

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра метеорології та кліматології

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему «Блокуючий антициклогенез над Європейським сектором»

Виконала студентка 2 курсу групи МНЗ-2М
спеціальності 103 - “Науки по Землю”
Вершок Тетяна Олександрівна

Керівник к.геогр.н., доцент
Нажмудінова Олена Миколаївна

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

Одеса - 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет _____ Магістерської та аспірантської підготовки _____
Кафедра _____ метеорології та кліматології _____
Рівень вищої освіти _____ магістр _____
Спеціальність _____ 103 “Науки про Землю” _____
Освітня програма _____ Метеорологія _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____ Івус Г.П.

_____ “29” жовтня 2018 року _____

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Вершок Тетяні Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Блокуючий антициклогенез над Європейським сектором
керівник роботи Нажмудінова Олена Миколаївна к.геогр.н., доц.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від №271 “С” від 05 жовтня 2018р.

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи: результати наземних метеорологічних спостережень (приземні карти погоди і щоденники погоди); дані температурно-вітрового зондування - карти АТ-500, ВТ-500/1000; карти мінімальних, максимальних, екстремальних температур, карти відхилення середньодобових, декадних і місячних сум опадів і значень температури повітря від норми; дані ре-аналізу Національного центру передбачення клімату США NCEP/NCAR поля геопотенціалу на рівні 500 гПа.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Вибір, аналіз та систематизація наукової літератури за напрямком дослідження. 2) Встановлення циркуляційних особливостей виникнення блоків у різні сезони досліджуваних періодів. 3) Детальний аналіз режиму температури і опадів, виявлення аномалій метеорологічних полів при блокуючих процесах. 4) Проведення чисельного експерименту – розрахунок індексів блокування $I(\lambda)$ Лейєнаса і Окланда. 5) Порівняльний аналіз і узагальнення результатів виявлення блоків за суб'єктивними і об'єктивними методами у різних сезонах і роках.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
- схеми індексу блокування Лейснаса і Окланда I(2).

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 29 жовтня 2018 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Огляд наукової літератури, сучасних публікацій за темою дослідження. Формування теоретичної частини роботи.	05.11.2018	100	відмінно
2	Вибір вихідних даних, робота з архівними матеріалами. Робота в мережі Internet, пошук необхідної інформації.	12.11.2018	100	відмінно
3	Складання додатків, побудова схем блокування.	19.11.2018	100	відмінно
	Рубіжна атестація	19-24.11.2018	100	відмінно
4	Проведення аналізу циркуляційних умов формування блоків. Дослідження аномалій у полях температури та опадів над європейським регіоном. Аналіз процесів блокування за об'єктивними показниками.	03.12.2018	100	відмінно
5	Складання висновків. Кінцеве редагування тексту. Підготовка презентації і доповіді до захисту матеріалів магістерської роботи.	10.12.2018	100	відмінно
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			100	відмінно

Студент _____
 (підпис)

Вершок Т.О.
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
 (підпис)

Нажмудінова О.М.
 (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Блокуючий антициклогенез над Європейським сектором»

Автор: Вершок Тетяна Олександрівна.

Актуальність дослідження формулюється тим, що блокування західно-східного перенесення представляє аномальне атмосферне явище, що веде за собою серію перебудованих процесів, які часом обумовлюють катастрофічні наслідки у погодних умовах.

Мета роботи: визначення впливу блокуючих процесів на формування аномалії температури і опадів над Європою.

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

- виділені процеси блокування за суб'єктивними ознаками з аналізу оперативного синоптичного матеріалу;
- досліджено аномалії у полях температури і опадів різних сезонів при процесах блокуючого антициклогенезу над атлантико-європейським сектором;
- визначено об'єктивні показники блокування;
- проведено співставлення встановлення блоків за різними ознаками.

Об'єкт дослідження: блокуючі антициклони.

Предмет дослідження: аномалії метеорологічних полів.

Методи дослідження: синоптико-кліматичний аналіз, просторово-часове узагальнення даних, чисельний експеримент.

Наукова новизна отриманих результатів. Для дослідження використано останні часові періоди при найбільших аномаліях метеорологічних полів над Європою. Визначено особливості процесів блокування в умовах сучасних змін регіонального і глобального клімату.

Практичне значення отриманих результатів. Виділені процеси блокування, що зумовлюють аномалії у полях вітру і температури у різні сезони, можуть бути використані для складання каталогу типових полів (еталонів).

Магістерська кваліфікаційна робота в обсязі 75 сторінок складається з 4 розділів, висновків, переліку посилань з 42-х джерел, 2-х додатків, містить 24 рисунки в основному тексті.

Ключові слова: блокуючий антициклон, тип циркуляції, індекс блокування, опади, аномалії температури.

SUMMARY

Theme of master's qualification works «Blocking Anticyclogenesis over the European Sector».

Author: Vershok Tetiana.

The relevance of the study is formulated in such a way that blocking the west-east flow is an anomalous atmospheric phenomenon, which leads to a series of rebuilding processes that determine catastrophic consequences in weather conditions.

Objective: determination of the influence of blocking processes on the formation of anomalies of temperature and precipitation over Europe.

According to the stated goal the **following tasks** were accomplished:

- selection of blocking processes by subjective indicators from the analysis of operational synoptic material;
- were studied anomalies in temperature and precipitation fields of different seasons at the processes of blocking anticyclogenesis over the Atlantic-European sector;
- objective blocking indicators identified;
- a comparison of the definition of blocking by different indicators.

Object of study: blocking anticyclones.

Subject of research: anomalies of meteorological fields.

Research methods: synoptic-climatic analysis, space-time generalization of data, numerical experiment.

The scientific novelty of the obtained results. The study used the latest time periods with the largest anomalies of meteorological fields over Europe. The features of blocking processes in conditions of modern changes of the regional and global climate are determined.

Practical significance of the obtained results. Dedicated blocking processes, which determine the anomalies in the fields of wind and temperature in different seasons, can be used to compile a catalog of typical fields (models).

Master's qualification work in volume 75 pages consists of 4 sections, conclusions, list of references from 42 sources, two annexes, contains 24 figures in the main text.

Keywords: blocking anticyclone, circulation type, blocking indices, precipitation, temperature anomalies.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Сучасний стан процесів блокування над атлантико-європейським регіоном.....	8
2 Блокуючий антициклогенез	12
2.1 Характеристики та механізми виникнення блоків	12
2.2 Типізація блокуючих систем	14
2.3 Ідентифікація блокінгів.....	16
3 Деякі режими погоди при процесах блокування.....	18
3.1 Посушливі явища.....	18
3.2 Значні похолодання	21
4 Дослідження блокуючого антициклогенезу над атлантико-європейським сектором.....	24
4.1 Циркуляційні умови формування блоків.....	24
4.2 Аналіз індексів блокування.....	39
4.3 Особливості полів температури і опадів.....	47
Висновки.....	58
Перелік посилань.....	60
Додаток А. Довідка.....	63
Додаток Б. Синоптичні карти погоди.....	64

ВСТУП

У даній магістерській роботі досліджуються процеси блокуючого антициклогенезу.

Актуальність тематики визначається тим, що Україна потрапляє в одну з областей найбільшої повторюваності блокуючих процесів, їм належить особливе місце при аналізі антициклогенезу над східною Європою.

Однією з особливостей загальноциркуляційних умов в Україні є перевага антициклонічного характеру циркуляції, при цьому відзначається збільшення частоти процесів блокування. Малорухливий антициклон, розвиваючись в середніх широтах (35-60° півн.ш.), обумовлює порушення зонального перенесення, блокує рух циклонів за типовими траєкторіями на тривалий час (від декількох діб до декількох тижнів), що призводить до порушення розподілу метеовеличин на великих територіях.

Великомасштабні стійкі процеси в атмосфері, такі, як блокування, є причиною значних аномалій погоди у межах від тижня до сезону, що представляє практичний інтерес для середньо- і довгострокових прогнозів погоди, моделювання атмосферних процесів і моніторингу клімату.

Блокування представляє аномальне атмосферне явище, що веде за собою серію перебудованих процесів, які іноді призводять до катастрофічних наслідків у погодних умовах. Така тенденція безпосередньо пов'язана зі зміною траєкторій руху циклонів основних типів під впливом блокування західного потоку в останні десятиріччя. Розвиток блокуючих антициклонів з одного боку, сприяє активізації південних і переміщенню пірнаючих циклонів, нерідко викликаючи катастрофічні опади у визначених районах, з іншого – перешкоджає руху західних циклонів.

Встановлення тривалих блоків у перехідні сезони і влітку може спричиняти виникнення на території України ряду посушливих явищ – бездощів'я, посух, суховіїв, надзвичайної пожежної небезпеки, а в холодний період сприяти регенерації циклонів і, як наслідок, розвитку аномальних проявів у полях вітру й опадів.

Більшість існуючих досліджень блокуючих антициклонів базуються тільки на синоптичному аналізі атмосферних процесів і його статистичній обробці. При визначенні поняття блокування й пов'язаних з ним циркуляційних перебудов, крім синоптичного аналізу враховують термодинамічні й хвильові характеристики атмосферних процесів. Це

дозволяє застосовувати гідродинамічне моделювання для більш детального вивчення синоптичних процесів з метою отримання кількісних, а не тільки якісних оцінок синоптичної ситуації, і здійснення аналізу екстремальних ситуацій, що приводять до виникнення небезпечних явищ погоди.

Мета дослідження - визначення впливу блокуючих процесів на формування аномалії температури і опадів над Європою.

У якості методів дослідження використано синоптико-кліматичний аналіз, просторово-часове узагальнення даних, чисельний експеримент.

Магістерська робота складається з 4 розділів.

Розділи 1-2 формулюють теоретичні положення щодо визначення процесу блокування зонального перенесення: характеристики та механізми виникнення блоків, типізації та ідентифікації блокуючих ситуацій.

У третьому розділі наведено деякі відомості про погодні умови, обумовлені блокуванням у різні сезони року.

Практична частина роботи представлена у четвертому розділі. Детально проаналізовано циркуляційні процеси формування блокуючих систем у теплий і холодний період року; досліджено аномалії полів опадів і температури в періоди блокування; розраховані об'єктивні показники блокінгів.

Обрана для дослідження тема знаходиться в рамках бюджетної кафедральної тематики «Динаміка зональних екстремальних погодних явищ та їх чисельне моделювання в змінних кліматичних умовах в Україні» №0116u002403 (додаток А).

1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОЦЕСІВ БЛОКУВАННЯ НАД АТЛАНТИКО-ЄВРОПЕЙСЬКИМ РЕГІОНОМ

Територія України - це регіон зі складним характером атмосферних процесів і умов погоди, пов'язаних з його розташуванням на стику циркуляційних систем помірних і субтропічних широт.

За останні роки у зв'язку зі значними флуктуаціями клімату частота екстремального стану погоди збільшилася. В окремих випадках стихійні метеорологічні явища (СМЯ) мають катастрофічний характер. Різні явища мають різноманітну спрямованість, проте домінантною в останні 25 років є позитивна тенденція на фоні глобального потепління, за якого їх кількість в середньому збільшується майже на 4 випадки за рік. Таке збільшення СМЯ зумовлено глобальними змінами великомасштабної циркуляції атмосфери, яка активно проявляється над територією України. Зміна циркуляції атмосфери над територією України і прилеглих регіонів спричинена деяким зміщенням баричних центрів на схід [21].

У ХХІ ст. в Україні суттєвих змін кількості опадів відносно кліматичної норми не відбулося, простежується лише їх перерозподіл за місяцями та сезонами. За умов потепління клімату в Україні почастишали стихійні явища, внаслідок значних змін клімату кількість стихійних явищ з року в рік збільшується, і в багатьох випадках вони мають катастрофічний характер. Кількість стихійних явищ збільшилась на 7-15% [17].

Встановлено, що на екстремальні явища погоди пов'язані з опадами, найбільше впливає наявність блокування в нижній тропосфері, особливо узимку. При цьому екстремальні явища погоди, пов'язані з температурою, здебільшого обумовлені блокуванням у середній тропосфері. Блокування в нижній і середній тропосфері призводить до формування дефіциту опадів у південних, центральних і східних областях України і збільшення їх кількості на північному заході країни. Такі залежності найбільше проявляються влітку і восени. Узимку блокуючі процеси спричиняють зменшення кількості опадів на всій території України, особливо на заході.

У теплий період протягом існування блоку на всій території країни формується 40-45% днів з від'ємною аномалією кількості опадів. У холодний період такий вплив зберігається на всій території країни, за винятком південно-західних і центральних областей, де він зменшується на 10%. У теплий період внесок у формування додатних аномалій підсилюється (45-

50%) і охоплює вже не тільки південні і центральні області країни, але і східні. З іншого боку, блокінги обумовлюють 15-25% днів зі значними опадами в Україні. При цьому найбільший внесок (20-25%) відзначається в південних, центральних і північних областях країни, а найменший – на Закарпатті. Внесок блокуючих процесів у повторюваність випадків небезпечних і стихійних опадів значно більший і перевищує 50% у західних, північних, центральних областях, на північному сході країни й в АР Крим. При цьому в північних областях він на 10-15% більший, ніж у південних [2].

Синоптичний аналіз [9] показав, що небезпечно сильні опади (НСО) спостерігаються за умови наявності блокуючого процесу, що гальмує рух циклонів, при якому має місце як їх стаціонування, так і аномальне переміщення. Через блокування створюються великі горизонтальні градієнти тиску та температури, що зумовлюють хуртовини, сильні і дуже сильні опади. Типи блокуючих процесів були різні, але найчастіше циклон, що виходив на Україну, блокувався двома антициклонами: із заходу (азорський) і сходу, іноді з півночі (полярний) і сходу. При цьому східний антициклон завжди займав усю Європейську частину Росії, був малорухомих через інтенсивний циклогенез над Західним Сибіром. Це перешкоджало його руху на схід, як наслідок, переміщенню південних і південно-західних циклонів з території України.

Результати досліджень [19] показують, що у глобальному масштабі відмічається послаблення зональної циркуляції і зростання меридіональної південної складової в усі сезони року, змінилися райони формування і траєкторії руху баричних утворень. Аналіз циркуляційних причин формування різких змін температури повітря на Україні показує: у випадку різкого потепління на Україні з висотою меридіональність атмосферних процесів слабшає, що свідчить про формування цього процесу у нижній і середній тропосфері і подальшому його розповсюдженню до нижньої стратосфери; при різких похолоданнях над територією України атмосферні процеси мають добре узгодження у тропосфері і нижньому шарі стратосфери, при цьому меридіональність атмосферної циркуляції з висотою посилюється, що вказує на формування такого процесу «зверху». У період другого глобального потепління (з 1976 р. до теперішнього часу) злам в зсуві ЦДА відбувається в зворотному напрямку. У результаті відбуваються помітні зміни з ісландським мінімумом, північноатлантичним гребенем і європейською улоговиною. Місця розташування областей високого і низького тиску в результаті зсуву до сходу повертаються до положення

початку XX ст. Такий розподіл баричного поля до кінця сторіччя формує теплі зимові погодні умови над територією Європи в цілому й України зокрема. До кінця XX ст. відбувається падіння тиску над північною півкулею, що позначилося в посиленні всіх кліматичних мінімумів тиску й ослабленні, скороченні території кліматичних максимумів тиску. Особливо відзначається поглиблення алеутської депресії і європейської улоговини, яка під впливом північноатлантичного гребеня посувається до сходу. Звуження з двох сторін сибірського максимуму сусідніми центрами дії атмосфери перекрили доступ холодного повітря в Європу.

У теплий період року перебудова атмосферної циркуляції проявляється у розширенні на схід азорського антициклону, під впливом якого на кінець століття потрапила більша частина території України. У результаті погодні умови на території України взимку формуються під впливом атлантичних повітряних мас, тобто змінилися на більш теплі з опадами переважно у вигляді дощу і мокрого снігу, а влітку - відмічається значна несталість температури повітря і зростання частоти внутрішньомасових опадів і грози.

У холодний період року посилюється антициклогенез на півночі та сході атлантико-європейського синоптичного регіону, а в теплий – збільшується кількість антициклонів з південного заходу, в основному з Балканського півострова. Восени та взимку значно зменшується частка місцевого антициклогенезу.

За даними [3] аналіз блокувальних процесів у атлантичному та континентальному регіонах Євроатлантичного сектора північної півкулі показав, що в північній Атлантиці за рік виникає близько 13 блокувальних антициклонів. Середня тривалість блокування в цьому секторі сягає 9 днів, а максимальна – близько трьох тижнів (18 днів). На континентальній частині регіону блокувальних процесів буває вдвічі менше (6 випадків на рік). Вони мають меншу тривалість та інтенсивність, ніж в Атлантиці. На території першого природно-синоптичного регіону відчутна перевага атлантичних блокінгів узимку та восени. Проте влітку, особливо в липні, блокувальні процеси переважають над континентом. Блокувальні процеси над Атлантикою мають більшу тривалість (як середню, так і максимальну), ніж над континентом. Ця тенденція характерна для всього року, за винятком літа. Улітку блокування над континентом триваліше (може сягати понад 10 днів), особливо в липні та серпні. Показано, що блоки, які зумовлюють аномальні погодні умови в Україні, відмічаються в середньому сім випадків за рік. Така кількість відповідає повторюваності блокувальних процесів над

континентальним регіоном Євроатлантичного сектора північної півкулі. Тобто, усі блокувальні процеси в цьому регіоні впливають на погоду в Україні та зумовлюють на її території екстремальні явища погоди.

У роботі [24] вказується, що атмосферне блокування у Євроатлантичному секторі Північної півкулі є стійким у часі явищем, яке практично не зазнає просторових флуктуацій. В регіональному осередку атмосферного блокування в районі Скандинавського півострова відмічається пікове зростання кількості випадків в період 2000-2015 рр. і збільшення площі, охопленої блокуванням. В осередку над Британією чітко виражений максимум повторюваності припадає на літні місяці, а мінімум – на зимові. При цьому кількість блокуючих антициклонів в ньому зростала продовж усього періоду дослідження і за останні 40 років збільшилась вдвічі. В осередку над ЄТР повторюваність випадків атмосферного блокування рівномірно розподілена впродовж року, при чому часова мінливість характеристик блоків виражена тут найбільш слабо.

2 БЛОКУЮЧИЙ АНТИЦИКЛОГЕНЕЗ

2.1 Характеристики та механізми виникнення блоків

З узагальнення визначень блокуючих антициклонів, наданих різними вченими [25], витікає, що такі баричні утворення являють собою окремий випадок великих, малорухомих, високих і потужних антициклонів, які розвиваються у середніх широтах ($35\text{--}60^\circ$ півн ш.), порушують панівний у помірних широтах західний потік і є ланкою стійкого типу циркуляції, що зберігається протягом тривалого часу над великою територією (від тижня і більше). Найбільш широко в синоптичній практиці використовується визначення блокування ЗЦА, надане Рексом [35], де чітко визначено критерії ідентифікації:

- 1) основна західна течія розщеплюється на дві гілки;
- 2) кожна гілка переносить значну масу повітря;
- 3) система із двох потоків розщеплюється щонайменше на 45° довготи;
- 4) в точці розщеплення (біфуркації) течії спостерігається різкий перехід від зонального типу (вгору за течією) до меридіонального (вниз за течією);
- 5) подібна ситуація повинна існувати не менше 10 днів.

