катеруша, Л.Д. Гончарова; МОН України; Одес.держ.еколог.ун-т. – Одеса : Екологія, 2013. – 344 с.
6. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. – Гидрометиздание, 2-е изд., перераб. И доп., 1977. – 706 с.
7. Ивус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б. Авіаційна метеорологія: Конспект лекцій – Дніпропетровськ: ПБП "Економіка", 2006. – 140 с.
8. Ивус Г.П., Агайар Э.В., Мищенко Н.М. Статистические характеристики скорости ветра в районе Одессы // Культура народов Причерномор'я. -2006. -№67. – С.21-24.
9. Ивус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б.: Струйные течения нижних уровней атмосферы: Монография / ОГЕУ. Одеса, ТЭС, 2018. – 156 с.
10. Казаков А.Л. Об использовании различной информации по ветру в прикладных исследованиях // Метеорология, гідрологія і кліматологія. – 2005. – Вып.49. – С. 190-203.
11. Клімат Полтави / за ред. В.Н. Бабіченко - Л.: Гидрометиздат, 1983. -207 с.

12. Клімат України / за ред. В.М. Липінського, В.А. Дячка, В.М. Бабіченко. К.: Вид. Раєвського, 2003. – 343 с.
13. Лещенко Г.П., Перцель Г.В., Лещенко Е.Г. Метеорологическое обеспечение полетов: Учебное пособие (3-у изд., перераб. и доп.). Кіровоград: ГЛАУ. 2010. – 184 с.
14. Сафонова Т.В. Авиационная метеорология: учеб. пособие / Т.В. Сафонова. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2005. – 215 с.
15. Руководство по практическим работам метеоподразделений авиации Вооруженных Сил. – М.: Воениздат, 1992. – с.243-263.
16. Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации. – Л.: Гидрометиздат, 1985. – с.91-100.

ДОДАТОК А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
до магістерської кваліфікаційної роботи
студентки II курсу заочного факультету Островерхої І.О. на тему:
«Вітровий режим нижньої тропосфери над центральними
районами України»

Тема магістерської роботи виконувалася в рамках кафедральної наукової теми: «Прогнозування небезпечних метеорологічних явищ над південними районами України» (2015-2019 рр., ДР № 0115U006532).

Зав. кафедрою

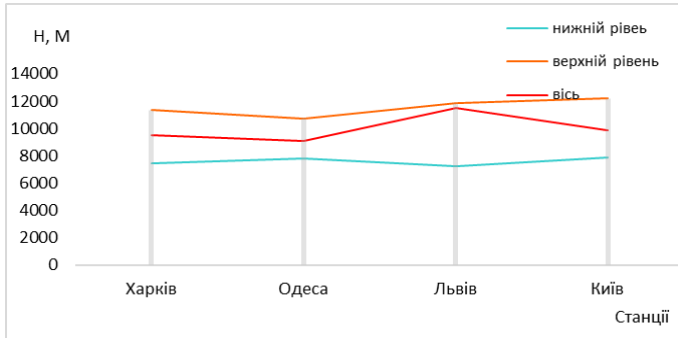
метеорології та кліматології

к.геогр.н., доц. Прокоф'єв О.М.

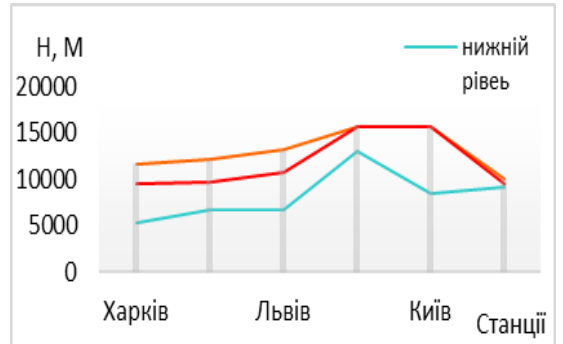
ДОДАТОК Б

Графіки висот розповсюдження струминних течій за 2015 – 2019 рр.

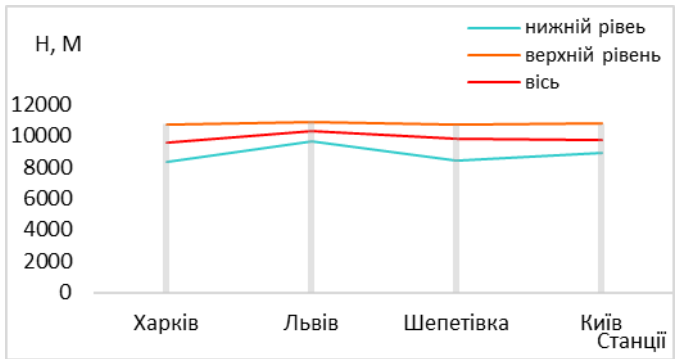
а)