В даний час немає загальноприйнятого визначення терміну блокування. Детальний опис явища блокування виконано в роботах [2-4, 8, 10, 12, 16, 24-27, 29-35]. Блокуючі процеси, або, як їх ще називають, квазістаціонарні режими, супроводжується глибоким меридіональним перетворенням термобаричного поля, що веде до міжширотного перерозподілу повітряних мас і тепла в тропосфері. Характерною особливістю блокуючих антициклонів всіх типів є їх безперервна регенерація. Оскільки процеси блокування стійкі за часом і мають визначену географічну локалізацію, вони значно впливають на формування середнього режиму атмосферної циркуляції.

Причини розвитку блокуючої ситуації різноманітні. Спроби теоретичного пояснення поведінки зонального руху, його руйнування і формування блокування можна об'єднати в такі групи:

- а) теорія нестійкості атмосферних процесів;
- б) теорія впливу аномалій температури поверхні океанів;
- в) теорія хвильових процесів в середовищах з дисперсією.

Деякі автори трактували блокування як явище баротропної нестійкості. Бергрєн, Болін і Россбі [29] пояснювали процес блокування нестійкістю зональної циркуляції, яка індукує зростання хвильових збурень і потім призводить до відсікання теплого антициклонічного і холодного циклонічного вихорів внаслідок нестійкості довгих хвиль. Надалі структура верхньої течії характеризується поділом основної зональної течії на дві гілки, одна з яких відхиляється на північ навколо антициклонічного вихору, інша - на південь навколо холодної області низького тиску. Точка розщеплення зміщується на захід.

Немайєс [32-34] припускав, що сприятливим для виникнення блокуючого гребеня є формування холодного повітря над полярними районами, яке стримується сильними середньотропосферними західними течіями. Перед формуванням блокуючої ситуації на одному і тому ж рівні чітко простежуються дві системи течій, кожна з яких має свою систему улоговини і гребенів. Немайєс висунув гіпотезу, що однією з можливих фізичних причин формування двох повітряних потоків на одному рівні можуть виступити аномалії температури поверхні океану. Аномальний приплив тепла в середніх широтах збільшує барокліністність течії у високих широтах і зменшує її в низьких. Области розриву течій мають постійні географічні райони (східні частини Тихого і Атлантичного океанів) і являють собою «макротурбулентні області», які, за визначенням Рекса [35], пов'язані з квазістаціонарним теплим гребенем.

У роботах по статистичному аналізу явища блокування зазначалося, що, як правило, блокування має місце над океанами, а типові розміри блокуючого гребеня порівнянні з розмірами океанів за довготою в середніх широтах. Це дає підставу припускати, що водна підстильна поверхня відіграє істотну роль у формуванні атмосферної циркуляції і зокрема у виникненні блокувань [26].

Калачиковою В.С. при аналізі антициклонів над Сибіром у холодне півріччя встановлено деякі прогностичні признаки блокування, серед яких – встановлення на 2–3 дні до початку блокування диполя у полі аномалій висотного баричного поля: формування над північними районами (60° півн.ш.) осередку додатних ізаномал, а над південними (40° півн.ш.) – від'ємних [10].

Волеваха В.А. і Кошеленко І.В. [8] розглядали випадки блокуючих антициклонів, що зумовлювали посушливі періоди на території України.

Велика кількість посушливих періодів, що спостерігалися на Україні

при блокуючих процесах, складають випадки, коли антициклогенез над ЄТР починався на рівні АТ-500. За 4-6 днів до початку посушливого періоду біля східного узбережжя Північної Америки або над заходом Атлантики формується глибока ультраполярна улоговина. По її східній периферії тепле повітря від Мексиканської затоки вноситься на північ, підсилюючи гребінь азорського антициклону. Інтенсивна адвекція тепла по східній периферії улоговини поширюється з південно-західним потоком на ЄТР, де виникає новий баричний гребінь. Додатковою умовою посилення гребеня є антициклогенез на північному заході ЄТР під входом ВФЗ. На початок посушливого періоду на поверхні АТ-500 добре простежуються два гребені високого тиску і дві глибокі улоговини (над західною Європою і Західним Сибіром) [25].

2.2 Типізація блокуючих систем

Типові розміри блокуючих гребенів порівнянні з розмірами океанів по довготі в середніх широтах і складають близько 7-8 тис. км.

При визначенні поняття блокування й пов'язаних з ним циркуляційних перебудов, крім синоптичного аналізу враховують термодинамічні й хвильові характеристики атмосферних процесів.

Типізація квазістаціонарних антициклонів, запропонована в [4], проводилася за ознаками географічного розташування антициклонів, згідно з якою виділено 10 типів процесів, що характеризуються наявністю високих та малорухомих антициклонів: над Британськими островами; над північним заходом ЄТР; на південному сході ЄТР; над центром Західного Сибіру; над Скандинавією; над північною Атлантикою; над Норвезьким морем; над Таймиром; над центральним і східним Сибіром; над Баренцовим морем.

З відомих загальних форм блокування виділені наступні [12]:

- існування високого, теплого та малорухомого антициклону;
- меридіональна циркуляція, що характеризується одним з трьох типів: диполь, меридіональний гребінь, омегаподібний гребінь (рис.2.1);
- просторова протяжність блокуючої системи 35–40 ° довготи;
- гребінь (антициклон) повинен розміщуватися північніше 30° широти.

Вирізняють три можливі форми блокування у залежності від конфігурації висотного гребеня і траєкторії приземних антициклонів:

1. Перший тип характеризується розщепленням західного потоку на дві гілки, тобто має місце дипольна структура поля геопотенціалу: антициклон на півночі і циклон на півдні (рис. 2.1 (1)).
2. Другий тип визначається наявністю висотного гребеня, видовженого у меридіональному напрямку. По східній периферії гребеня відбувається «пірнання» циклонів, сформованих на арктичному фронті, а по західній периферії зміщуються південні циклони, утворені на полярному фронті (рис. 2.2 (2)).
3. Третій тип характеризується більшим поширенням висотного омегаподібного гребеня у зональному напрямку. Біля поверхні землі антициклони можуть зміщуватися по петлеподібній, ультраполярній траєкторії, або повільно переміщатися на схід (рис.2.2 (3)).

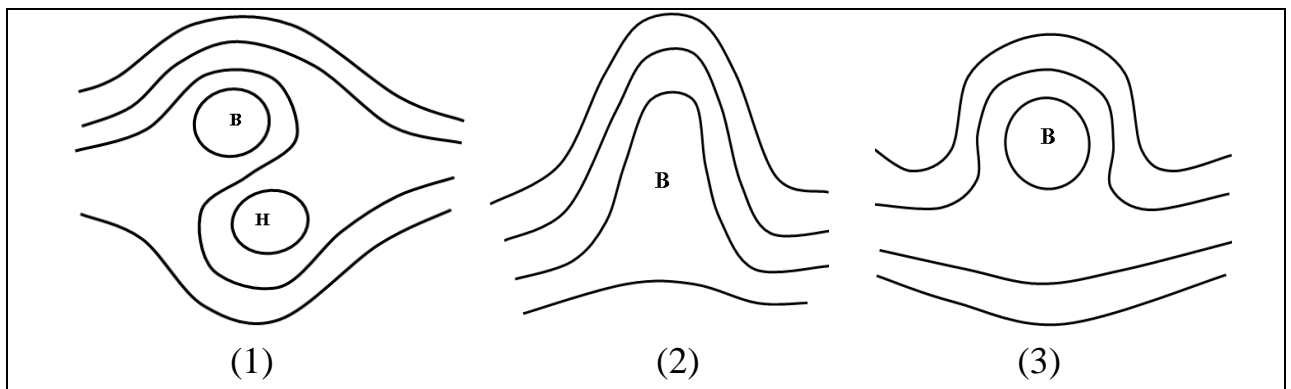


Рис. 2.1. Форми блокуючого процесу

Довготна довжина блокуючого процесу складає 30° , але може змінюватися у діапазоні $10\text{--}120^\circ$ довготи. Переважна частина блокуючих антициклонів зміщується відносно свого первісного положення на відстань $<15^\circ$ довготи. Найбільш тривалі періоди блокування відзначаються взимку і навесні. Зимово блокуючі квазістаціонарні вихори у переносі тепла до півночі грають домінуючу роль у порівнянні з рухливими вихорами. Влітку значно збільшують своє значення для переносу тепла до полюсу середньомасштабні хвилі. Це пов'язане, насамперед, з тим, що основну роль у формуванні зимового блокування відіграють великомасштабні джерела і стоки тепла, на відміну від літнього, коли їх роль проявляється лише у низьких широтах у зв'язку з літнім мусоном [25].

2.3 Ідентифікація блокінгів

На теперішній час існує досить велика кількість методів визначення процесів блокування, заснованих на уявленнях про особливості розвитку синоптичних процесів при блокуванні. При цьому відсутність чіткого визначення про сам процес блокування, єдиних методів аналізу, розбіжність періодів дослідження призвели до складності проведення узагальнень та порівняльного аналізу існуючих кліматологічних досліджень.

Відомі методи виявлення блокування умовно можна поділити на дві групи [25]:

1) методи, що базуються на візуальному аналізі синоптичних карт. При цьому до кінематичної структури термобаричного поля ставиться вимога виконання і збереження протягом конкретного інтервалу часу ряду якісно визначених умов. Такий підхід носить суб'єктивний характер, саме це є недоліком синоптичних методів;

2) методи, які передбачають використання сукупності показників, що неповністю описують блок, але задовольняють вимоги конкретного дослідження; просто піддаються автоматизації і є об'єктивними методами.

Серед об'єктивних методів виявлення блокінгу виділяють наступні:

1) Метод індексу блокуючого антициклону – ІБА. В основу покладене існування блокуючого антициклону, яке можна виразити у вигляді стійкої за часом додатної аномалії тиску чи геопотенціалу [30].

2) Метод індексу дипольної структури блокуючої ситуації. За підставу взяте врахування характерного для блоку розщеплення західного потоку на дві гілки з формуванням в обтічній області диполю в термобаричному полі.

При використанні методу ІБА шукана аномалія визначається шляхом виключення із поточного значення характеристики баричного поля, що аналізується в вузлах координатної сітки відповідного сезонного циклу. Інший спосіб ідентифікації блокуючого антициклону оснований на аналізі відхилення геопотенціалу поверхні АТ-500 в вузлах координатної сітки від його середньо зональних значень у даний момент часу.

Вважається, що при використанні методів ІБА блокування має місце у випадку, коли додатне відхилення H_{500} від сезонного циклу або середньо зональних значень досягає величини, яка є не меншою заданого критичного значення, і існує хоча б в одному вузлі координатної сітки на протязі часу, який не менший заданого критичного значення тривалості [25].

Існують два індекси, що відображають дипольну структуру термобаричного поля, характерну для однієї з форм блокування.

Перший індекс запропонований Лейєнасом і Окладом (1983 р.) [31]. Для ідентифікації блоку використовують індекс $I(\lambda)$ різниці геопотенціалу H_{500} між 40 і 60° півн.ш. у північній півкулі і між 35 і 50° півд.ш. – у південній півкулі на довготі λ :

$$\begin{aligned} I(\lambda) &= H_{40^\circ \text{ півн.ш.}}(\lambda) - H_{60^\circ \text{ півн.ш.}}(\lambda) \\ I(\lambda) &= H_{35^\circ \text{ півд.ш.}}(\lambda) - H_{50^\circ \text{ півд.ш.}}(\lambda), \end{aligned} \quad (2.1)$$

де H – значення H_{500} , отримане у результаті розкладу в ряд Фур'є за широтними колами для кожних 10° довготи.

Такий індекс блокування носить назву індексу зональної циркуляції. До блоків відносять випадки, коли одночасно задовольняються умови:

$$\begin{aligned} I(\lambda) &< 0; \\ I(\lambda - 10) + I(\lambda) + I(\lambda + 10) &< 10. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Надалі розраховують цей індекс для кожного вузла сітки за формулою:

$$I(\lambda, \varphi) = H(\lambda, \varphi - 15) - H(\lambda, \varphi), \quad (2.3)$$

де φ – широта;

λ – довгота;

H – значення H_{500} .

Одночасно введений додатковий критерій: західна складова геострофічного вітру у напрямку до полюсу від широти φ і довготи λ , повинна бути $\geq 15 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Другий індекс, що відображує характерну для блокінгу дипольну структуру, - $BI(\lambda)$, обчислюється за формулою:

$$BI(\lambda) = U_{27,5^\circ \text{ півд.ш.}}(\lambda) + U_{57,5^\circ \text{ півд.ш.}}(\lambda) - (U_{42,5^\circ \text{ півд.ш.}}(\lambda) + U_{47,5^\circ \text{ півд.ш.}}(\lambda)), \quad (2.4)$$

де $U(\lambda)$ – зональна складова швидкості вітру на відповідній широті для довготи λ .

Максимальні додатні значення індексу $BI(\lambda)$ відповідають блокуючій ситуації на даній довготі. Такий індекс блокування носить назву індексу зональної складової швидкості вітру [25].

3 ДЕЯКІ РЕЖИМИ ПОГОДИ ПРИ ПРОЦЕСАХ БЛОКУВАННЯ

Стаціонарні процеси в атмосфері викликають формування стійких аномалій в полях метеорологічних величин, які охоплюють значні території. З блокуючим антициклогенезом пов'язані такі небезпечні метеорологічні явища, як посухи і суховії, сильні вітри, сильні опади, хвилі тепла та холоду, весняні повернення холодів, холодні і малосніжні зими, тощо.

3.1 Посушливі явища

Посушливі явища обумовлені складним комплексом геофізичних і біофізичних процесів, що виникають на деякій обмеженій території протягом досить тривалого часу. До них відносять: тривале бездощів'я, високу температуру і низьку вологість повітря, суховії, атмосферну і ґрунтову посуху [11].

Бездощовий період (бездощів'я) - це інтервал часу, в якому протягом десяти і більше днів не спостерігаються опади або їх добова кількість не перевищує 1 мм. Тривале бездощів'я є передвісником посухи. Часто у ці періоди відзначаються суховії. Бездощовий період тривалістю понад 10 днів вважається посушливим.

Суховій - це стан атмосфери, за якого простежується повільне, зі швидкістю $3-5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, перенесення сухого, надмірно теплого повітря (відносна вологість $\leq 30\%$, а температура $\geq 25^\circ\text{C}$). Поєднання суховію з бездощовим періодом протягом декількох днів зумовлює атмосферну посуху.

Посуха - складне явище, обумовлене довгим і значним дефіцитом опадів при підвищеній температурі повітря в теплий період року, внаслідок чого вичерпуються запаси волога в ґрунті за рахунок випаровування і транспірації, створюються несприятливі умови для розвитку рослин, а врожай польових культур знижується або гине.

Через нерівномірне випадання опадів розподіл посух має осередкову структуру. Слабкі посухи спостерігаються окремими осередками, а інтенсивні охоплюють великі території, але і при сильних посухах виокремлюються окремі райони, де вони виражені менш інтенсивні.

Посушливі явища класифікують за сезонами: весняні, літні, осінні, зимові, міжсезонні весняно-літні, за теплий період і період активної вегетації.

Посушливі явища формуються за специфічного стану атмосфери, зумовленого антициклонічним характером синоптичних процесів, та тривалою трансформацією малорухливих повітряних мас на значній території. Посухи на Україні обумовлюються синоптичними процесами, які можна звести до двох основних макроситуацій [11, 13-15, 18]:

- 1) Процес добре вираженої зональної циркуляції, коли над півднем ЄТР розташовується зона високого тиску, утворена відрогами азорського і середньоазіатського максимумів або декількома малорухомими антициклонами, а на півночі ЄТР розвивається активна циклонна діяльність. Циклони з Атлантики переміщуються на схід і північний схід північніше 55° півн.ш. Посухою бувають охоплені території півдня України, Нижнього Поволжя і Казахстану. При подібних синоптичних процесах формується біля 30% посух на Україні.
- 2) Найчастіше розвиток посух на Україні відбувається при порушенні зонального перенесення в атмосфері, при так названих процесах блокування зонального потоку (до 70% посух).

Блокування полягає в тому, що антициклони або гребені, перетворюючись на високі баричні утворення, стають малорухомими, а західний потік набуває меридіональної складової. Цей процес розвивається в результаті виникнення інтенсивного східного потоку по південній периферії витягнутої в широтному напрямі смуги високого тиску. З південного сходу і півдня континентальне полярне, а нерідко і тропічне повітря в системі гребенів виноситься на північ. При сильному східному потоці переміщення гребенів відбувається в західному напрямі і перешкоджає руху повітряних мас і баричних утворень в зворотному напрямі. Процеси блокування, що створюють умови для утворення посух на Україні, мають кілька різновидів.

- 1) Блокування відбувається при стаціонаванні антициклону над центром ЄТР (38% випадків). Тривалість таких процесів 4-7 днів. Район розміщення центрів антициклонів - між 48 і 62° півн. ш. і 24 і 60° сх.д. На рівні АТ-500 над європейським сектором чітко окреслюється теплий гребінь омегаподібної форми, орієнтований уздовж меридіану. У ньому формується самостійне ядро, яке відповідає приземному антициклону.
- 2) До блокуючих меридіональних процесів відноситься переміщення антициклонів, сформованих в арктичному повітрі, з півночі на південь (23% випадків). Антициклони рухаються зі швидкістю $20-22$ км·год⁻¹.

Формування посушливих періодів на Україні обумовлюють спочатку південні відроги антициклонів, а надалі їх центральні частини.

- 3) Процес опускання на ЄТР гребеня антициклону, центр якого розміщується на північному заході цієї території (8%).

Посухи на Україні в 88% випадків формуються в холодному та бідному на вологу повітрі в результаті тривалої трансформації його в антициклонах. При надходженні повітря з півночі трансформаційні зміни температури досягають 15-20°C біля землі і 5-8°C на рівні АТ-500. Абсолютні запаси вологи при цьому змінюються мало. Відносна вологість біля землі за рахунок зростання температури зменшується на 30-40%. Одночасно підсилюється висушування ґрунту.

Бездощові періоди зумовлені головним чином впливом стаціонарних антициклонів і їх відрогів, що поширюються на центральну та південну Україну. Тривалі бездощові періоди виникають в антициклонах та ядрах високого тиску в масах арктичного повітря, що переміщуються з півночі. Менш тривалі бездощові періоди пов'язані з антициклонами, що рухаються із заходу і формуються у повітрі помірних широт, охоплюючи всю країну.

Суховії можуть проявлятися самостійно, а також супроводжувати бездощові періоди, виступаючи передвісником та підсилювачем атмосферної посухи. Суховії утворюються при визначених синоптичних ситуаціях, що сприяють вторгненню повітряних мас із північних, північно-західних і західних районів. Більш ніж 82% днів із суховіями в Україні відзначаються у відрогам азорського антициклону, в антициклонах або відрогам, що переміщаються з Карського, Баренцового, Норвезького морів. Найбільше часто такі процеси спостерігаються в травні, рідше влітку. У 18% випадків суховії формуються у великих теплих секторах циклонів, орієнтованих до півдня або сходу [11, 13-15, 18].

Через глобальні кліматичні зміни над Європою частіше став проявлятися циркуляційний процес, що визначається як хвиля тепла - період тривалістю в декілька діб, температура під час якого перевищує заданий граничний критерій; величина та саме поняття хвилі тепла значно варіюються залежно від фізико-географічних особливостей регіону, температурних та часових меж тощо.

За визначенням, рекомендованим Всесвітньою метеорологічною організацією (ВМО), хвилю тепла називають явище, під час якого денний максимум температури більше ніж за 5 послідовних днів перевищує середній максимум денної температури більше ніж на 5°C.

Синоптичні умови виникнення хвиль тепла визначаються наявністю стаціонарного антициклонічного поля тиску на висотах, яке забезпечує стійкий характер погоди з інтенсивним радіаційним прогрівом в приземних шарах та адіабатичним прогрівом на висотах. Під час хвиль тепла територія України знаходиться в тій частині антициклону, де здійснюється інтенсивна адвекція тепла в нижній половині тропосфери з прогрітих субтропічних та тропічних широт. Додатково до центральних частин антициклонів, сприятливі умови для виносу теплих повітряних мас створюються на західній та південній периферіях антициклону [28].

3.2 Значні похолодання

Існують такі зниження температури, що створюють загрозу народному господарству. Значним вважається таке похолодання, при якому протягом 1-2 діб температура опускається нижче середньої багаторічної на подвоєну величину її середньої п'ятиденної мінливості для даного пункту [22].

Значне зниження температури повітря в Україні зумовлюється переміщенням холодних арктичних повітряних мас, які внаслідок незначної вологості та великої прозорості під час руху зазнають подальшого радіаційного вихолодження і поширюються на всю територію упритул до Криму. Температура повітря під час їх вторгнення знижується за добу на 17–18°C. Падінню мінімальної температури повітря сприяє також надходження холодного повітря зі сходу, що поширюється до західних кордонів, спричиняючи в Українських Карпатах різкі похолодання. На значення мінімальної температури повітря впливають також місцеві умови. Під час інтенсивного вторгнення арктичного повітря, яке поширюється до Чорного моря і посилює місцеве радіаційне вихолодження, спостерігаються найнижчі значення абсолютного мінімуму температури повітря [11].

Одним з механізмів, який у значній мірі визначає існування триваючих до кількох тижнів хвиль холоду в атмосфері, є блокування панівного у помірних широтах зонального західного повітряного переносу.

Області підвищеного тиску сприяють посиленню меридіональних потоків в атмосфері. На захід від блокуючих антициклонів переважає винос більш теплих повітряних мас з південних регіонів, а в східній частині такого антициклону домінує винос холодного повітря з більш північних широт.

Довжина виникаючої при блокуванні хвилі на фоні збуреного зонального потоку - кілька тисяч кілометрів. Гребеневі системи, пов'язані з меридіональним типом циркуляції на східній периферії, створюють адвекцію холодних повітряних мас на територію України. Таку ж адвекцію обумовлюють тиллові частини масштабних циклонів, блоковані зі сходу.

Випадки тривалих похолодань в Україні характеризуються найбільш активним і чітко вираженим впливом процесів, що здійснюються в тропосфері і стратосфері [20].

Найбільші зниження температури повітря над Європою відбуваються при ультраполярних процесах. Вони розвиваються в основному при формах Цт (центральне положення висотного гребеня за типізацією макропроцесів Каца) (56,4%) і З (33,4%), а на форми Зм (змішана) і Сх (східна) припадає дуже малий відсоток випадків (у сумі 5,1%). Для значного похолодання при формах Сх і Зм необхідна наявність потужних високих антициклонів (приземний тиск не нижче 1050 гПа) над північним сходом ЄТР.

Найбільша повторюваність ультраполярних процесів припадає на лютий. Деяке збільшення повторюваності спостерігається в жовтні і листопаді. У грудні, січні і березні ці процеси бувають в 2-3 рази рідше.

При меридіональних процесах форми Цт існують 2 варіанти синоптичних періодів з ультраполярними вторгненнями. При першому спостерігається стійкий зв'язок між антициклонами над Європою й Арктикою; відсутнє переміщення циклонів у ці райони. При другому варіанті зв'язок антициклону, що рухається по ультраполярній траєкторії на Європу, з антициклоном над Аркою здійснюється у вигляді короткочасних вторгнень у тилу циклонів, які зміщуються по північних морях [1, 16, 22].

Аномально низькі температури спостерігаються в тих синоптичних періодах з ультраполярними впливами, яким передував процес вторгнення холодного повітря з Арктики.

На швидкість переміщення до півдня антициклонів по ультраполярній траєкторії, а також на інтенсивність зниження температури на Європейській території також впливає характер еволюції ПФЗ. Похолодання в центрі і на півдні східної Європи обумовлюється адвекцією холодного повітря по південно-східній і південній периферії антициклону, центр якого зміщається по півночі Європи зі сходу на захід. Осередок найбільшої від'ємної аномалії температури протягом синоптичного періоду посувається з центральних районів Європейської території на південь і південний захід. Величина аномалії у осередку в середньому складає 23,5 °С. Найбільше зниження

температури на півдні Європи спостерігається при наявності активної циклонічної діяльності над Чорним морем з наступним виходом циклонів на Західний Сибір. Контраст температури, що підтримується надходженням тропосферного тепла з Атлантичного океану і холоду з Арктики, призводить до подальшого росту висотного гребеня над Баренцовим морем і поглиблення улоговини над Європою.

Тривалість похолодання в синоптичних періодах з ультраполярними процесами нерівномірна по території. У північній половині Європейської території найбільша стійкість від'ємної аномалії до 26 °С і більше складає в середньому 5 днів, тоді як на півдні це лише 1 день, що пояснюється швидкою трансформацією холодного повітря.

Середній напрямок переміщення приземного антициклону складає 260°, найбільш південний напрямок обмежується 225°, найбільш західне – 270°. Таким чином, переміщуючись до заходу і південного заходу ультраполярний антициклон дуже мало просувається до півдня, і тому до кінця синоптичного періоду він досягає в середньому 64° півн. ш., а при максимальному і мінімальному проникненні на південь ультраполярного антициклону - відповідно 61° і 66° півн. ш.

Значні похолодання спостерігаються також при стаціонарному високому антициклоні над Європейською територією і при переміщенні ядер високого тиску з арктичних морів і крайньої півночі материка по нормальних осях. При цьому поширення холодного повітря відбувається в одних випадках з Норвезького або Баренцового морів, в інших - з Карського моря або північно-східних районів Європейського сектору, а також з району Британських островів і зі Скандинавії до півдня, південного заходу або південного сходу [4, 11, 16, 22-23].

4 ДОСЛІДЖЕННЯ БЛОКУЮЧОГО АНТИЦИКЛОГЕНЕЗУ НАД АТЛАНТИКО-ЄВРОПЕЙСЬКИМ СЕКТОРОМ

Для дослідження відібрано чотири випадки формування посиленних антициклонічних систем, які обумовили значні аномалії температури повітря та опадів над Європою: серпень-вересень 2016 р., січень-лютий 2017 р., липень-серпень 2017 р. і лютий-березень 2018 р.

У якості вихідних даних виступили оперативні дані системи АРМсин (додаток Б, рис.Б.1–Б.24); карти розподілу максимальної і мінімальної температури повітря (середньодобові, декадні, місячні), карти відхилення середньої температури повітря від норми, карти сум опадів і відношення їх до норми; дані системи Internet [36-42].

4.1 Циркуляційні умови формування блоків

Для порівняльного аналізу згрупуємо відібрані ситуації у близькі календарні строки, тобто на першому етапі визначимо особливості процесів теплого періоду і, відповідно, умови для посушливих явищ над частиною території і збиткового зволоження по периферії блоку, а на другому – зимовий період і формування значного похолодання над Європою.

За досліджуваній період спостерігалось формування масштабних антициклонічних полів при різних траєкторіях переміщення антициклонів, які в подальшому набували блокуючого характеру.

На першому етапі виявлення блоку проведено за суб'єктивними методиками, тобто безпосередньо з аналізу аеросиноптичного матеріалу, якісним способом за конфігурацією висотного термобаричного поля і часом стаціонарування гребеневої структури [25]. Визначено, що згідно типових схем блокуючого процесу, у різні періоди спостерігався, як тип омегаподібний гребінь при виділенні чіткого висотного гребеня і двох сполучених улоговин, так і дипольна структура при розщепленні західного потоку на дві гілки - антициклон на півночі і циклон на півдні.

Наприкінці серпня і двох перших декадах вересня 2016 р. над атлантико-європейським сектором відмічалось встановлення стійкого антициклонічного режиму погоди.

В середніх широтах сформувалася смуга високого тиску, утворена азорським максимумом над Атлантикою, відрогами цього вихору над Європою, максимумом над Сибіром і періодичними вторгненнями полярних антициклонів, що посилювали антициклонічну діяльність.

У третій декаді серпня максимум тиску в ізольованих антициклонах складав до 1030 гПа (рис.4.1(1), на висотах 23-27 числа формується дипольна структура баричного поля: чіткий гребінь з просторовою віссю від Алжиру на центральну Європу до Скандинавії і сполучена улоговина з криволінійною віссю від Баренцового моря через ЄТР, Україну, Балкани на центральне Середземномор'я. Ізольовані висотні центри виокремлюються над Францією і північною Італією (антициклон) та Іонічним морем (циклон) (додаток Б, рис.Б.1). Форма циркуляції висотного поля за типізацією Каца [22] поступово трансформується з західної у центральну до середини вересня. Така структура поля зумовлює у тепле півріччя дефіцит опадів над Європою, при зміщенні осередку дефіциту на захід і південний захід за умов стаціонавання гребеня над заходом Європи і, надалі, при просуванні гребеня на схід, на території східної Європи з'являються осередки додатних відхилень температури.

До 30 серпня амплітуда хвиль у середній тропосфері згладжується і вище 60°півн.ш. переважає зональність потоків від Атлантики до центрального Сибіру. Високі широти і північний полюс охоплені циркумполярним вихором (додаток Б, рис.Б.2).

На початок вересня конфігурація висотного термобаричного поля знову має форму диполя, що у точності повторює процес кінця серпня – додаток Б, рис.Б.3. – потужний гребінь з віссю від Марокко і Алжиру до Північного моря і улоговина над центральною і східною Європою при виділенні висотного циклону з центром в районі Белграду. Таким чином, форма циркуляції знову відповідає західному положенню висотного гребеня.

У приземному полі переважає малоградієнтне поле високого тиску над Європою у масштабному відрозі азорського максимуму – рис.4.1 (2); до 7 числа над східною Європою формується ядро з центром над Польщею і максимумом тиску 2017,9 гПа – рис.4.1 (3).

10 вересня за даними АТ-500 баричне поле у високих широтах набуває форми омегаподібний гребінь при значних контрастах ВФЗ, вісь гребеня симетрична відносно 20° меридіану від центральної Європи до Шпіцбергена, сполучені улоговини займають відповідно північ Атлантики і західносибірську рівнину (додаток Б, рис. Б.4), біля поверхні землі вплив

азорського максимуму послаблюється і спостерігається пірнання циклону над Уралом по передній низхідній частині гребеня. Від 11 числа знову відмічається посилення гребеня над Європою і встановлення центральної форми циркуляції - додаток Б, рис. Б.5.

У приземному полі посилюється антициклонічна діяльність при формуванні антициклону над Європою – рис.4.1 (4). Від 18 вересня структура висотного поля трансформується на диполь – поглиблений основний висотний циклон зберігає положення над східноєвропейською рівниною, над центром Європи виділяється частинний висотний центр, а гребінь з криволінійною віссю поширюється від Атлантики на захід Європи, Скандинавію упритул до Нової Землі.

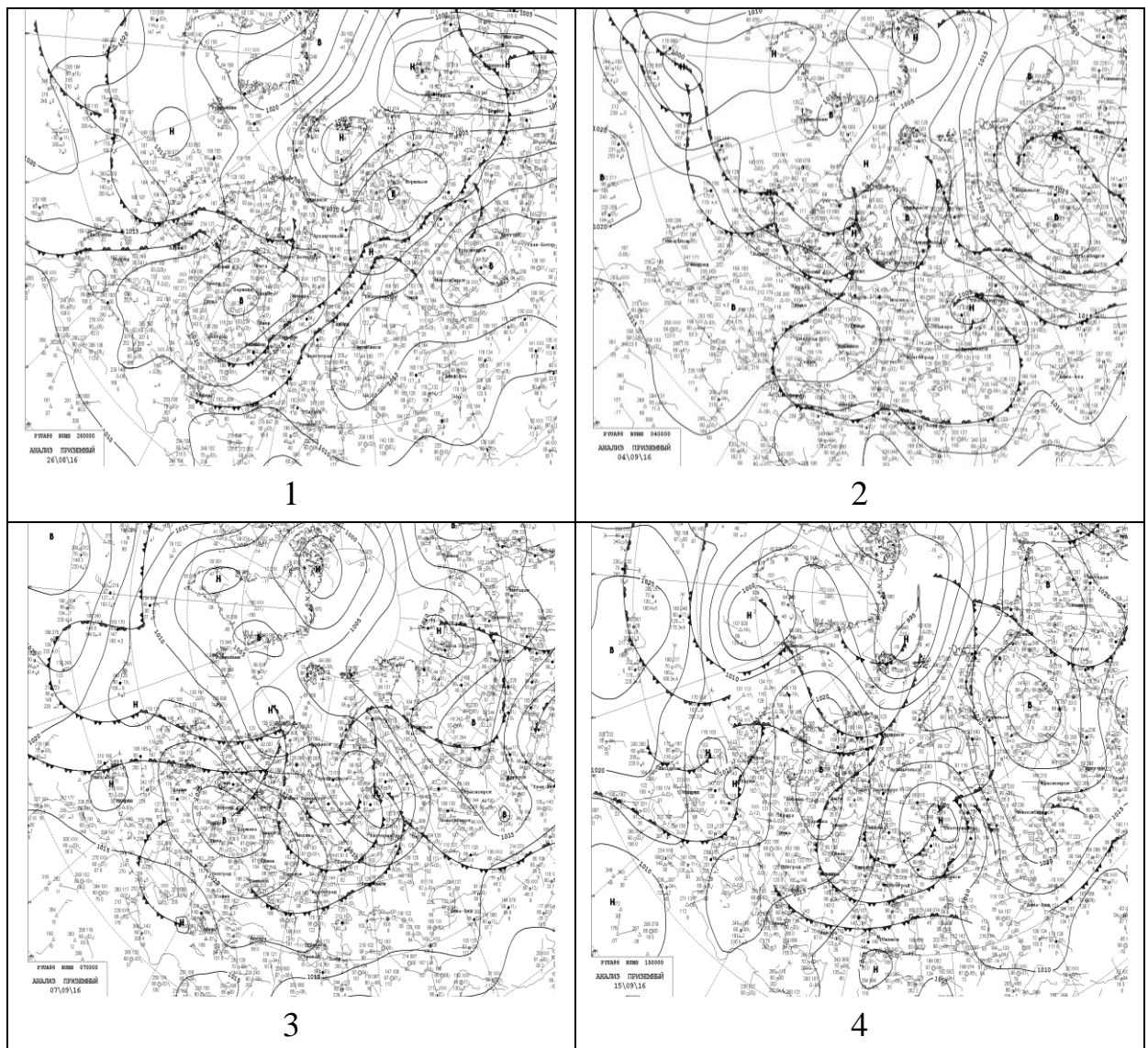


Рис. 4.1. Приземні карти погоди, 00 ВСЧ: (1) - 26.08.16; (2) - 04.09.16; (3) - 07.09.16; (4) - 15.09.16.

Надалі визначимо особливості циркуляції, що зумовили аномальні опади над півднем України, за умов збереження блокуючої системи [6].

На хвилі фронту 18 вересня в районі Італії виникає південний циклон. До 19 вересня на строк 00 ВСЧ циклон оформлюється у вигляді вихору над Болгарією $p_{\min}=1008,7$ гПа, виділяється вторинний холодний фронт від Італії через Сардинію до Мадриду. Циклон вже оклюдований, що свідчить про активність процесу, на висотах спостерігається до рівня АТ-500 – центр над Адриатикою, просторова вісь нахилена на захід. Південний циклон знаходиться у системі основного високого циклону з центром над східноєвропейською рівниною, який вже термічно однорідний (додаток Б, рис.Б.6). Траєкторію руху південного вихору визначає існування гребеневої структури у відрозі широтного напрямку з центру Атлантики до Скандинавії, що відтісняє циклон до півдня і зумовлює його стаціонанування над Чорним морем і півднем України.

За даними карти ВТ-500/1000 південний циклон термічно несиметричний, у тилівій частині простежується адвекція холоду над центральною Європою, гребінь тепла визначається над Балканами.

На строк 12 ВСЧ 19 вересня мінімальний тиск в циклоні становить 1004,1 гПа, з циклоном пов'язані 2 фронтальні системи. До 20 вересня циклон охоплює акваторію Чорного моря, протягом доби повільно зміщуючись на схід, мінімальний тиск досягається на строк 18 ВСЧ 20 вересня над Азовом – 998,5 гПа. На території України випадають аномальні зливи у системах двох паралельних фронтів - рис.4.2.

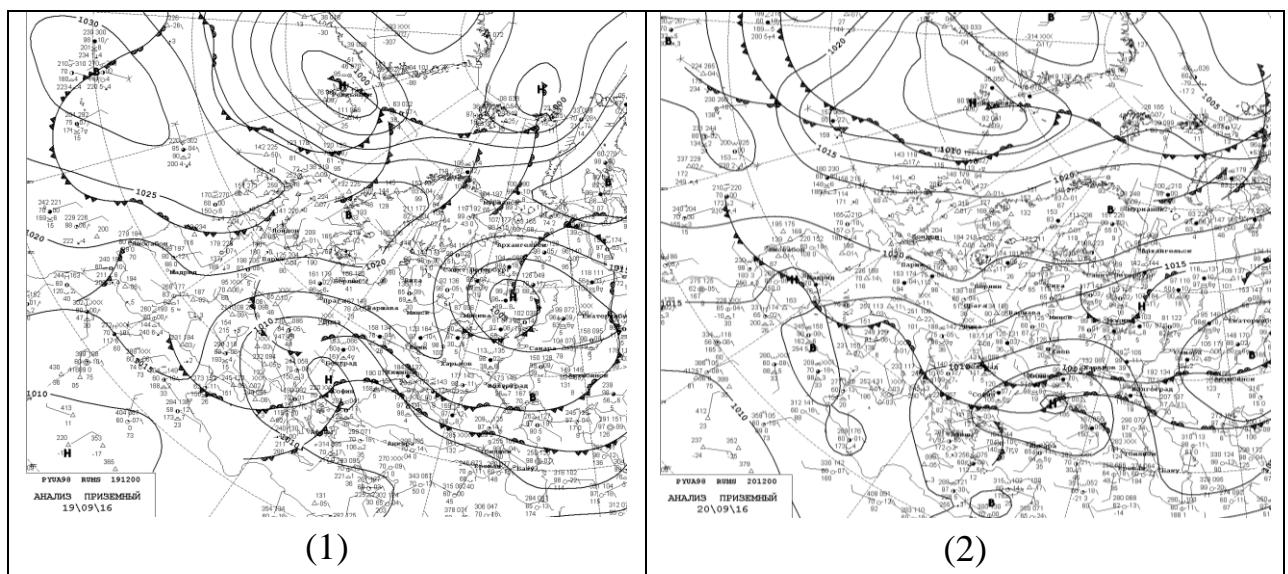


Рис.4.2 Приземні карти погоди, 12 ВСЧ: (1) – 19.09.16; (2) - 20.09.16.