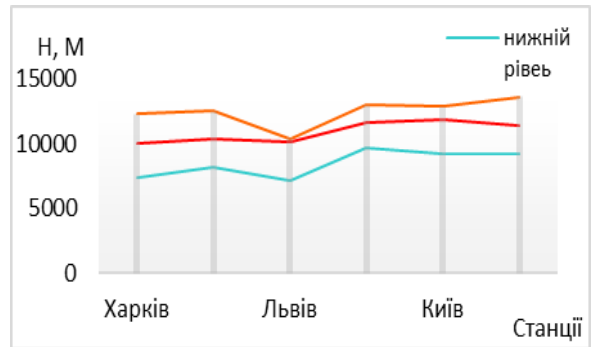
б)



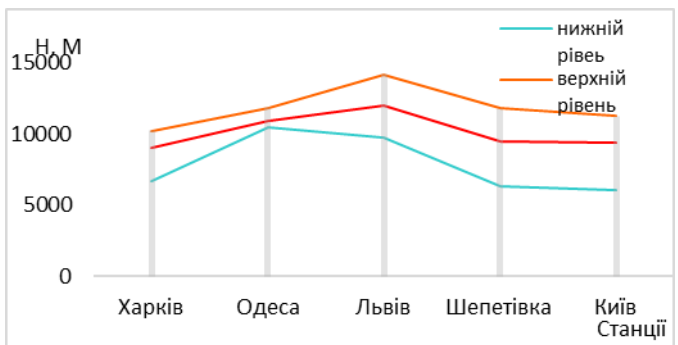
в)



г)



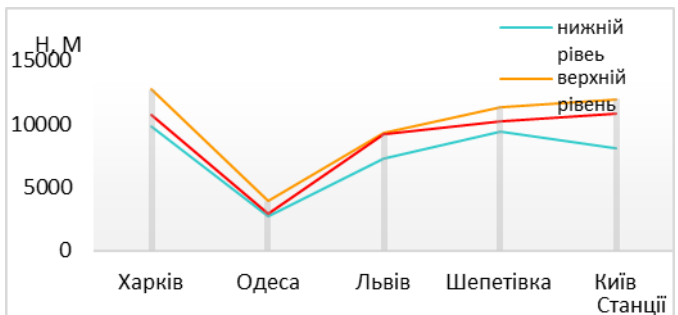
д)



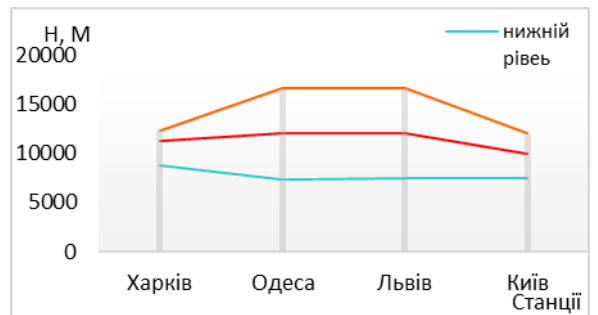
е)

мало р/з

є)



ж)