Другий процес блокування у теплий період охоплює часовий проміжок другої половини липня і першої половини серпня 2017 р. Виникнення інтенсивної посухи та аномального фону температури над європейським сектором у липні-серпні 2017 р. було типовими прикладом процесу встановлення антициклонічного характеру погоди і переважання меридіонального типу циркуляції [5]. Аналіз синоптичного матеріалу над атлантико-європейським сектором визначив утворення блокуючого процесу у системі азорського максимуму, відроги якого поширювалися на захід і в подальшому займали значні території.

Так, у середині липня спостерігається потужний азорський максимум над Атлантикою, максимальний тиск складає до 1029 гПа. Далеко на захід до центральної Європи у широтному напрямку видовжений відріг з формуванням частинних антициклонів (рис.4.3 (1)). Антициклон простежується до рівня АТ-500 з центром над північчю Африки (додаток Б, рис. Б.7). Північний полюс та акваторія арктичних морів охоплена циркумполярним вихором. На початку досліджуваного періоду висотне поле характеризується різкою меридіональністю, утвореною східним потужним гребенем з віссю від Кавказу на о. Нова Земля і двома суміжними улоговинами над центральною Європою та західним Сибіром. До 18 числа вся Європа охоплена антициклоном з центром над Великобританією (1023 гПа), друга антициклоніальна система формується над Уралом і центральним Сибіром (1019 гПа) - рис.4.3 (2).

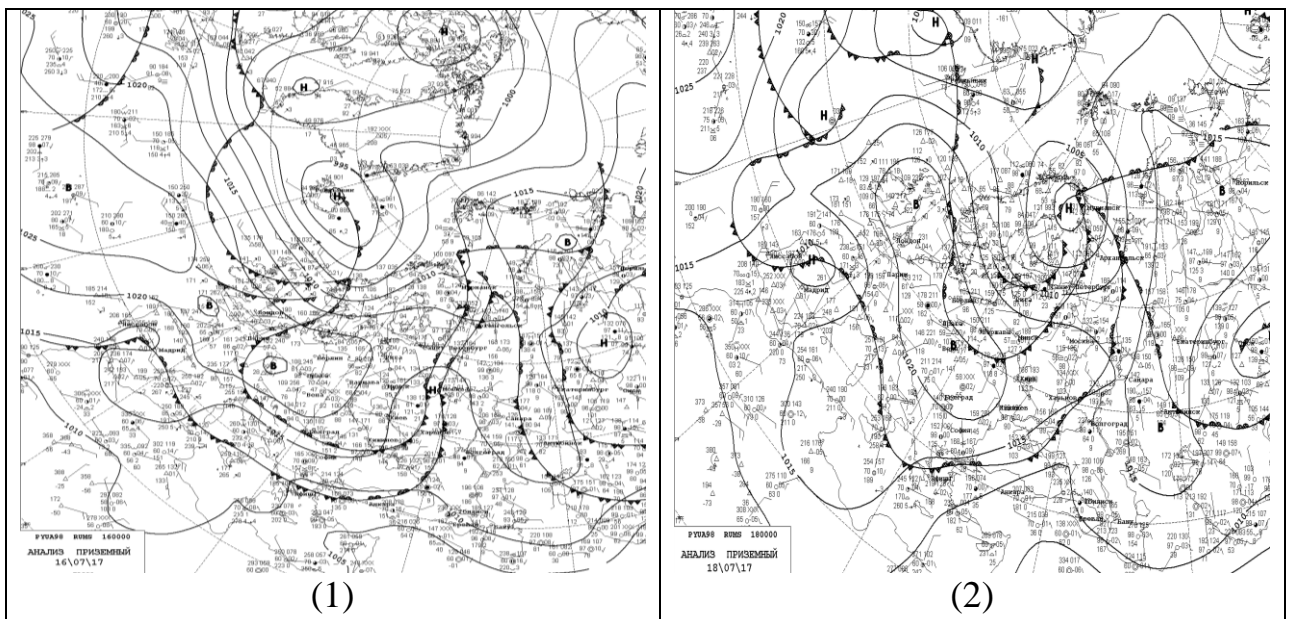


Рис. 4.3. Приземні карти погоди, 00 ВСЧ: (1) - 16.07.17; (2) – 18.07.17.

Визначається конфігурація висотного баричного поля омегаподібний гребінь, що зберігається і у 20-х числах липня, при цьому подвійна система: утворена у більш високих широтах двома гребенями – над північчю Європи і Уралом, та трьома сполученими улоговинами – над крайнім східним узбережжям Атлантики, східною Європою і центральним Сибіром (додаток Б, рис.Б.8). Над північчю Атлантики визначається зональна циркуляція зі значними градієнтами по північній периферії азорського максимуму; до 20 липня амплітуда хвиль зменшується і на півдні Європи також переважають широтні потоки. В основному, вплив блоку у системі азорського ЦДА охоплює південь Європи, а на північ його дія обмежена активною циклонічною діяльністю.

22 липня висотне поле ще визначає омегаподібний гребінь з поступовим руйнуванням гребеневої структури до кінця місяця над західною Європою і встановлення зональних потоків (додаток Б, рис.Б.9-Б.10).

З 23 липня спостерігається посилення блоку над Європою і надалі формуються окремі центри при вторгненні антициклону з півночі і об'єднанні з вихором над Сибіром (рис.4.4 (1)). В кінці липня за північно-східною траєкторією на ЄТР змістився наступний полярний антициклон (рис.4.4 (2)). На 30-31 липня біля поверхні землі цей вихор об'єднується з відрогом азорського максимуму, визначаючи стійкий антициклонічний характер погодних умов на значній території у смузі 30-55° півн.ш.

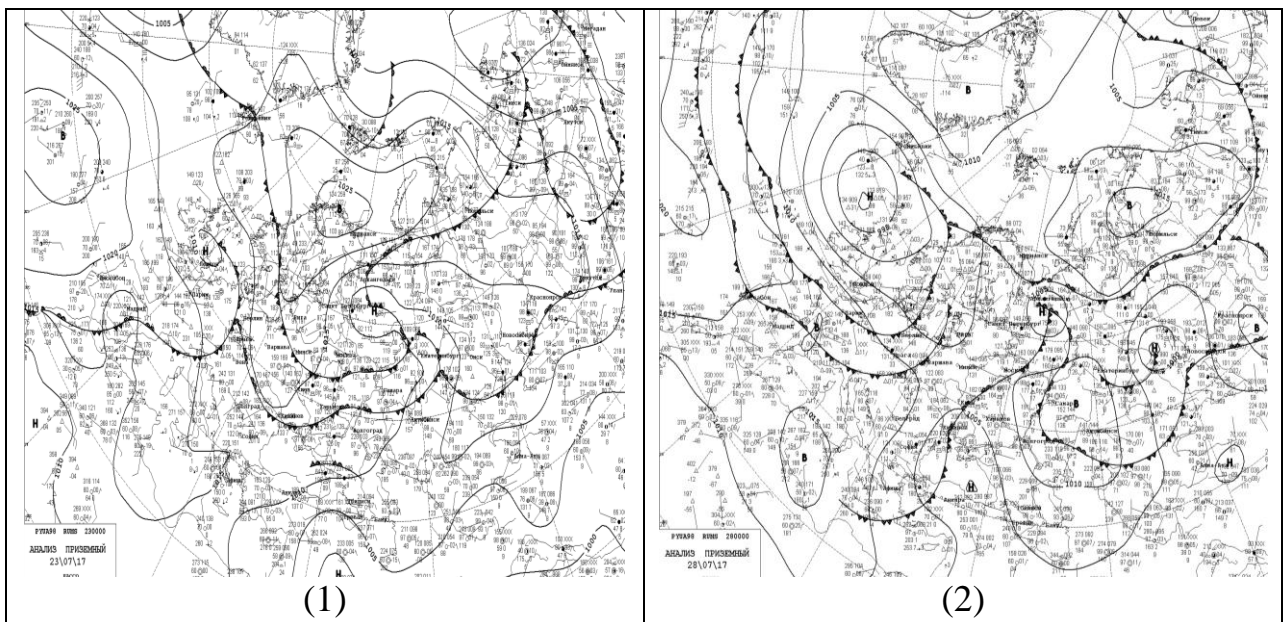


Рис. 4.4. Приземні карти погоди, 00 ВСЧ: (1) - 23.07.17; (2) – 28.07.17.

У системі антициклону відмічається ясна погода, штилі. За даними АТ-500 повітряна маса на висотах дуже суха – високі дефіцити вологості над півднем і сходом Європи, з екстремумами над Італією до 34°C. На 31 липня дефіцити вологості у Києві складає 23°C, в Анкарі 29°C.

На початку серпня структура приземного баричного поля зберігається, посилюється антициклон над півднем і сходом Європи з центром над заходом України (1023 гПа) - (рис.4.5 (1)). Формується видовжена у зональному напрямку смуга високого тиску від Атлантики до східного Сибіру. До 4 серпня антициклон послаблюється над Україною, а інтенсивна циклонічна діяльність охоплює північні райони вище 55° півн.ш., визначаючи зону перезволоження у системі двох паралельних фронтальних розділів широтної спрямованості.

В перших числах місяця зростає зональність потоків у смузі 50-60° півн.ш. атлантико-європейського сектору. При цьому на півдні регіону 1-5 серпня виділяється недосить чітка дипольна структура потоку – (додаток Б, рис.Б.11).

До 7 серпня центр азорського максимуму спостерігається над центральною Атлантикою (1028 гПа) і на Європу упритул до Уралу і далі на середній Сибір простирається масштабний відріг – рис.4.5 (2); 8 серпня формується ядро над Польщею.

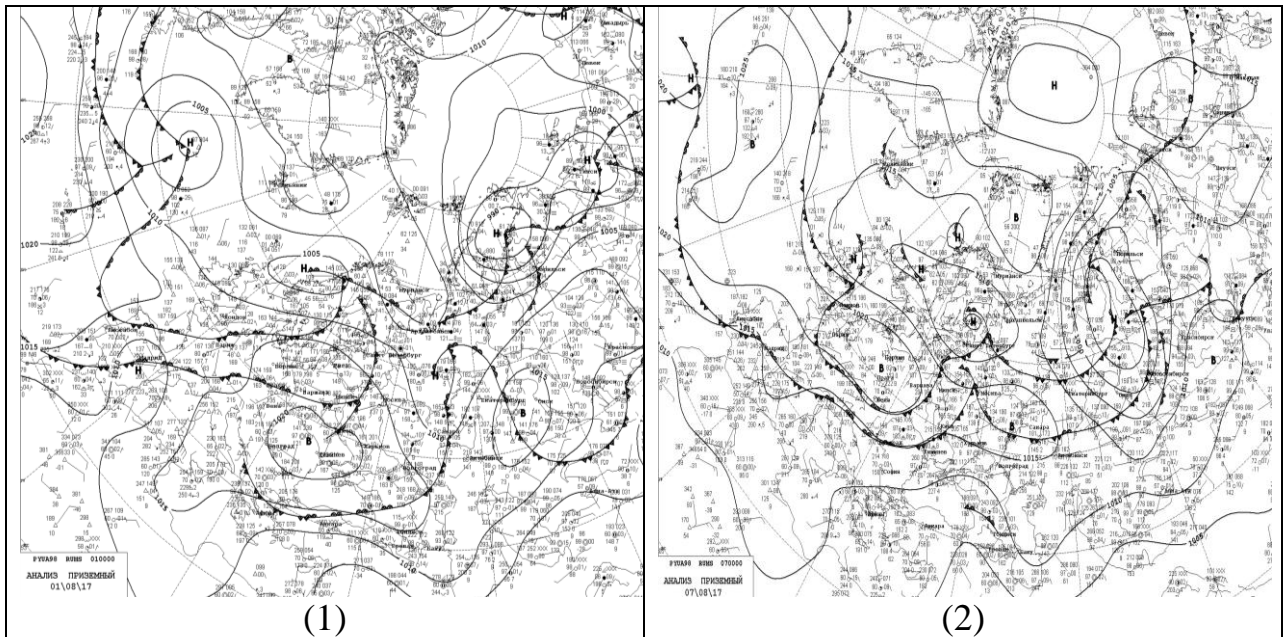


Рис. 4.5. Приземні карти погоди, 00 ВСЧ: (1) - 01.08.17; (2) – 07.08.17.

Від 9 серпня інтенсифікується гребінь від азорського антициклону з криволінійною віссю з півночі Африки на о.Нова Земля, під вплив якого до 13 серпня підпадає територія України (додаток Б, рис.Б.12).

На 10 числа посилюється азорський максимум з центром над східною Атлантикою (1034 гПа) та антициклон над ЄТР (1029 гПа) – рис.4.6 (1); між вихорами поширюється вузька улоговина, оформлена у висотний циклон над центральною Європою, тим самим температурний режим над європейським сектором дещо стабілізується (додаток Б, рис.Б.13).

Україна до 15 серпня перебуває під впливом східного гребеня, що визначає збереження посушливих умов – рис.4.6 (2); додаток Б, рис.Б.14.

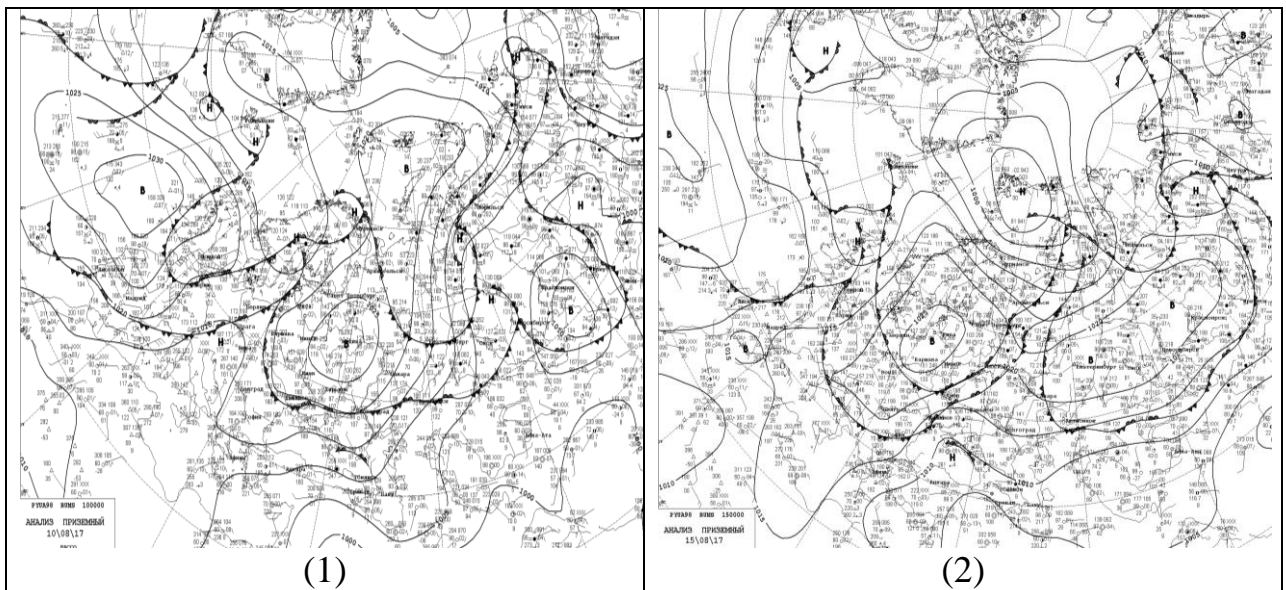


Рис. 4.6. Приземні карти погоди, 00 ВСЧ: (1) - 10.08.17; (2) – 15.08.17.

Процеси блокування над територією Європи у теплі періоди полягали в тому, що генеровані у системі азорського ЦДА окремі антициклони ставали малорухомими, займали величезні площі і зумовлювали аномальні прояви у полях температури, опадів, вітру, вологості. З південного заходу і півдня континентальне полярне, і тропічне повітря в системі гребенів виносилося на північний-схід. При сильному західному потоці відмічалось зміщення відрогів азорського максимуму у східному напрямі. В обох випадках форма циркуляції за типізацією Каца [22] змінювалася від зональної до західної з переходом до центральної і далі східної. Стійка тривала форма циркуляції не зберігалася.

Наступний етап дослідження блокуючого антициклогенезу – це зимові процеси.

У січні та лютому 2017 р. над атлантико-європейським сектором сформувався блокуючий процес у системі антициклонів, що займали великі площі на даній території і визначались вторгненням полярних вихорів з об'єднаннями їх у єдину смугу у помірному поясі з сибірським антициклоном.

За цей період територія Європи також неодноразово перебувала під дією активної циклонічної діяльності, що чергувалася з переважанням антициклонічних процесів. Область підвищеного тиску у високих широтах час від часу зумовлювала відхилення типових траєкторій атлантичних циклонів, в інші періоди при послабленні максимуму циклонічна діяльність досягала території України, викликаючи різку зміну погодних умов. Спостерігалось формування масштабних антициклонічних полів при різних траєкторіях вторгнення антициклонів, які в подальшому набували блокуючого характеру.

У середині січня над Європою формується посилений антициклон ($p_{\max}=1039$ гПа), відмічається масштабна система сибірського максимуму ($p_{\max}=1059$ гПа), ці два вихори утворюють поширену смугу високого тиску від Атлантики до Далекого Сходу. Циклонічна діяльність превалює над північним полюсом і акваторією арктичних морів у системі циркумполярного вихору з тиском в центрі 974,0 гПа та на півдні Європи, де на хвилях полярного фронту виникають південні циклони – рис.4.7 (1).

Висотне баричне поле за даними АТ-500 відповідає структурі блоку – диполь: гребінь на півночі з криволінійною віссю від центральної Атлантики на Великобританію і Скандинавію та улоговина на півдні з ультраполярною віссю від Баренцового моря через ЄТР на центр і схід Середземномор'я до Алжиру - додаток Б, рис. Б.15. Висотні центри вихорів виокремлюються: антициклон над Британією, поглиблений циклон з центром в районі Тірренського моря. ВФЗ має виражену меридіональність потоків з максимальними контрастами над Норвезьким морем у єдиній системі.

20-23 січня спостерігалось переміщення циклону по «пірнаючій» траєкторії на Урал, цей напрям руху визначений двома блокуючими антициклонами: сибірським з екстремумом тиску до 1060 гПа і антициклоном над Європою - максимальний тиск до 1038 гПа – рис. 4.7 (2).