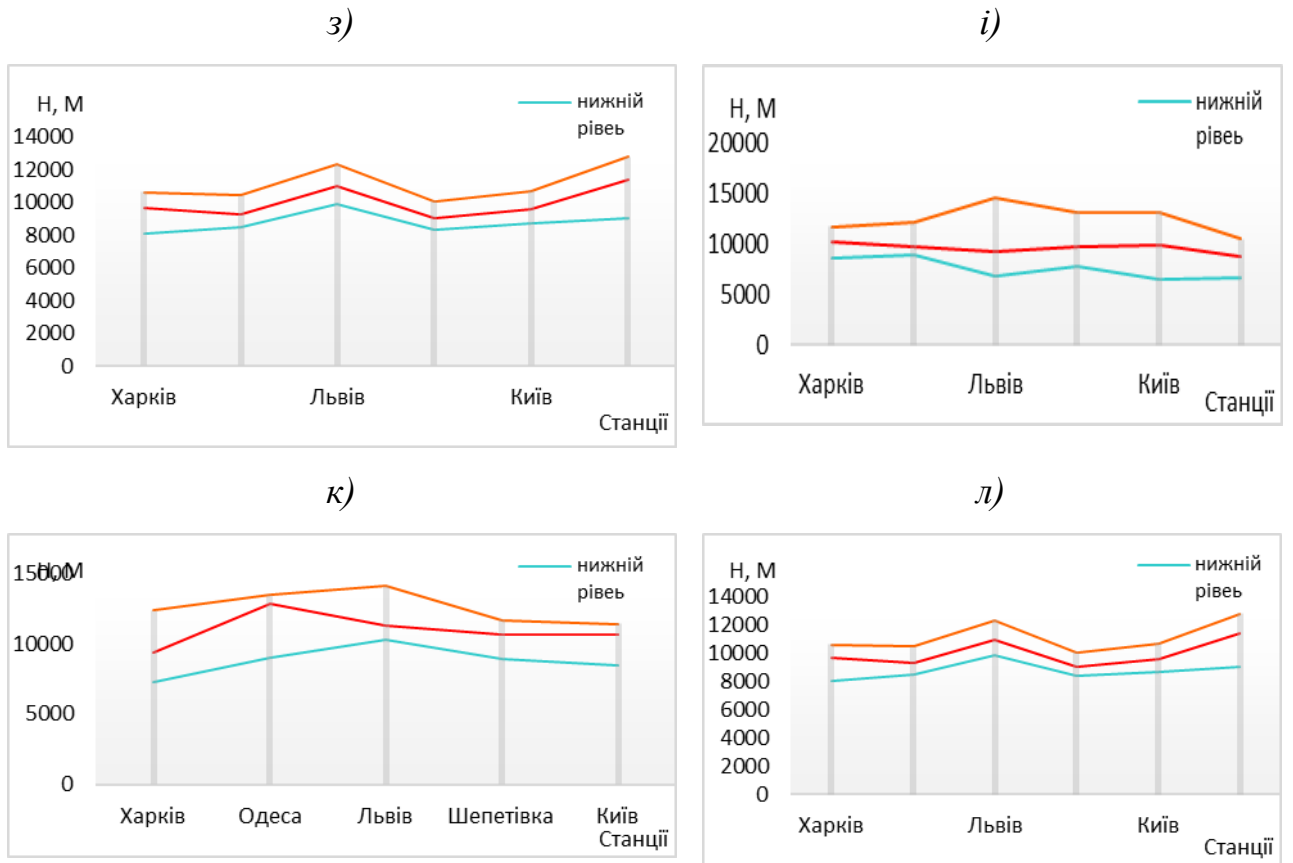
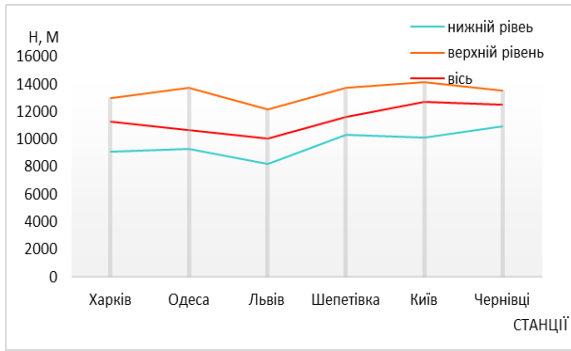
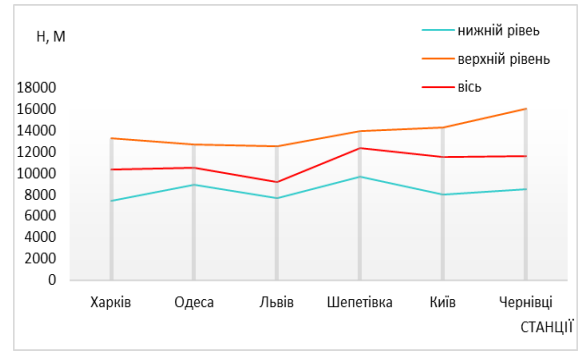


Рис. Б.1 - – Висоти розповсюдження нижньої та верхньої межі СТ та її осі за 2015 р.

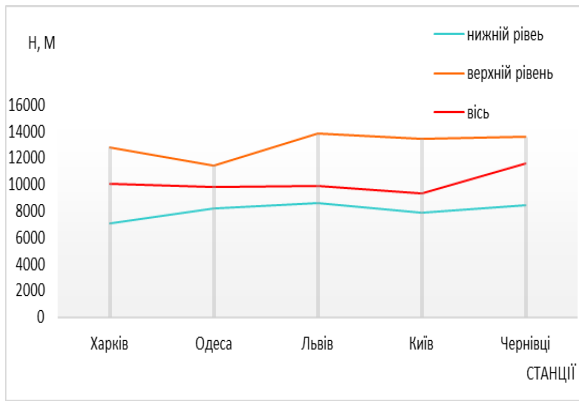
a)



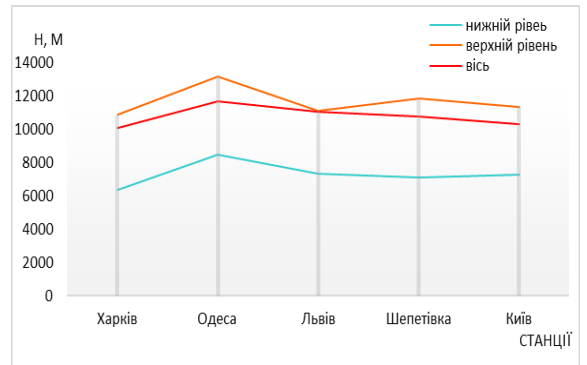
б)



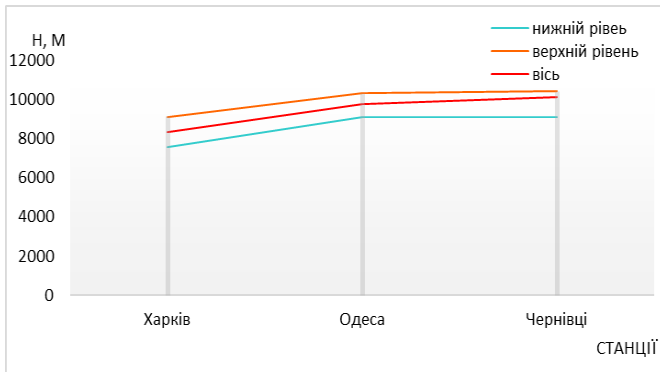
в)



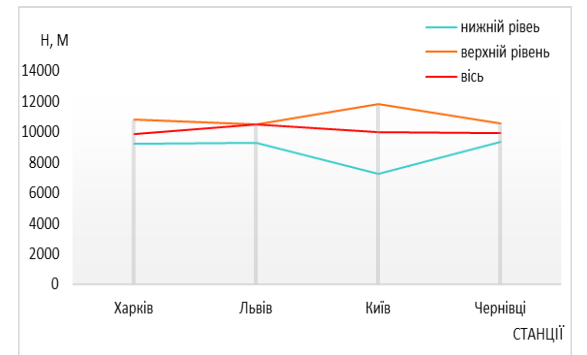
г)



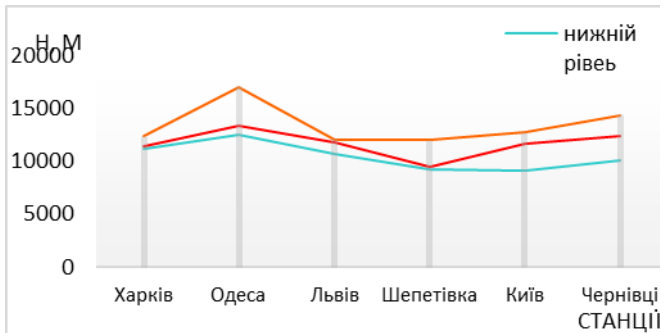
д)



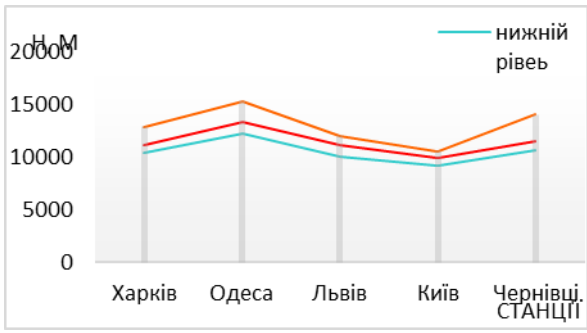
е)



є)

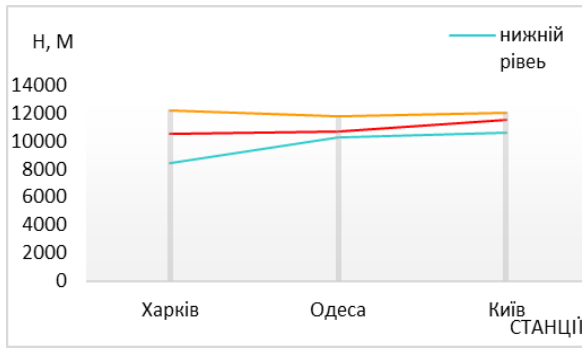


ж)

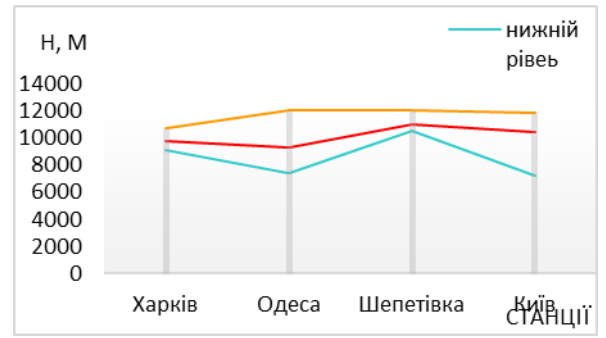


з)

и)



к)



л)