Відповідно трансформується висотне баричне поле при посиленні гребеня з віссю від Балкан до Скандинавії, тим самим, структура поля набуває форми омегаподібний гребінь – додаток Б, рис. Б.16. Форма циркуляції відповідає центральній, але існування гребеневої структури

взимку над материком не підтримується вихолодженою підстильною поверхнею.

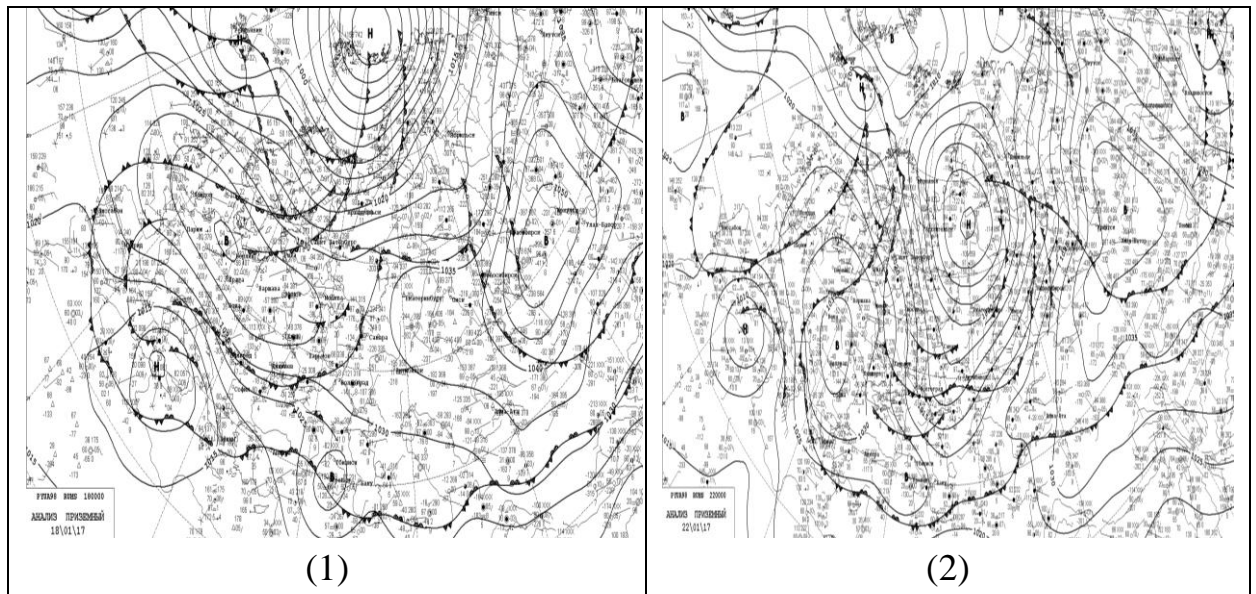


Рис. 4.7. Приземні карти погоди: (1)-18.01.2017 р.; (2) - 21.01.2017 р.

Процес опускання циклону відбувався до 24 січня при формуванні ультраполярної улоговини з криволінійною віссю від центрального Сибіру до Італії, що обумовило суттєве похолодання над східною Європою. Циклон являв собою потужний вихор еліпсоїдної форми з великою кількістю замкнених ізоліній на висотах, що свідчить про максимальну стадію розвитку з переходом до заповнення біля поверхні землі, мінімум тиску змінювався від 975 гПа 20 числа до 985 гПа 23 січня.

Перебудова поля відмічалась 26 січня - пірнаючий циклон локалізується над Каспійським морем при його заповненні і відсікається антициклоном у середніх широтах від основного циркумполярного вихору, конфігурація поля відповідає початку досліджуваного періоду – посилюється блок над Європою.

На 27 число антициклон займає практично всю Європу, за виключенням західної території регіону, центр вихору знаходиться над Белградом ($p_{\max}=1038$ гПа), сибірський максимум роздвоєний, тиск у центрах над західносибірської рівниною і на сході Монголії до 1040 гПа (рис.4.8 (1)); надалі спостерігається єдина смуга підвищеного тиску з виділенням окремих ядер. Циклонічна діяльність переважає над Атлантикою та над материком у поясі вище 60° півн.ш., а у системі ультраполярної улоговини над східноєвропейською рівниною спостерігається дефіцит опадів і зниження

температури. Структура висотного поля зберігає центральну форму циркуляції - додаток Б, рис. Б.17. Як відомо [22], центральна форма з різновидом ультраполярної східної улоговини зумовлює найбільш холодні зими на південному сході ЄТР.

До кінця січня у високих широтах переважає зональне перенесення потоків по підшві масштабної північної депресії до 60° півн.ш. над материком; у помірних широтах і на півдні континенту у приземному полі зберігається безперервна смуга високого тиску від Атлантики до Далекого Сходу з окремими ядрами (рис.4.8 (2)).

У перших числах лютого структура приземного баричного поля зберігається, а до 3 числа антициклон з європейського сектору зміщується на південь і послаблюється над Туреччиною, при цьому циклонічна діяльність охоплює Європу та Урал. Від 5 лютого спостерігається вторгнення полярного ядра з районів о. Нова Земля, за рахунок цього посилюється сибірський максимум; до 7 числа поглиблений мінімум стаціонує над Атлантикою, а над Італією відмічається південний циклон.

До 10 лютого знову вся Європа охоплена антициклонічним вихором, на території України відмічені екстремальні підвищені значення тиску – по окремих станціях до 1042 гПа, у центрі максимуму екстремум склав 10 лютого 1049,5 гПа над Кольським п-овом – рис.4.8 (3).

За даними АТ-500 5 числа ще зберігається структура омегаподібний гребінь, яка, проте, дещо зміщена на північ (додаток Б, рис. Б.18), надалі поступово ця структура руйнується, до 14 числа відновлюється знову, при посиленому баричному гребені з віссю від Тунісу через Італію на Скандинавію і далі, упритул до Гренландії, над східноєвропейською рівниною знову виділяється поглиблена ультраполярна улоговина (додаток Б, рис. Б.19).

14-15 лютого спостерігається синоптичний процес, подібний кінцю січня, з «пірнанням» циклону до Каспійського моря по низхідній гілці східної периферії висотного гребеня – рис. 4.8 (4).

У середній і верхній тропосфері до кінця другої декади лютого формується масштабна улоговина, що охоплює практично весь європейський сектор і Сибір, в результаті меридіональність над континентом послаблюється, оскільки улоговина полога «U-подібної» форми, і, як результат, біля поверхні землі на півночі, сході Європи і над ЄТР переважає циклонічна діяльність, антициклон зберігається над центральною Атлантикою з поширенням відроду до центру Європи.

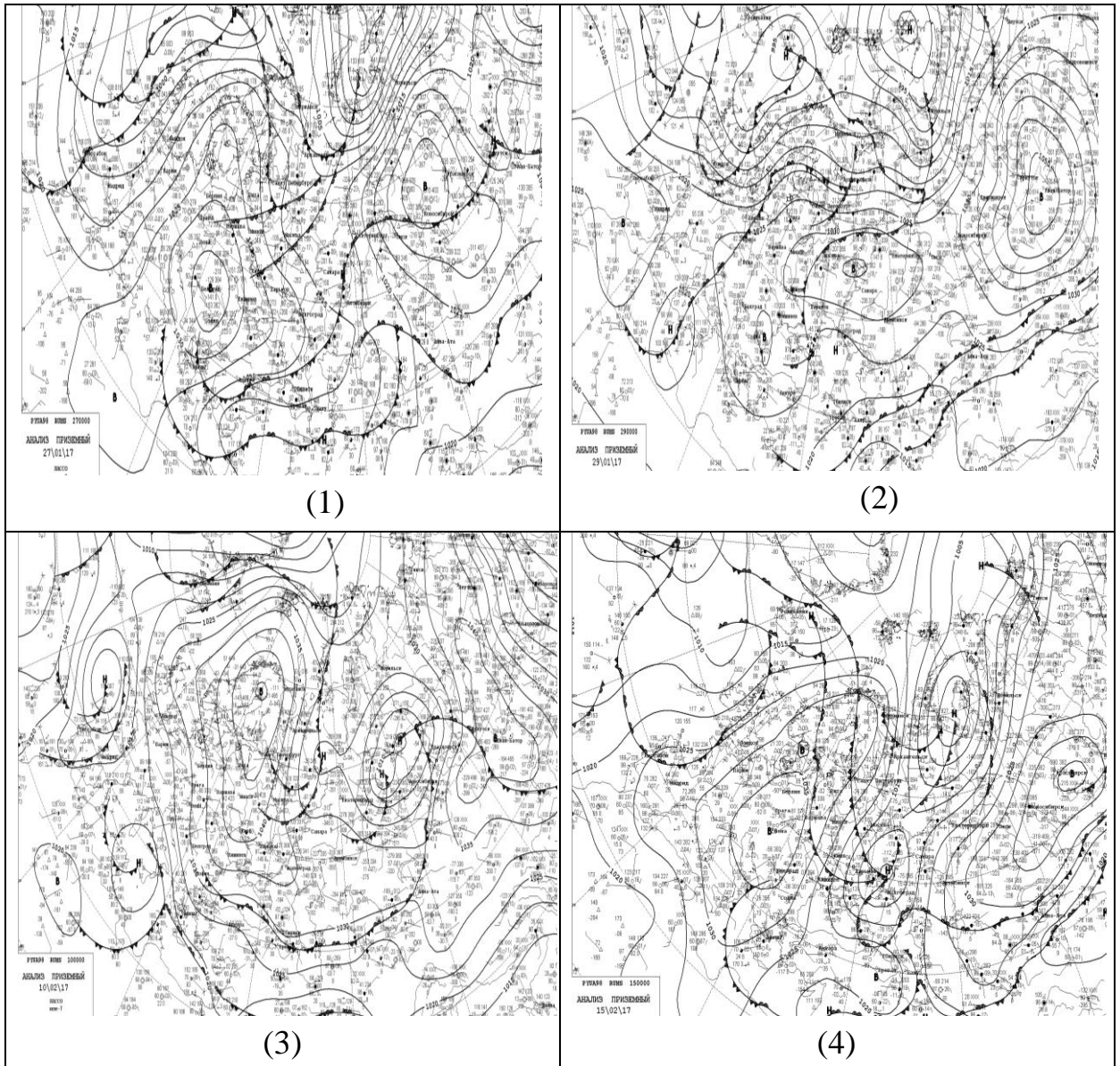


Рис. 4.8. Приземні карти погоди: (1) - 27.01.2017 р.; (2) – 29.01.2017 р.; (3) - 10.02.2017 р.; (4) -15.02.2017 р.

За типізацією Каца циркуляція протягом періоду визначалася як західна з трансформацією у центральну. Меридіональні процеси цих форм часто сполучаються, оскільки обидві є нестійкими у холодне півріччя. Розташування висотного гребеня над континентом, де повітря не тільки не прогрівається, але й додатково вихолоджується, не отримує умов для свого збереження. Самостійний висотний антициклон, який відсікається у високих широтах, створює блокуючий ефект, а потім об'єднується з західним чи східним гребенем.

Останній період дослідження – встановлення аномальних холодів над європейським регіоном у лютому-березні 2018 р.[7].

Аномальність процесу також визначалась пізніми календарними строками зниження температури повітря і встановлення високого снігового покриву. Відзначалося формування ультраполярної улоговини, в окремі періоди практично східного напрямку, з криволінійною віссю від Сибіру впритул до Біскайської затоки, що обумовило аномальне похолодання над Європою. Згідно типових схем блокуючого процесу на рівні 500 гПа, у різні періоди спостерігалася, як дипольна структура у кінці лютого при розщепленні західного потоку на дві гілки - антициклон на півночі (над північним сходом Атлантики) і циклон на півдні (над центральною і східною Європою), так і тип омегаподібний гребінь у середині березня при виділенні потужного висотного гребеня з віссю від Балкан через центральну Європу до сходу Гренландії і двох сполучених улоговин – над сходом Атлантики і західною Європою та над східноєвропейською рівниною відповідно.

Водночас, південь та схід Європи неодноразово підлягав дії активної циклонічної діяльності, що чергувалася з переважанням антициклонічних процесів. Область підвищеного тиску у високих широтах визначала типові траєкторії серії південних циклонів, які, зумовили на півдні Європи та над Україною небезпечні та стихійні явища погоди – сильні опади, ожеледь, різкі зміни температури.

Від 24 лютого спостерігається вторгнення антициклону за ультраполярною траєкторією від о. Земля Франца-Йосифа через Скандинавію на Європу, в результаті системи арктичного і полярного фронту відтісняються далеко на південь, де на хвилях фронтів розвиваються південні циклони – рис.4.9 (1). Антициклон від дня до дня посилюється і на 27 число потужна система високого тиску займає площу від Гренландії до Далекого сходу у високих та помірних широтах – рис. 4.9 (2). Виділяється два центри, основний - спостерігається над Скандинавією, відмічається аномально високе для цієї території значення тиску у центрі вихору – 1050,0 гПа, при посиленні 28 лютого до 1053,6 гПа.

Замкнутий центр антициклону простежується до рівня АТ-500 над Норвезьким морем (до 570 дам), потужна гребенева структура спочатку симетрична з віссю практично вздовж нульового меридіану, а надалі - поширюється у зональному напрямі, утворюючи дипольну структуру, що відповідає блокуючому процесу (додаток Б, рис. Б.20). Ультраполярна улоговина спрямована від середньосибірського плоскогір'я через ЄТР упритул до Франції.

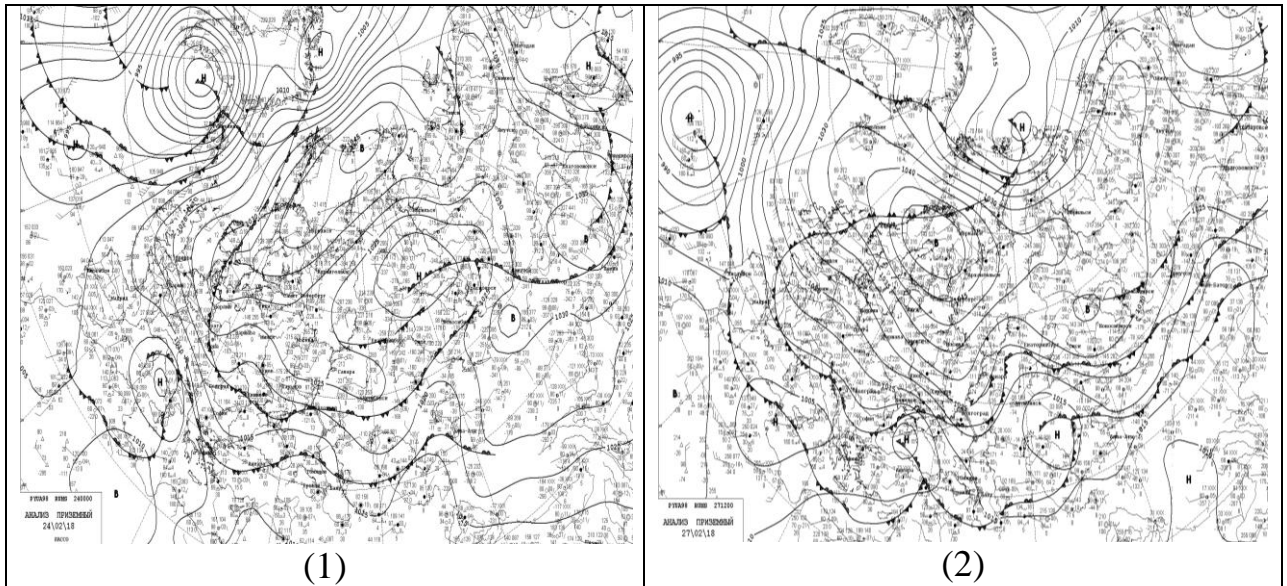


Рис. 4.9. Приземні карти погоди: (1) - 24.02.2018 р., 00 ВСЧ;
(2) – 27.02.2018 р., 12 ВСЧ

З 28 лютого спостерігається посилення блоку над Європою при вторгненні полярного антициклону з північного заходу від Гренландії, активна антициклонічна діяльність відмічається від Ісландії до ЄТР. В результаті, циклонічна діяльність переважає у поясі 30-60° півн.ш. під впливом переміщення серії південних циклонів.

Циклони розвивалися до АТ-500 і зміщувалися по південній периферії блоку. На початку березня структура приземного баричного поля зберігається, над Європою переважає циклонічна діяльність, північ Атлантики і східноєвропейська рівнина охоплені полем високого тиску – рис.4.10 (1). Максимальні контрасти ВФЗ виникають у штормовій перехідній зоні між полями високого і низького тиску та на у зональному потоці над північчю Африки – додаток Б, рис. Б.21.

До 12 березня блок біля поверхні землі руйнується і домінує циклонічна діяльність у переважаючих зональних потоках середньої тропосфери. 13 числа відмічається наступне вторгнення ядра антициклону за ультраполярною віссю – рис. 4.10 (2). Висотне поле набуває меридіональності, над східною Європою й Україною формується гребенева структура - додаток Б, рис. Б.22.

З 16 березня простежується формування ультраполярної улоговини з криволінійною віссю від північно-сибірської низовини впритул до центральної Європи, що обумовлює аномальне похолодання – додаток Б, рис. Б.23. Структура висотного баричного поля набуває форми

омегаподібний гребінь – з віссю від Балкан через Європу на Норвезьке море до сходу Гренландії і двох сполучених улоговин: над сходом Атлантики і над ЄТР, а на 22-24 березня структура поля трансформується у диполь – гребінь над Атлантикою і ультраполярна улоговина з віссю від о. Нова Земля через Європу до півночі Африки (додаток Б, рис. Б.24).

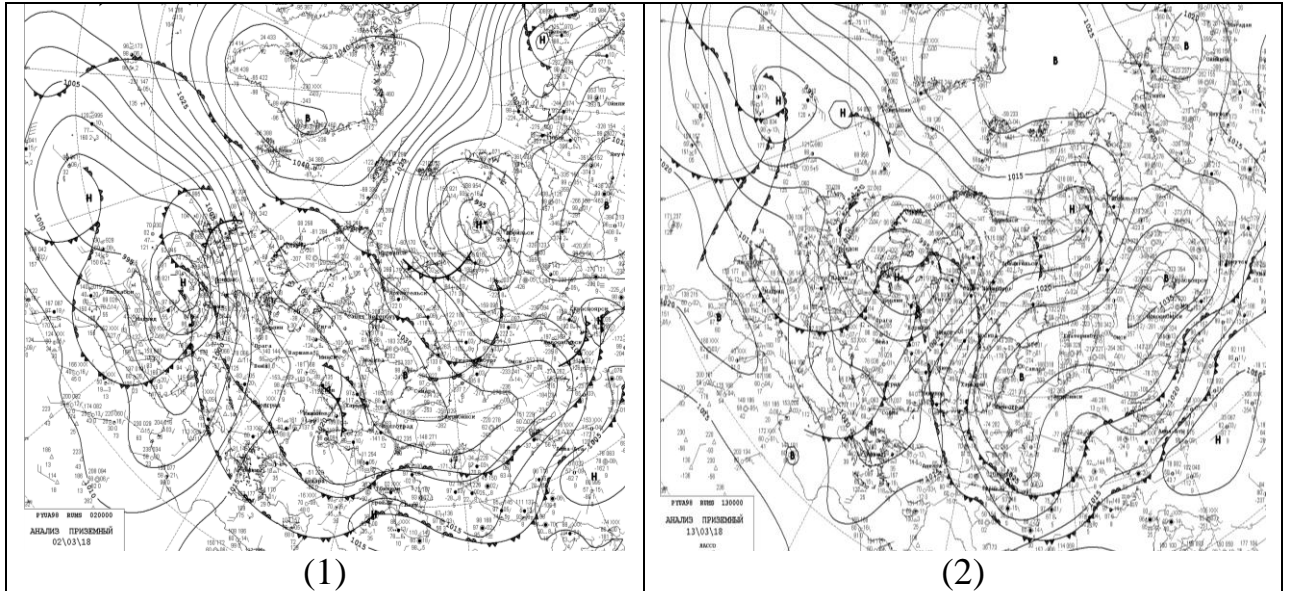


Рис. 4.10. Приземні карти погоди, 00 ВСЧ: (1) - 02.03.18; (2) – 13.03.18.