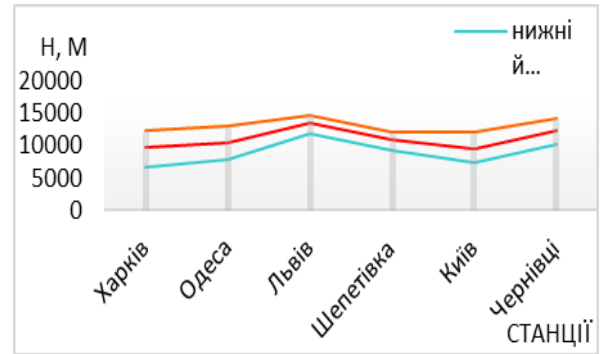
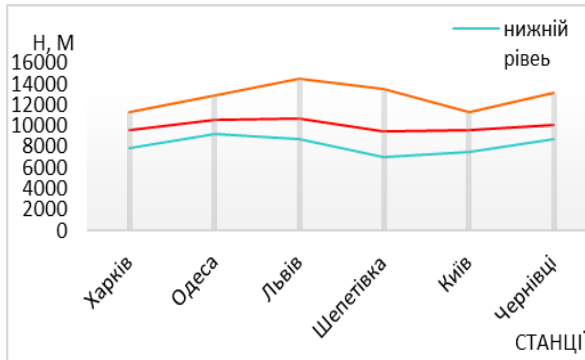
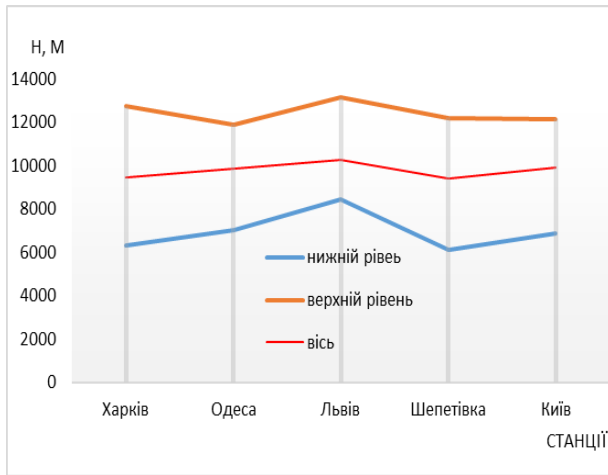
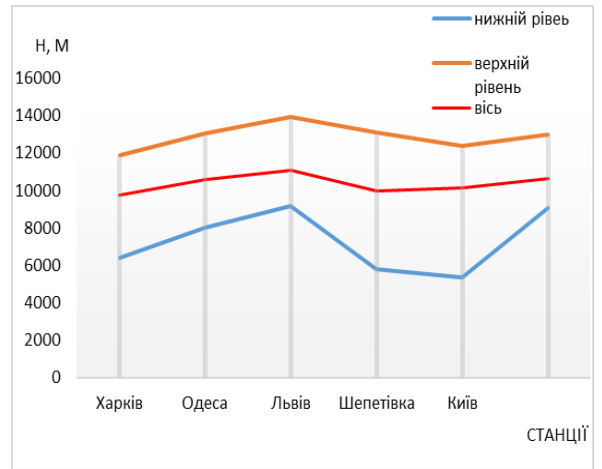


Рис. Б.2 - – Висоти розповсюдження нижньої та верхньої межі СТ та її осі за 2016 р.

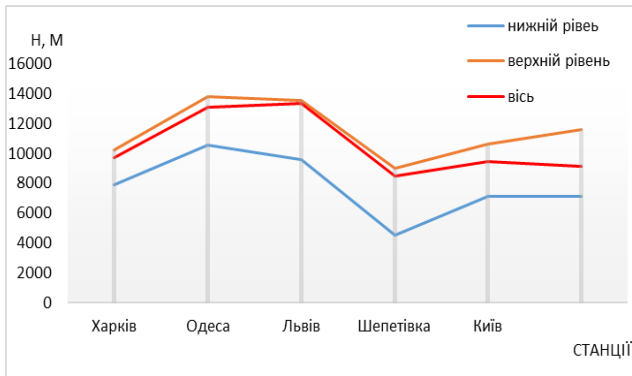
a)



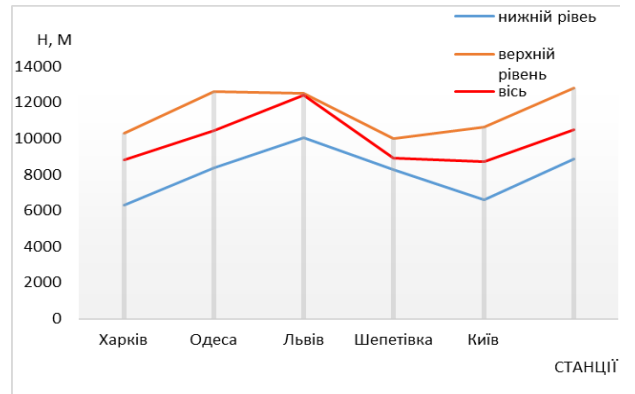
б)



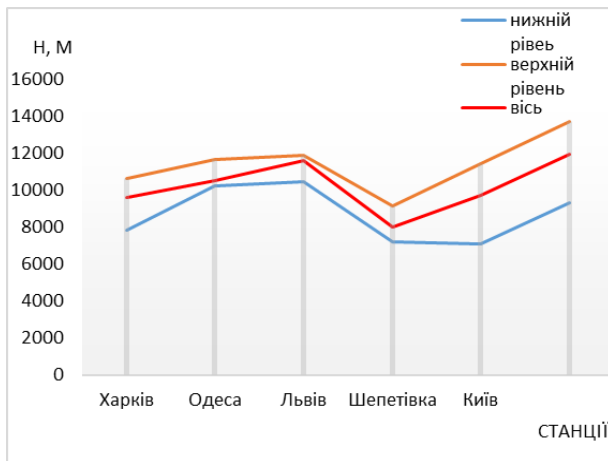
в)



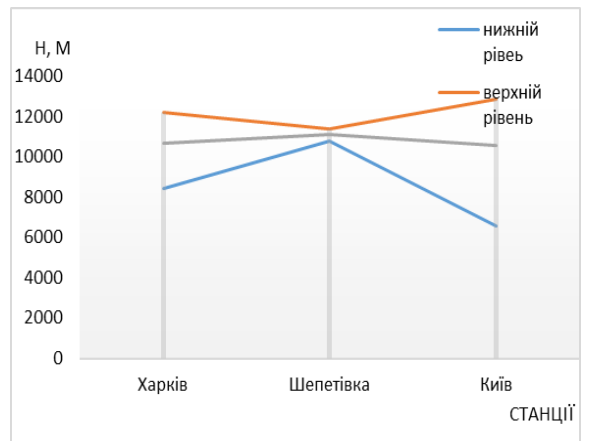
г)



д)



е)



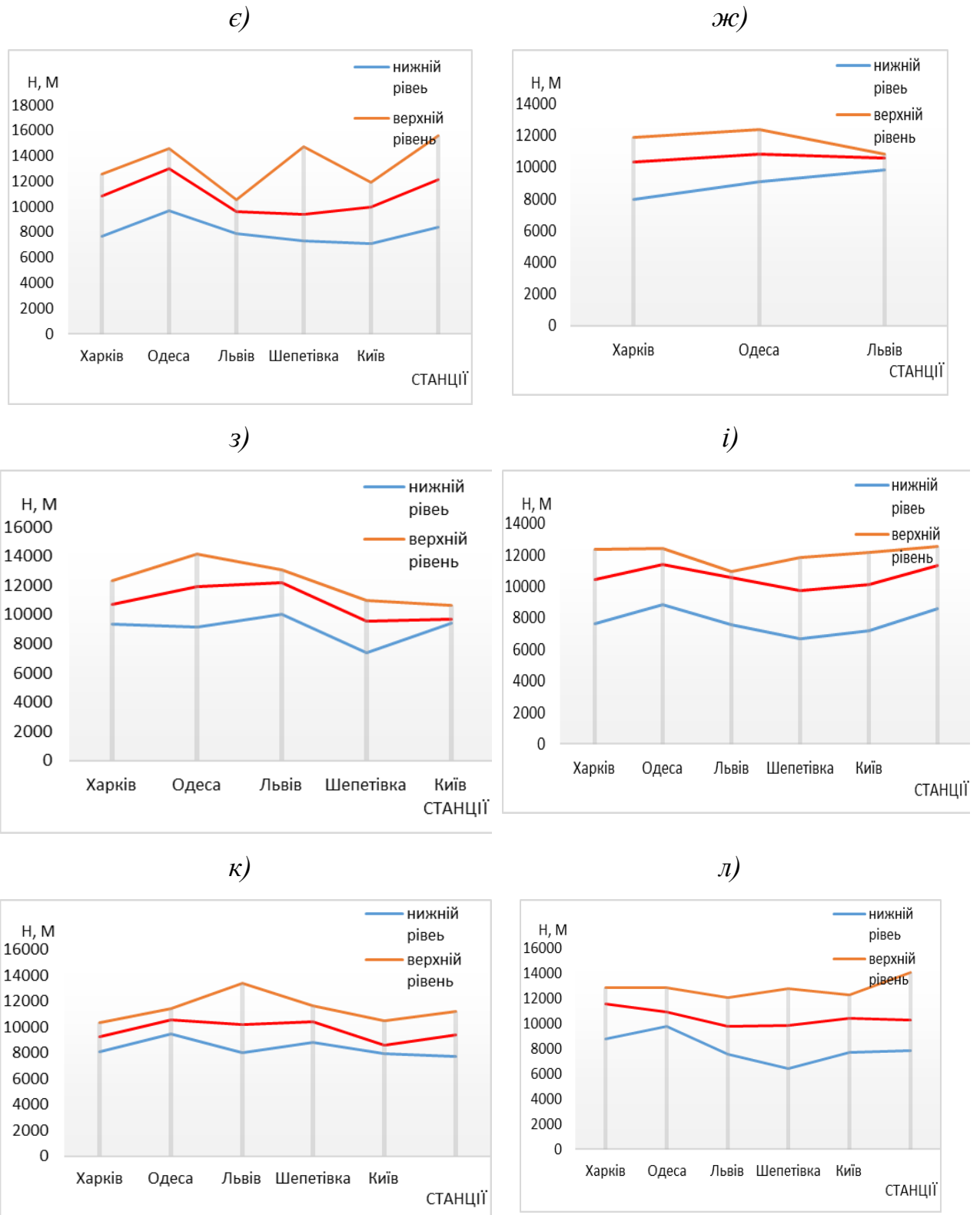


Рис. Б.3 - – Висоти розповсюдження нижньої та верхньої межі СТ та її осі за 2017 р.