Від 17 березня на хвилі фронту над Італією формується південний циклон, який до 22-23 числа поступово зміщується на схід до Балкан і західного узбережжя Чорного моря. Повільне переміщення вихору і траєкторію руху визначає відріг високого тиску, що поширюється з Атлантики в широтному напрямку в помірних широтах. На 22 березня з циклоном пов'язані 2 системи атмосферних фронтів – арктична і полярна, що орієнтовані від Піренейського півострова до Кавказу у зональному напрямку. Над Туреччиною, Чорним морем і півднем України відмічається струминна течія зі швидкостями до $50-70 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. На строк 06 23 числа циклон поглиблюється – мінімум тиску на півночі Туреччини складає $996,7 \text{ гПа}$, вихор охоплює акваторію Чорного моря і південний захід України. Обидві системи фронтів зберігають широтну орієнтацію. Арктичний фронт з хвилями спрямований від Белграду через Кишинів, Кривий Ріг до Ростова. На території України проходить тепла ділянка фронту, в системі якої відмічаються тверді опади – рис.4.11.

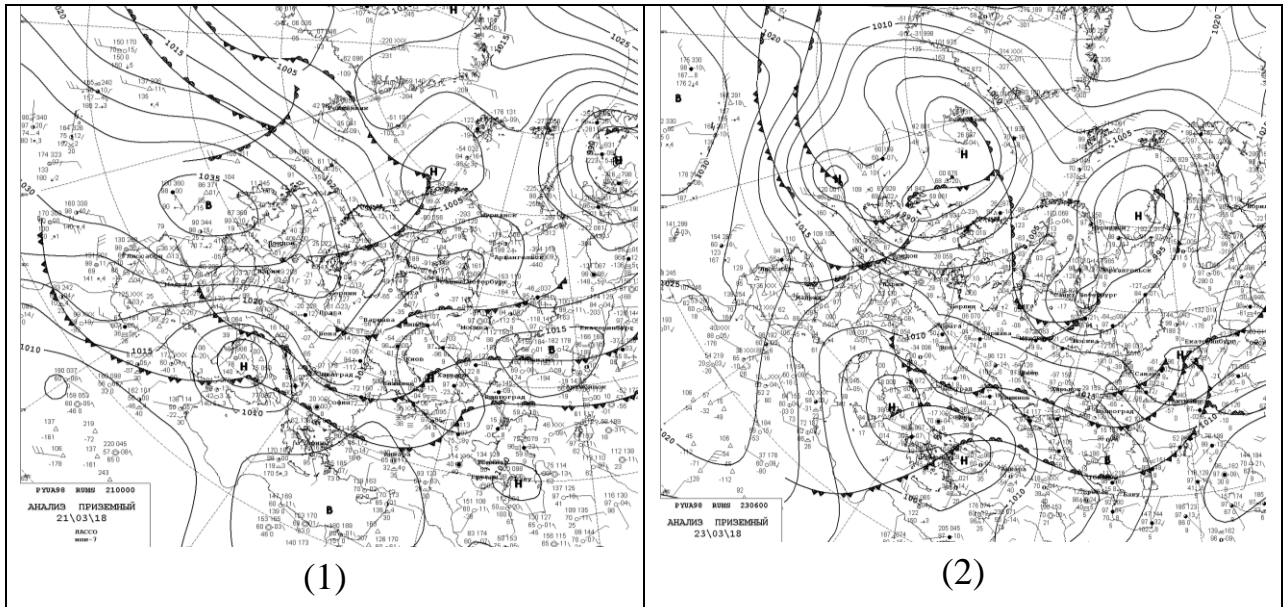


Рис. 4.11. Приземні карти погоди: (1) - 21.03.2018 р., 00 ВСЧ;
(2) – 23.03.2018 р., 06 ВСЧ

За останній проаналізований період висотне баричне поле також не мало стійкої довготривалої форми циркуляції, переважала західна форма за типізацією Каца [22], що визначає процеси, при яких висотний гребінь або антициклон розташований над Британськими о-вами чи західною Європою, а на схід від цього району знаходиться висотна улоговина, вісь якої проходить через крайній схід європейського континенту або західний Сибір. Практично вся Європа і західний Сибір охоплені поширеною глибокою улоговиною холоду, яка може мати різновиди спрямованості ВФЗ. При ультраполярній орієнтації ВФЗ, яка мала місце у досліджуваній період, процеси західної форми зумовлюють найбільш сильні похолодання на Європейській території.

4.2 Аналіз індексів блокування

Важливим етапом даного дослідження є встановлення кількісних - об'єктивних показників процесів блокування, під впливом яких формувалися складні погодні умови над європейським сектором. Для визначення індексів блокування використано дані ре-аналізу Національного центру передбачення клімату США NCEP/NCAR поля геопотенціалу на рівні 500 гПа у межах сітки значень з просторовою розв'язкою: 0–80° сх.д. і 35–90° півн.ш. [36].

Ідентифікація ситуацій блокування виконувалася шляхом розрахунку значень індексу блокування Лейєнаса і Окленда $I(\lambda)$, який враховує меридіональний профіль геопотенціалу [25, 31]. За результатами розрахунків побудовані схеми розподілу індексу блокування, на схемах блокам відповідають від'ємні значення індексу $I(\lambda)$.

У першому періоді дослідження – вересень 2016 р., значущі показники блокування $I(\lambda)$ з'явилися від 7 вересня у невеликій області над ЄТР з відмітками до -20. Надалі блок посилюється, і вже за добу до 8 числа над цим же районом блок інтенсифікується до значень $I(\lambda) = -91$ (рис.4.12 (1)).

9-11 вересня осередок значущих показників індексів блокування збільшується за площею над східноєвропейською і західносибірською рівниною, що відповідає гребеневій структурі за даними АТ-500, відмітки у центрі до -120 10 вересня і -152 на 11 вересня.

З 12 вересня при формування ядра антициклону над Європою, блокуюча система посилюється до відміток $I(\lambda) = -159$ (рис.4.1 (2)); форма циркуляції – центральна. Надалі до 16-17 числа система блоку слабшає, а від 18 числа з Атлантики на Європу поширюється масштабний відріг, при трансформації висотного баричного поля у диполь, осередок значущих індексів простежується від 30° сх.д. і далі на схід при різкому посиленні до -137 у центрі 17 вересня. Максимальна інтенсивність індексу блокування відповідає ізольованому центру у відрозі азорського максимуму над центральною і східною Європою, блок посилюється до показників -174 на 18 вересня над ЄТР (рис.4.12 (3)); в результаті, на момент виникнення південного циклону над Італією, східна Європа підпадала під вплив потужної блокуючої системи.

Від 19 вересня формується видовжена у зональному напрямку область значущих індексів блокування Лейєнаса і Окленда $I(\lambda)$ від 10° до 80° сх.д., найвища інтенсивність $I(\lambda) = -163$ 19 вересня; -154 на 20 вересня (рис.4.12 (4)).

При збереженні блоку над Європою відмітки на 21-22 вересня складають до -162 у смузі $10-50^\circ$ сх.д.

Таким чином, існування блокуючої структури перешкоджало руху південного циклону на схід, «продавлюючи» його траєкторію на Чорне море і південь України, що обумовило формування аномальних сум опадів при загостренні фронтальної діяльності.

Другий досліджуваний процес теплового періоду визначив аномальну спеку над європейським регіоном у відрозі азорського максимуму у липні-початку серпня 2017 р. Оскільки посилений антициклон локалізувався в своєму географічному осередку, для визначення індексів блокування Лейєнаса

і Окланда $I(\lambda)$ було зміщено область розрахунку у меридіональному секторі, охопивши частину Атлантики у західній півкулі: від 40° зах.д. до 30° сх.д.

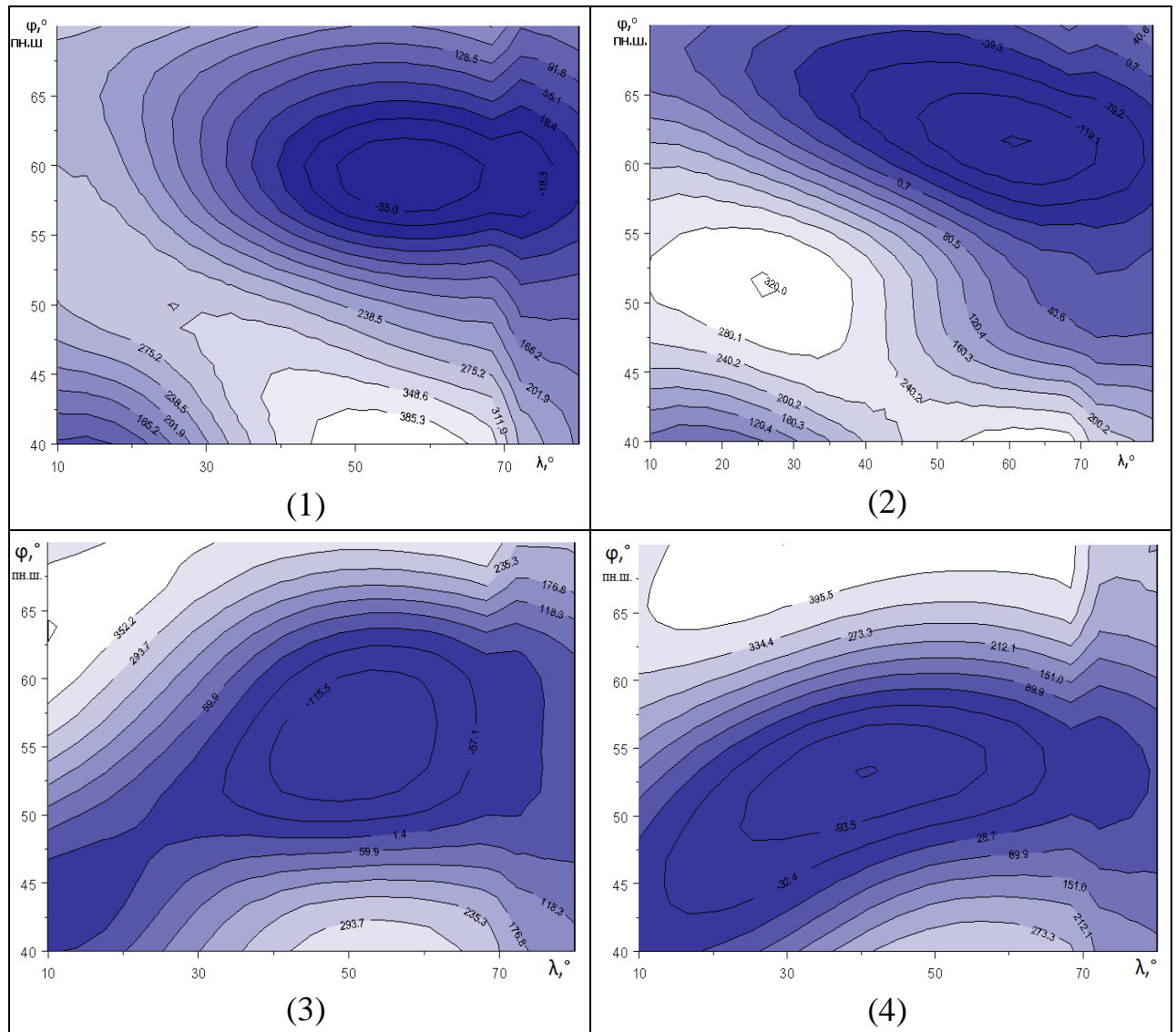


Рис. 4.12. Поля індексу блокування Лейенаса і Окланда $I(\lambda)$:

(1) - 08.09.16; (2) – 12.09.16; (3) – 18.09.16; (4) – 20.09.16.

Візуальна оцінка блокуючих індексів відібраного періоду вказує на неоднорідну структуру полів індексів блокування – рис.4.13.

У липні-серпні 2017 р. умови погоди над європейським сектором характеризувалися чергуванням циклонічних і антициклонічних циркуляцій. На початку другої декади липня антициклонічна циркуляція переважала над усім атлантико-європейським регіоном, індекси блокування вказують на значущі позначки блокуючого процесу над східною

Атлантикою. Так, екстремум склав на 20.07 -92 (рис.4.13 (1)), а на 23 липня відмічається посилення блоку і поширення області значущих індексів на схід до Європи, екстремум -122 (рис.4.13 (2)).

До 26 липня зберігається активізація блокуючого процесу, позначки індексу блокування до -220 над Атлантикою – це максимальна активність блоку за досліджуваній період (рис. 4.13 (3)). 28 числа блокуюча система мала значний розмір з відмітками до -151 над Атлантикою у системі азорського максимуму.

На початку серпня над Європою блок слабшає, а над центральною і північною Атлантикою посилюється - значущі індекси блокування складають 1 серпня до -151 і 2 серпня до -110 (рис. 4.13 (4)).

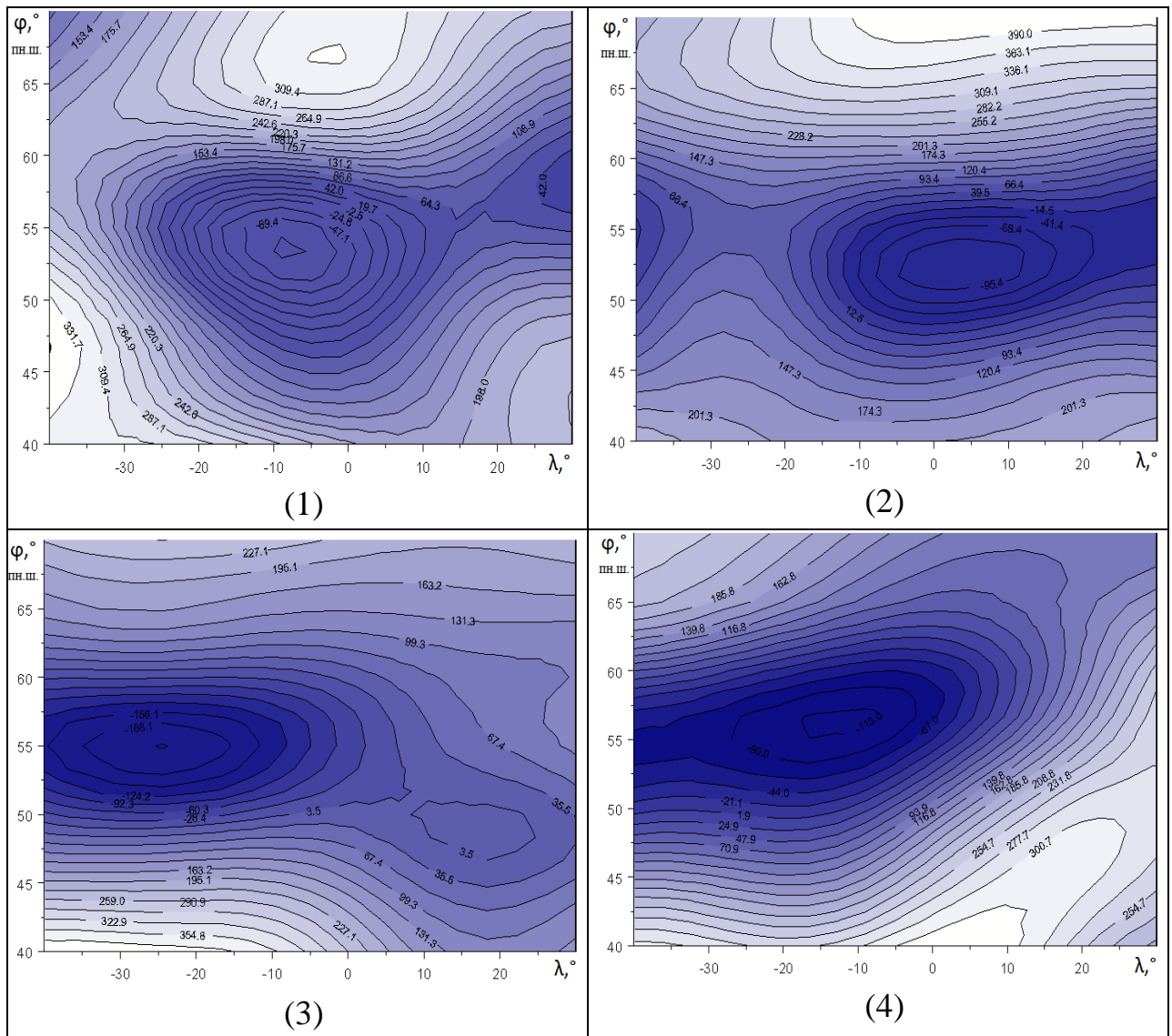


Рис. 4.13. Поля індексу блокування Лейенаса і Окленда $I(\lambda)$:

(1) - 20.07.17; (2) – 23.07.17; (3) – 26.07.17; (4) – 02.08.17.

На кінець першої декади серпня у зазначеній розрахунковій області від'ємні (значущі) відмітки індексу блокування $I(\lambda)$ не відмічалися. Отже, збереження посушливих умов і спекотної погоди до середини серпня, зокрема, на території України, визначалося впливом інших циркуляційних факторів.

Додатні значення поля індексу блокування на схемах свідчать про наявність циклонічних систем, що зміщені на південь і північ від масштабного блоку.

Наступні два періоди дослідження припадають на холодне півріччя.

У середині січня 2017 р. біля поверхні земля сформувалася масштабна смуга високого тиску, утворена антициклоном над Європою та сибірським максимумом у смузі $45-60^\circ$ півн.ш., циклонічна діяльність локалізувалася по північній і південній периферії блоку. Значущі індекси блокування з'являються з боку заблокованих серій південних циклонів над південним заходом Європи при екстремумах 17-18 січня до -209. До 21 числа процес посилюється і від'ємні показники індексу блокування $I(\lambda)$ виділяються над північню східноєвропейської рівнини і Північним Уралом – до -77 з активізацією блоку 22 січня до $I(\lambda) = -136$ (рис.4.14 (1)).

Від 23 числа з Атлантики поширюється відріг, а над європейським регіоном визначається другий гребінь, показники індексу блокування складають до -141, надалі блок помітно слабшає у північних районах ЄТР, а на 27 січня знову з'являється область значущих від'ємних індексів над півднем Європи і Чорним морем – рис.4.14 (2). Обчислені індекси блокування визначають значущі позначки блокуючого процесу, екстремум склав на 27 січня -95, 28 числа $I(\lambda) = -114$.

На початку лютого область від'ємним показників індексу $I(\lambda)$ на півдні Європи зникає, а з'являється знову на півночі ЄТР.

На 4 лютого структура висотного баричного поля змінюється з встановленням потужного гребеня від центральної Європи до Гренландії і область значущих індексів блоку формується у помірних широтах при роздвоєній структурі – один осередок над центральною Європою – по західній периферії гребеня з показниками до -66, і другий, більш інтенсивний осередок блоку, над північню Казахстану і Південним Уралом – по східній периферії гребеня, $I(\lambda) = -127$.

З 5 лютого відмічається суцільна смуга значущих індексів блокування зонально видовжена на просторі $10-80^\circ$ сх.д. з напрямком поширення з південного заходу на північний схід ($I(\lambda) = -112$). 6 числа блок

посилюється у всій виділеній області, з екстремумами у секторі 30-50° сх.д. до -173 (рис.4.14 (3)), екстремальні значення $I(\lambda)$ зберігалися протягом кількох діб надалі.

8-10 лютого знову інтенсифікуються два осередки блоку – над півднем Європи (до -118 8 лютого) та більш потужний – над північню східноєвропейської та західносибірської рівнини, що відповідає східній периферії блоку у системі ультраполярної улоговини – рис.4.14 (4). Саме в цьому районі 10 лютого екстремальні показники індексу блокування $I(\lambda)$ склали до -223.

Проте від 12 лютого блокуюча система на півночі Сибіру різко слабшає, оскільки поглиблена ультраполярна улоговина посувається далеко на захід, і, відповідно, висотний гребінь займає положення над заходом Європи – західна форма циркуляції при формуванні значного похолодання над європейським регіоном (рис.4.14 (5)). Надалі, до кінця другої декади лютого, у висотному баричному полі переважає зональне перенесення і блок за кількісними показниками не визначається, хоча у приземному полі зберігається масштабна смуга високого тиску. Відновлення блоку відмічається з 21 лютого – область значущих показників $I(\lambda)$ охоплює високі широти від 60° півн.ш. на всьому просторі сектору – 10-80° сх.д., екстремум індексу блокування $I(\lambda) = -166$ над північню західносибірської рівнини – рис.4.14 (6).

Останній період дослідження охоплює лютий-березень 2018 р. Розрахункова область розширена і охоплює простір 10° зах.д. - 60° сх.д., оскільки дипольна структура висотного баричного поля була сформована над західною Європою і східним узбережжям Атлантики. При визначенні чіткого диполу від 24 лютого у полі розподілу індексу $I(\lambda)$ встановлюються аномальні позначки, що перевищують інтенсивність блоків у всіх розглянутих періодах, блокуюча система займає вісь виділений регіон з поширенням з південного заходу на північний схід, як і в окремі дати попереднього зимового періоду 2017 р. 25 числа екстремум сягає -411, на 26 лютого -393 безпосередньо над Україною – рис.4.15 (1).

На ці дати поглиблена ультраполярна улоговина поширюється практично у зональному напрямку від центрального Сибіру до заходу Середземномор'я.

До 28 лютого блок інтенсифікується над Європою до позначок -461 (рис.4.15 (2)).

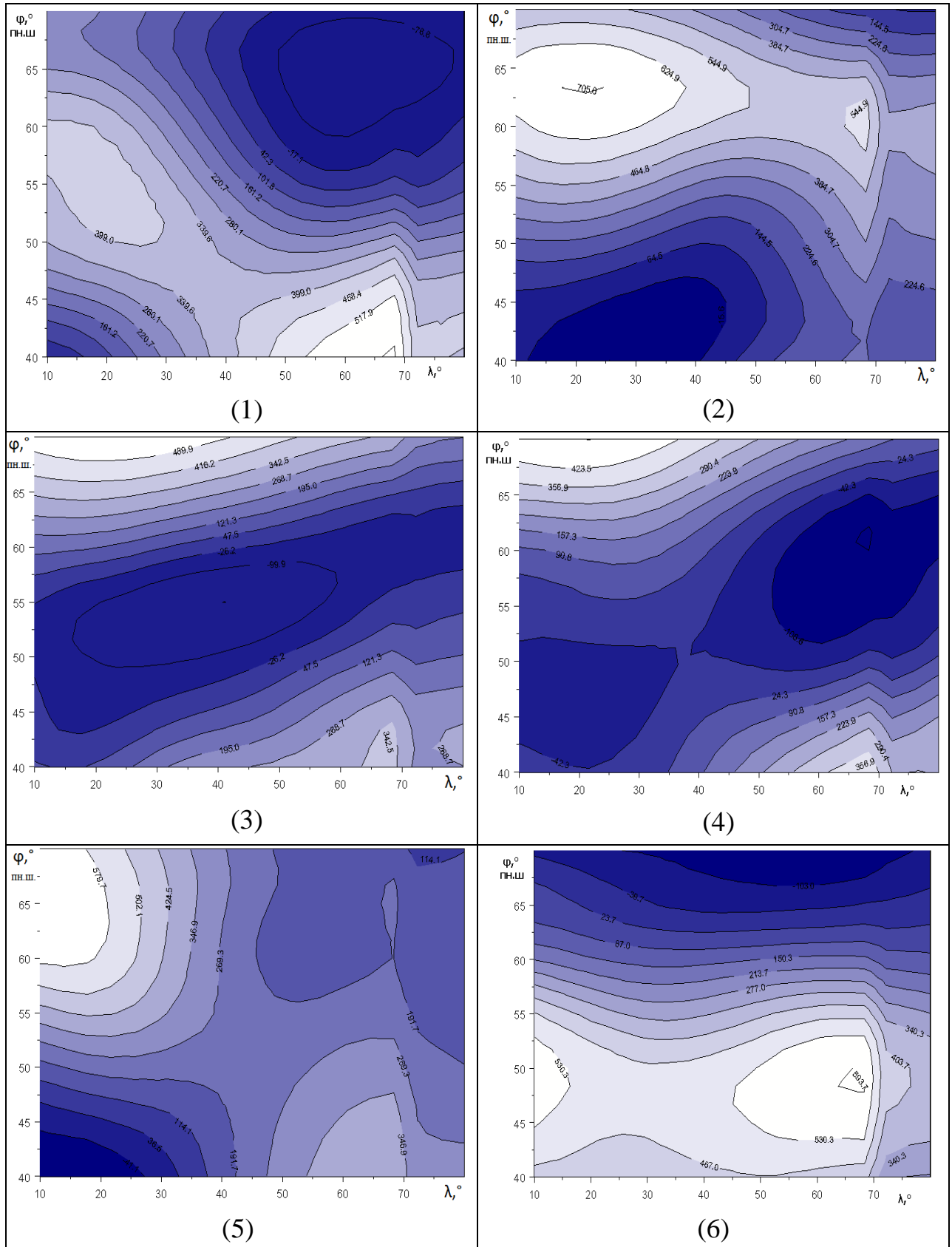


Рис. 4.14. Поля індексу блокування Лейєнаса і Окланда $I(\lambda)$:

(1) - 22.01.17; (2) – 27.01.17; (3) – 06.02.17; (4) – 09.02.17;
 (5) - 14.02.17; (6) – 21.02.17.

01 березня положення блоку змінюється при звуженні області і поширенні від східного узбережжя Атлантики на Європу, показники індексу блокування $I(\lambda) = -266$ відповідають південній периферії гребеня в області ультраполярної улоговини (рис.4.15 (3)). Надалі блок над цим районом слабшає, а до середини березня при відновленні блоку відповідно до роздвоєної структури області високого тиску біля землі, поле індексу блокування на 16 березня також виділяє смугу значущих індексів видовжену з північного сходу на південний захід з двома центрами, більш інтенсивний осередок відмічається в районі Британії $I(\lambda) = -150$, інший - над східноєвропейською рівниною $I(\lambda) = -61$ (рис.4.15 (4)). На кінець березня у зазначеній розрахунковій області від'ємні (значущі) відмітки індексу блокування $I(\lambda)$ не відмічалися.

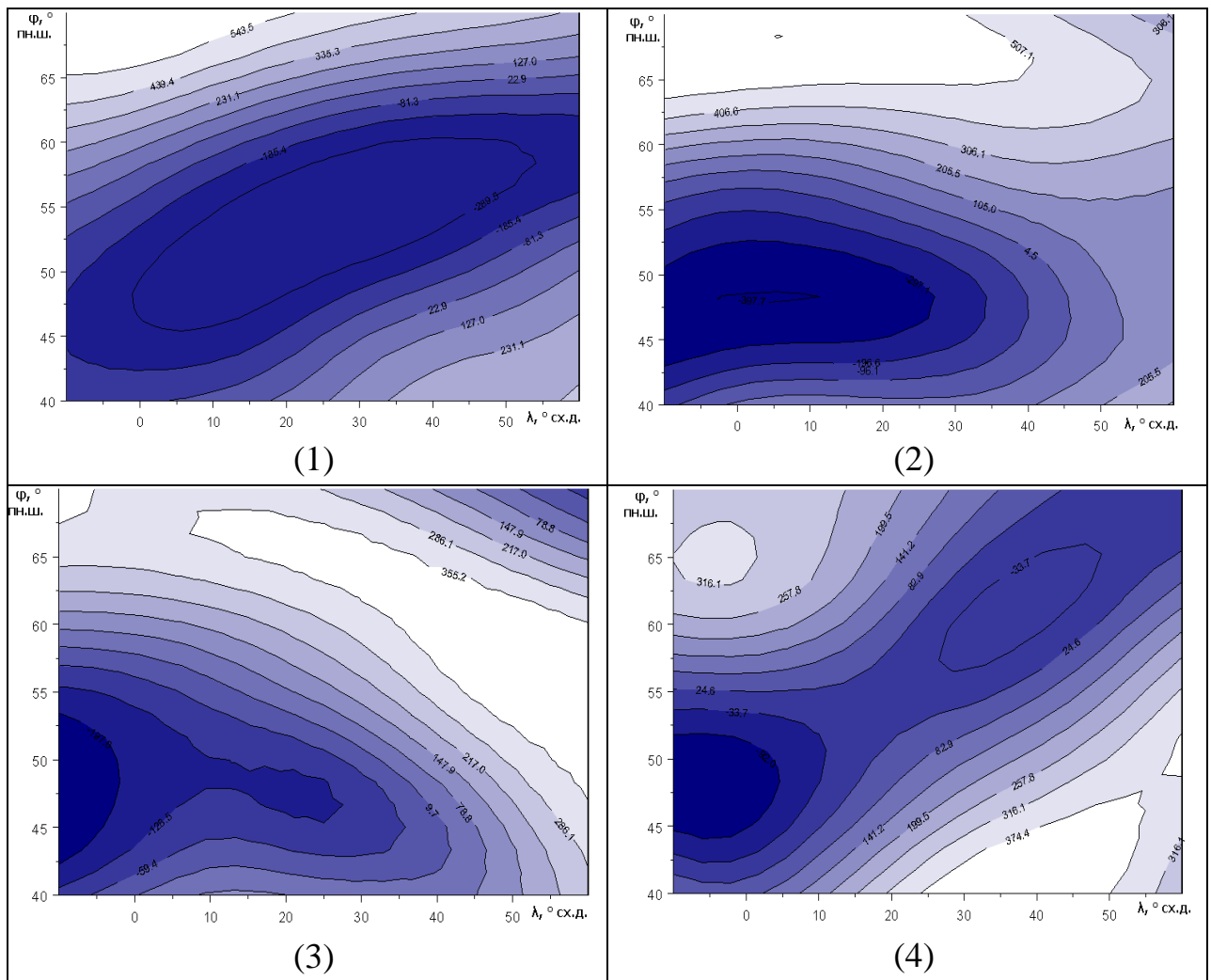


Рис. 4.15. Поля індексу блокування Лейєнаса і Окленда $I(\lambda)$:

(1) - 26.02.18; (2) – 28.02.18; (3) – 01.03.18; (4) – 16.03.18.

Слід відмітити, що стаціонанування антициклонів над переважною частиною європейського сектору відповідає областям від'ємних значень індексу блокування по їх периферіях, що добре узгоджується з непрямыми ознаками блокування при аналізі карт приземного аналізу, абсолютної та відносної баричної топографії.

Порівняння полів індексу блокування дозволяє визначити, що від'ємні значення індексу блокування дещо зміщені у бік заблокованих траєкторій циклонів.

4.3 Особливості полів температури і опадів

У кінці серпня і до другої половини вересня 2016 р. над європейським сектором в антициклонічному полі встановилися умови для посухи і високого фону температури повітря.

Так, над всією територією України за третю декаду серпня відмічалися додатні аномалії температури з найбільшими показниками до 5°C у більшості областей з максимальним перевищенням норми середньої температури повітря на $5,6^{\circ}\text{C}$ у Запоріжжі. За цей період на переважній частині країни відмічався стійкий недобір опадів, місцями – без опадів і лише на окремих станціях на сході, півдні і заході – перевищення норми - рис.4.16.

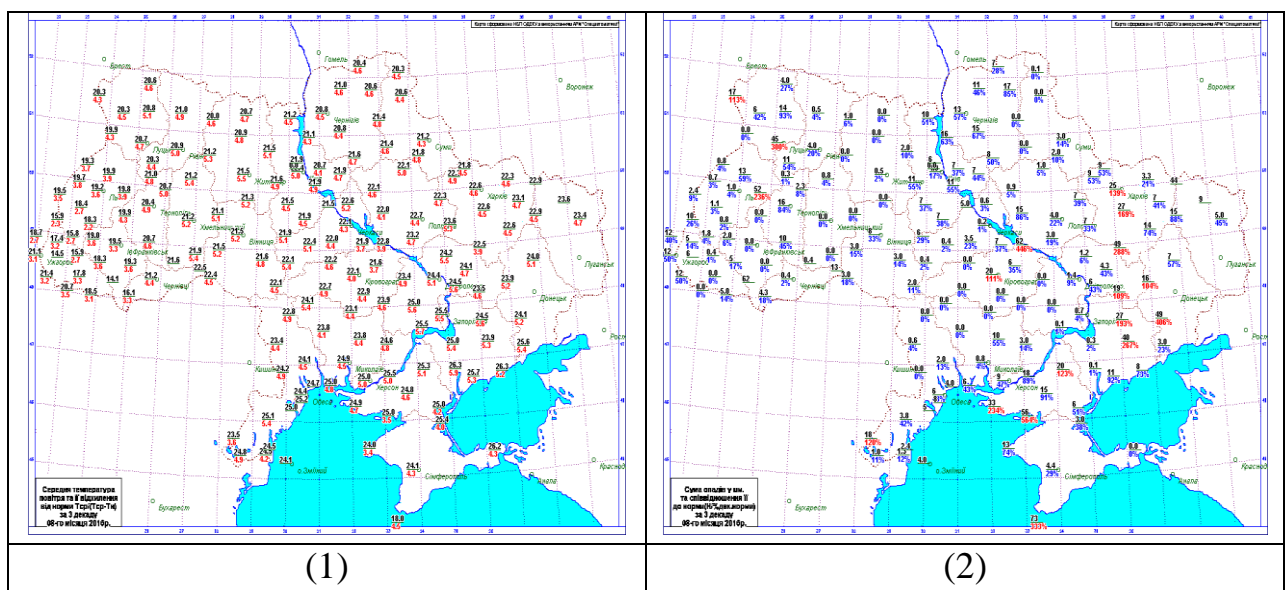


Рис. 4.16. Середні показники та відхилення від норми за третю декаду серпня 2016 р.: (1) - температура повітря; (2) – сума опадів

На ряді станцій максимальна температура повітря на третю декаду серпня складала до 33-37°C, по окремих пунктах – на початок і навіть у другій-третій вересня – до 31-35°C (Херсон 03.09.2016 – 35,1°C, Миколаїв 23.09.2016 – 32,5 °C).

Перша декада вересня характеризувалася посушливими умовами при практично повній відсутності опадів над Україною, температурні додатні аномалії зберігаються над всім простором з максимальними відхиленнями на заході (5,3 °C у Хмельницьку) – рис.4.17.

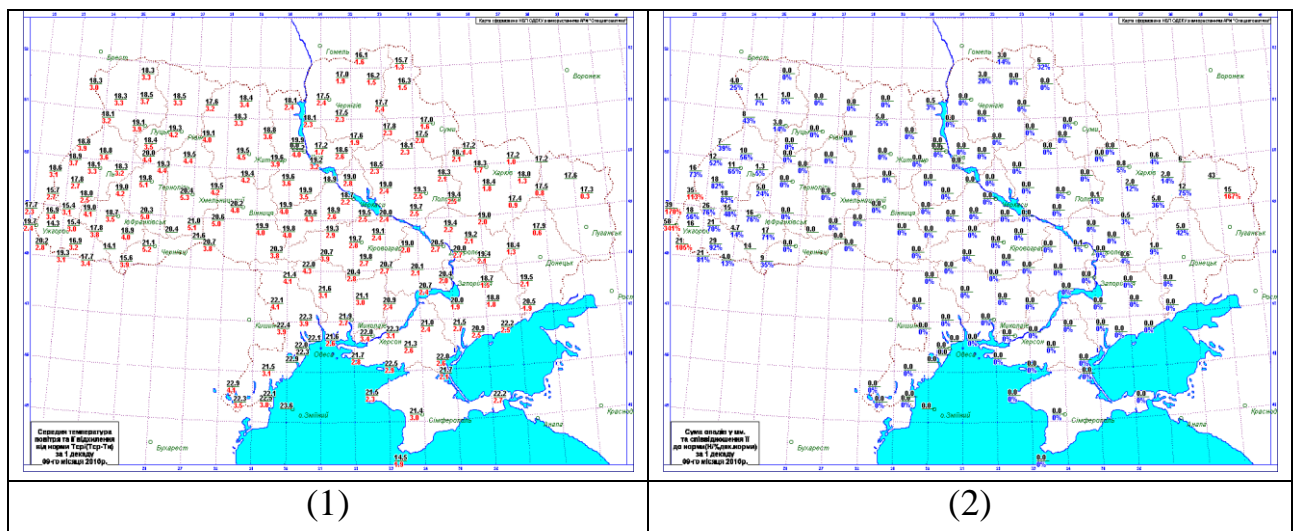


Рис. 4.17. Середні показники та відхилення від норми за першу декаду вересня 2016 р.: (1) - температура повітря; (2) – сума опадів

З іншого боку, існуванням блокуючої системи над Європою та ЄТР визначало траєкторію руху південного циклону над акваторіями Середземного і Чорного морів у другій декаді вересня - вихід генуезького циклону до Чорного моря 19-20 вересня спричинив аномальні суми опадів на півдні України.