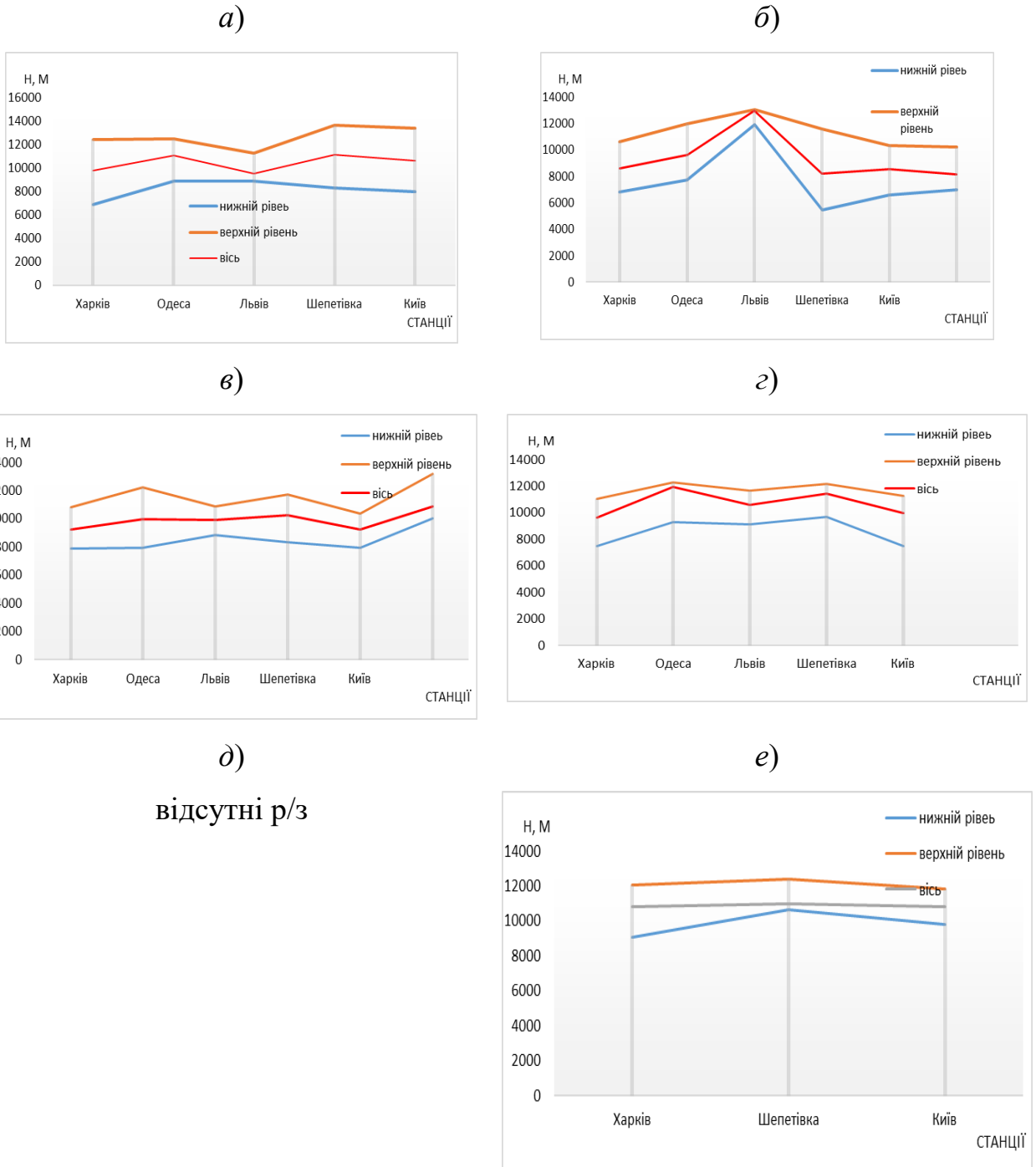
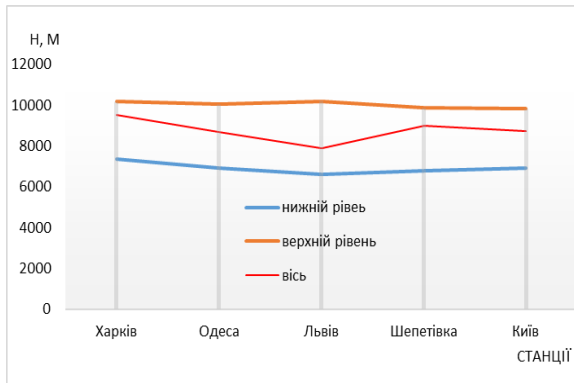
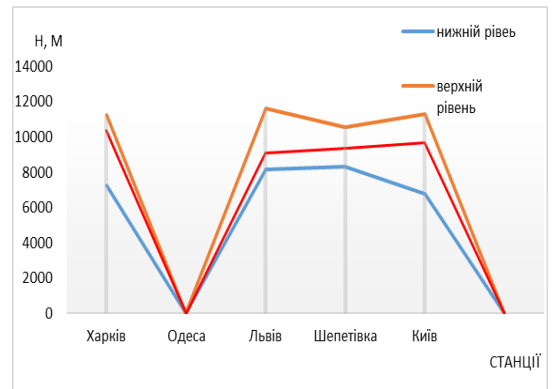


Рис. Б.4 - – Висоти розповсюдження нижньої та верхньої межі СТ та її осі за 2018 р.

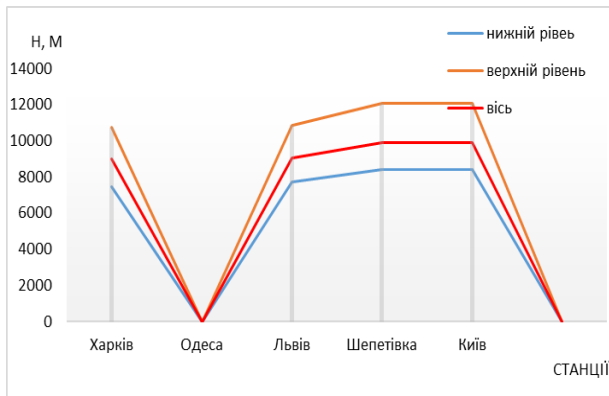
a)



б)



в)



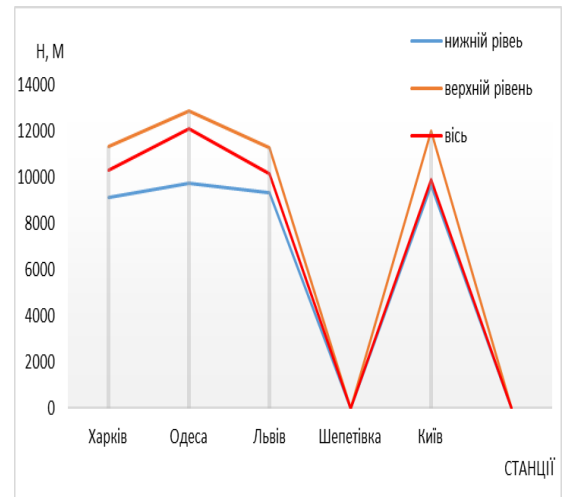
г)

мало р/з

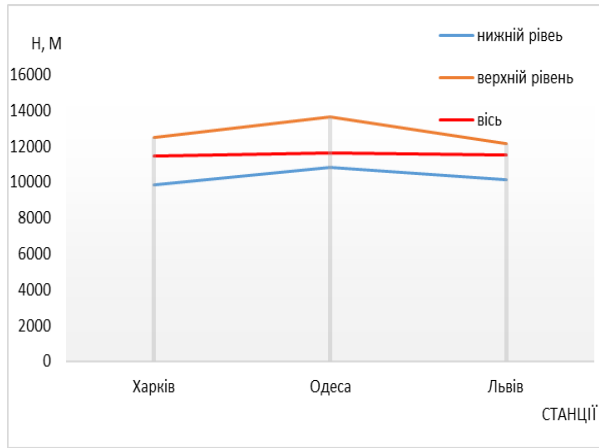
д)

мало р/з

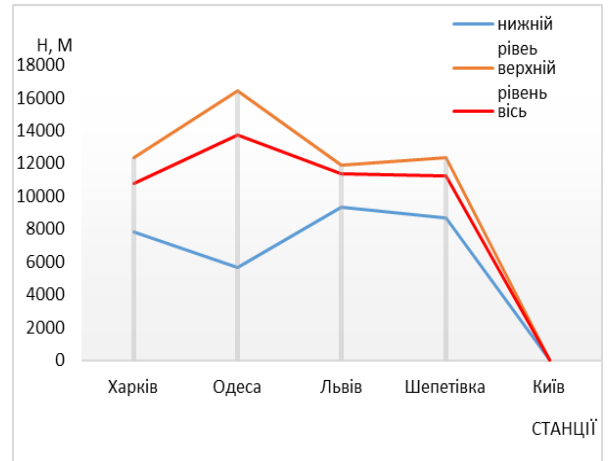
е)



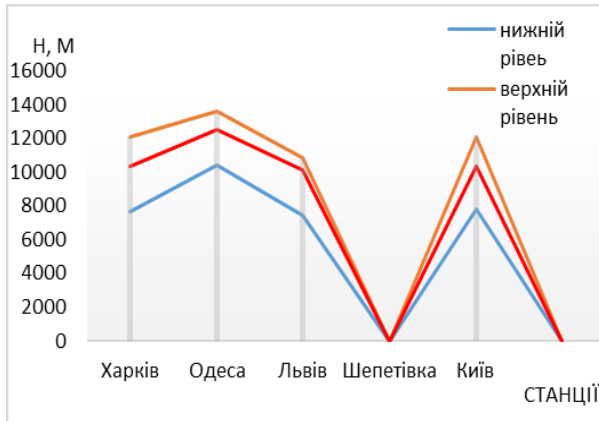
є)



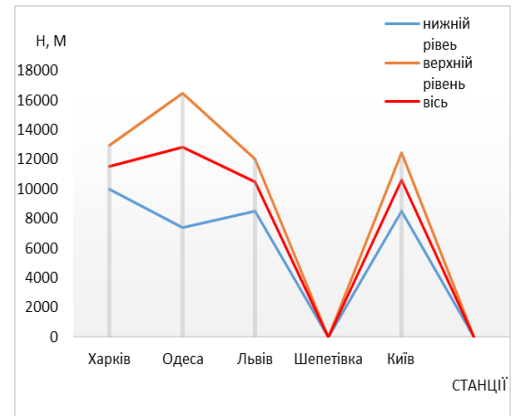
ж)



з)



і)



к)

мало р/з

л)

мало р/з

Рис. Б.5 - – Висоти розповсюдження нижньої та верхньої межі СТ та її осі за 2019 р.