Зливи мали фронтальне походження. На кінець доби 19 числа з заходу на схід через Україну змістилися дві паралельні ділянки теплих фронтів широтної орієнтації, арктична - від Будапешту через Львів, Вінницю до Запоріжжя та полярна – від Софії через Бухарест на Крим, а на ранок 20 вересня - ділянки холодних фронтів - через південь країни і Чорне море.

Утворення хмарності за типом багатокоміркової системи визначило комплекс небезпечних і стихійних явищ. Знімки хмарності за даними МШСЗ ілюструють потужний хмарний масив з купчасто-дощовою хмарністю циклону над південно-східною Європою і Україною, зокрема (рис.4.18).

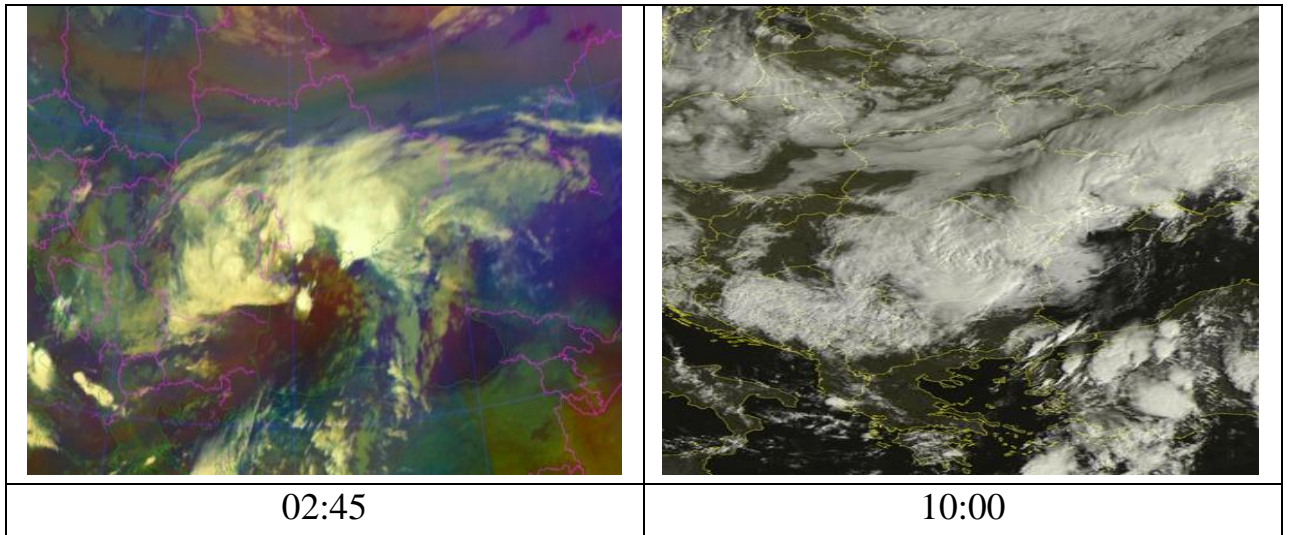


Рис. 4.18. Супутникові знімки хмарності 20.09.2016 р.

Відмічалися стихійні опади: Одеса ГМЦ - на 06:09 злива 31 мм/1 год., 06:10 - зливовий дощ 85 мм/12 год.; Одеса АМСЦ - на 06:03 зливовий дощ з грозою 58 мм/6 год.; Порт Південний на 12:10 зливовий дощ 66 мм/12 год.; Білгород–Дністровський на 06:15 - 115 мм/12 год. зливового дощу з грозою; Мелітополь на 10:20 – 51 мм/10 год. (рис. 4.19).

Сильні денні зливи 20 вересня до 25-30 мм спостерігалися також у Херсонській, Дніпровській, Запорізькій і Донецькій областях відповідно до положення фронтальної системи, нічні небезпечні опади зафіксовано у Чорноморську (АР Крим) 44 мм/12 год.

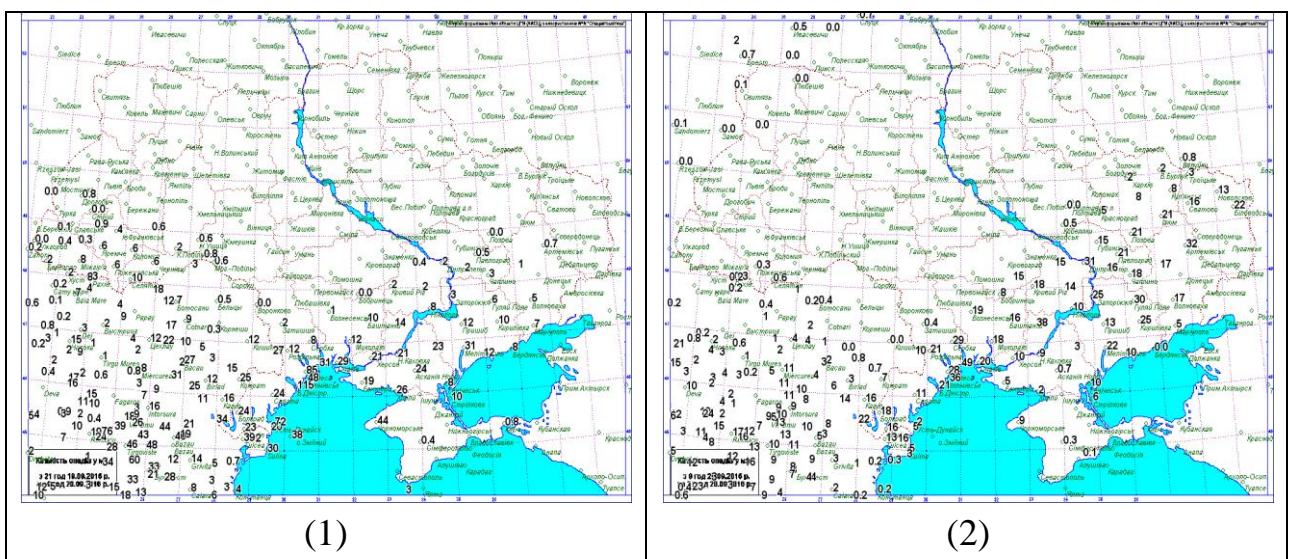


Рис. 4.19. Кількість опадів (мм) за період: (1) – з 21 год. 19.09. до 09 год. 20.09.2016 р.; (2) – з 09 год. до 21 год. 20.09.2016 р.

У другому періоді дослідження теплого півріччя поширена за площею область високого атмосферного тиску підтримувала аномальну спеку над Європою з середини липня до першої декади серпня 2017 р. Італійські метеорологи назвали цей антициклон «Люцифером». Італійські кліматологи відзначили, що літо 2017 р. стало найбільш спекотним за всю 200-літню історію регулярних метеоспостережень на Апеннінах. Антициклон спричинив сотні лісових пожеж і сильних штормів по всій Європі, підвищення температури до 40°C від Іспанії до Балкан.

На рис. 4.20 зображено поширення теплової хвилі на рівні 850 гПа з екстремальними показниками $\geq 25^{\circ}\text{C}$.

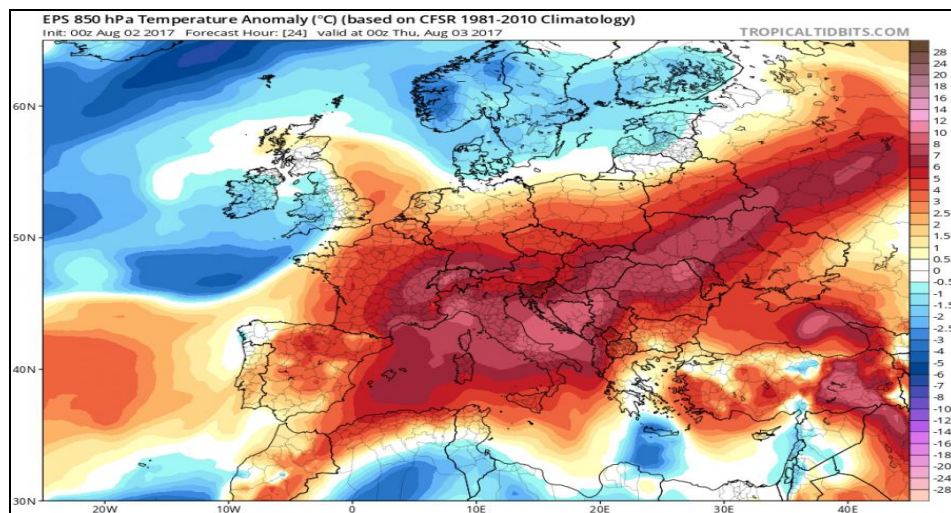


Рис.4.20. Розподіл аномалії T_{850} 02.08.2017 р.

У результаті дії антициклону в Європі загинули, як мінімум, десять чоловік. Теплова хвиля і посуха скоротили вдвічі обсяг сільськогосподарського виробництва у ряді європейських країн. Найсильніше від спеки постраждали Італія і балканські країни, також в епіцентрі спеки виявилася південна частина Польщі. Європейська система попереджень Meteoalarm оголосила найвищий - червоний - рівень небезпеки в 10 європейських країнах. Пожежами були охоплені окремі райони Угорщини, Албанії, Сербії, Боснії, Македонії і Хорватії. Небувала спека охопила Сардинію і Сицилію, Португалію і Іспанію, включаючи Каталонію і Балеарські острови. Липень 2017 р. над Європою був визнаний за даними NASA, як найбільш теплий липень протягом 137 років сучасного ведення обліку, відповідно до щомісячного аналізу глобальної температури.

Європейський температурний рекорд встановила спека 29 липня у Греції. Найвища температура була зафіксована у районі Мірес недалеко від міста Іракліон на Криті $45,9^{\circ}\text{C}$. 27 липня в околицях Рима було зареєстровано 43°C . Від 24 до 30 липня на Сардинії зафіксували 50°C , в Неаполі 49°C , у місті Ріміні 48°C . На початку серпня аномалії температури збереглися, у ряді країн півдня Європи температура повітря досягла 44°C . 2 серпня на Сардинії температура повітря піднялася до відмітки 44°C , а на Сицилії 42°C .

Розглянемо детально аномалії полів температури і опадів над Україною. Оскільки циклонічна і антициклонічна діяльність протягом липня-серпня 2017 р. на просторі європейського континенту змінювала одна іншу, доречно визначати аномалії метеовеличин подекадно, а не за місяць. Визначимо особливостей температурних полів (рис. 4.21).

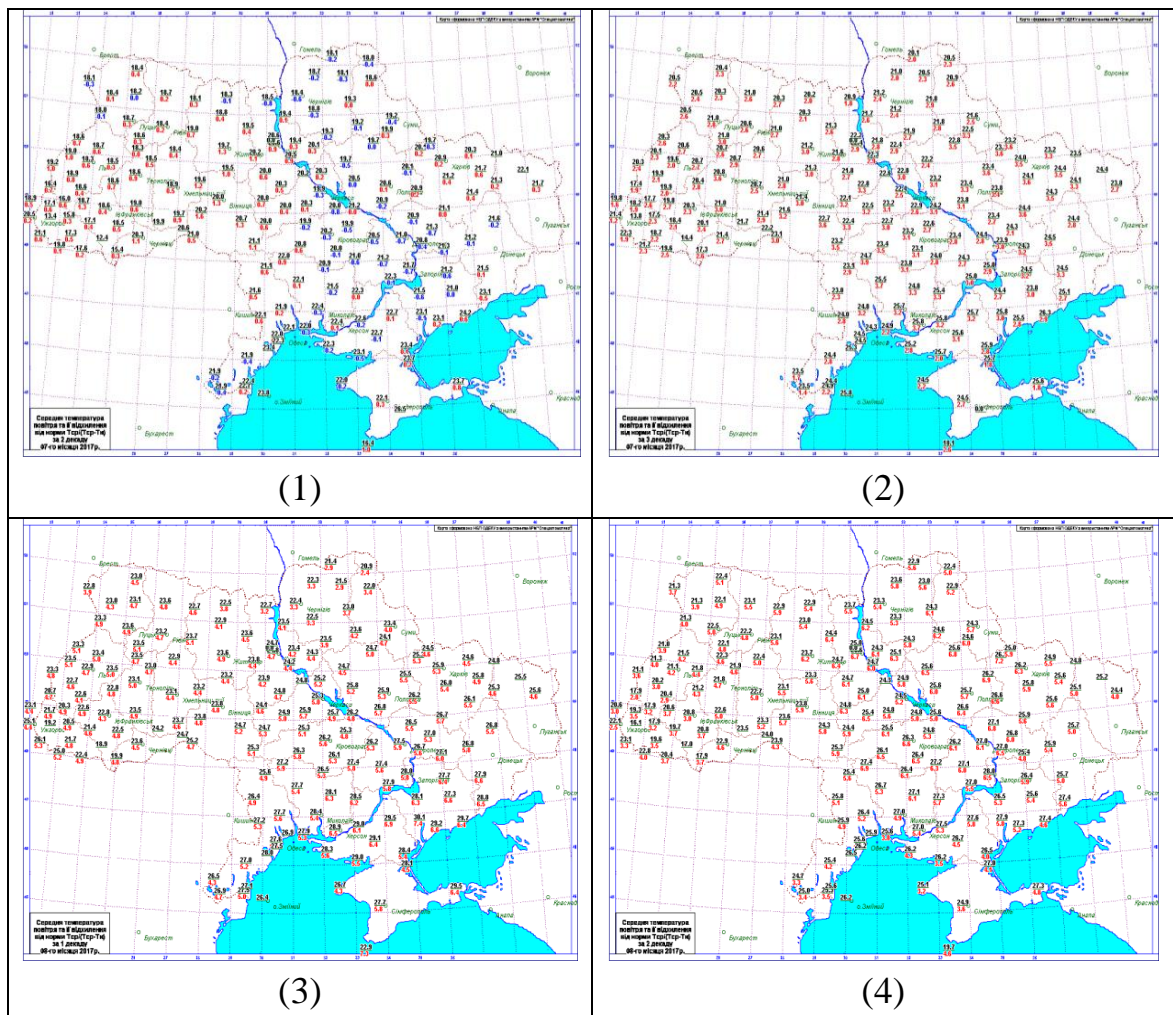


Рис. 4.21. Середня температура повітря та відхилення її від норми:

(1) – друга декада липня; (2) – третя декада липня;

(3) – перша декада серпня; (4) – друга декада серпня 2017 р.

Відхилення температури від норми простежуються на всій території України, при цьому найбільші додатні аномалії відзначаються у першій декаді серпня до $6,6^{\circ}\text{C}$ на південному сході.

У другій декаді липня в північних та центральних районах України відмічається незначна від'ємна аномалія температури, з найвищим відхиленням до $0,7^{\circ}\text{C}$. А на решті території країни починає формуватися підвищений температурний режим; при поступовому поширенні відрогу з заходу від азорського ЦДА відмічаються додатні аномалії до $1,1 \dots 1,6^{\circ}\text{C}$. При цьому відповідно до переважання меридіональних потоків у цей період, спостерігається чергування смуг додатних і від'ємних відхилень температури від норми. Третя декада липня вирізняється вже значними перевищеннями середньої температури повітря по всій території України, максимум фіксується в Миколаївській області – до $3,7^{\circ}\text{C}$ вище норми. Середні показники додатної аномалії в межах $2-3^{\circ}\text{C}$.

У першій та другій декаді серпня фіксуються максимальні відхилення від норми у бік перевищення температури з екстремумом у Запорізькій області $7,4^{\circ}\text{C}$ у першій декаді серпня при середніх відхиленнях температури повітря від норми $4-6^{\circ}\text{C}$; до $7,2^{\circ}\text{C}$ в Харківській області у другій декаді при середніх відхиленнях $5-6^{\circ}\text{C}$.

Характеристики ходу температури від дня до дня визначають наступні екстремуми. У третій декаді липня відхилення від норми середньодобової температури повітря до 5°C у центрі і на сході країни (при перевищенні у всіх областях). З 27 липня додатні аномалії температури визначають показники до 6°C , при підвищенні максимальних температур на сході до 37°C . 28 липня на сході фіксуються відмітки у 39°C .

Початок серпня показує підвищення максимальної температури повітря вище 30°C по всій території України. Перевищення показників норми до 9°C на заході та в центрі. До 2 серпня максимальна температура 37°C відмічається у центрі і на півдні країни. З числа з'являються відмітки 38°C в Вінницькій і Миколаївській областях.

4 серпня екстремуми в 40°C зафіксовані в Миколаївській області; до 5 серпня в Одеській, Херсонській і Запорізькій і знову Миколаївській областях місцями до 40°C . При цьому середньодобові температури перевищують кліматичну норму у $9-10^{\circ}\text{C}$. 7 серпня реєструється 41°C у Запорізькій області, а надалі максимумами зміщуються до сходу. У другій декаді серпня значних аномалій не відмічено, перевищення норми до 5°C .

За першу декаду серпня зони перезволоження сформовані в західній, північно-західній, північній, та південно-західній Україні. Ці території підпадали під фронтальну діяльність у системі циклонів, траєкторія яких була визначена блокуючим процесом. Переважна частина країни охоплена посухою при значному дефіциті опадів, а саме, повній відсутності опадів в центрі, на сході і півдні країни (за виключенням Одещини і окремих районів Херсонської і Миколаївської областей). Недобір опадів спостерігається також на частині західних і північних станцій.

За другу декаду серпня по всій території України спостерігається суттєва нестача вологовмісту, спричинена посиленням блоку. На більшості станцій опади не зафіксовані. Окремі станції на півдні та заході відмічали високі позначки перезволоження, що є типовим для літнього періоду - при одноразових сумах небезпечних і стихійних опадів конвективного походження.

Наступні 2 періоди дослідження – встановлення значного похолодання над Європою.

За третю декаду січня 2017 р. по всій території України спостерігається дефіцит опадів, спричинений посиленням блоку і встановленням потужного холодного антициклону біля поверхні землі над ЄТР. На деяких станціях опади не зафіксовані взагалі, найбільше зволоження складало тільки 30% норми на сході і півночі країни. До першої декади лютого ситуація зворотна - відхилення опадів від норми у бік перевищення виникало на всій території країни - це зумовлене процесом пірнання циклону на ЄТР, лише подекуди у центрі та на сході на станціях присутній недобір опадів.

До другої декади лютого, при наступній «хвилі» блокування досліджуваного періоду і встановленні інтенсивного антициклону над Європою, ЄТР і Україною безпосередньо, вся територія країни характеризується дефіцитом опадів, при цьому показники більш екстремальні - знову на багатьох станціях опади не зареєстровані.

Температурні відхилення від норми простежуються на всій території України, при цьому найбільші від'ємні аномалії відзначаються у першій декаді лютого до 4°C на сході. По всій країні відмічається зниження середньої декадної температури відносно норми і лише на Закарпатті внаслідок орографічних умов деяке перевищення норми (рис.4.22).

У січні та другій декаді лютого по Україні відмічається чергування смуг з перевищенням та зниженням середньої декадної температури відносно кліматичної норми, яке відповідає зміні цикло- і антициклонічної діяльності. Зазначимо, що у третій декаді січня фіксуються максимальні відхилення від норми у бік зниження температури на заході країни – до 6 °С.

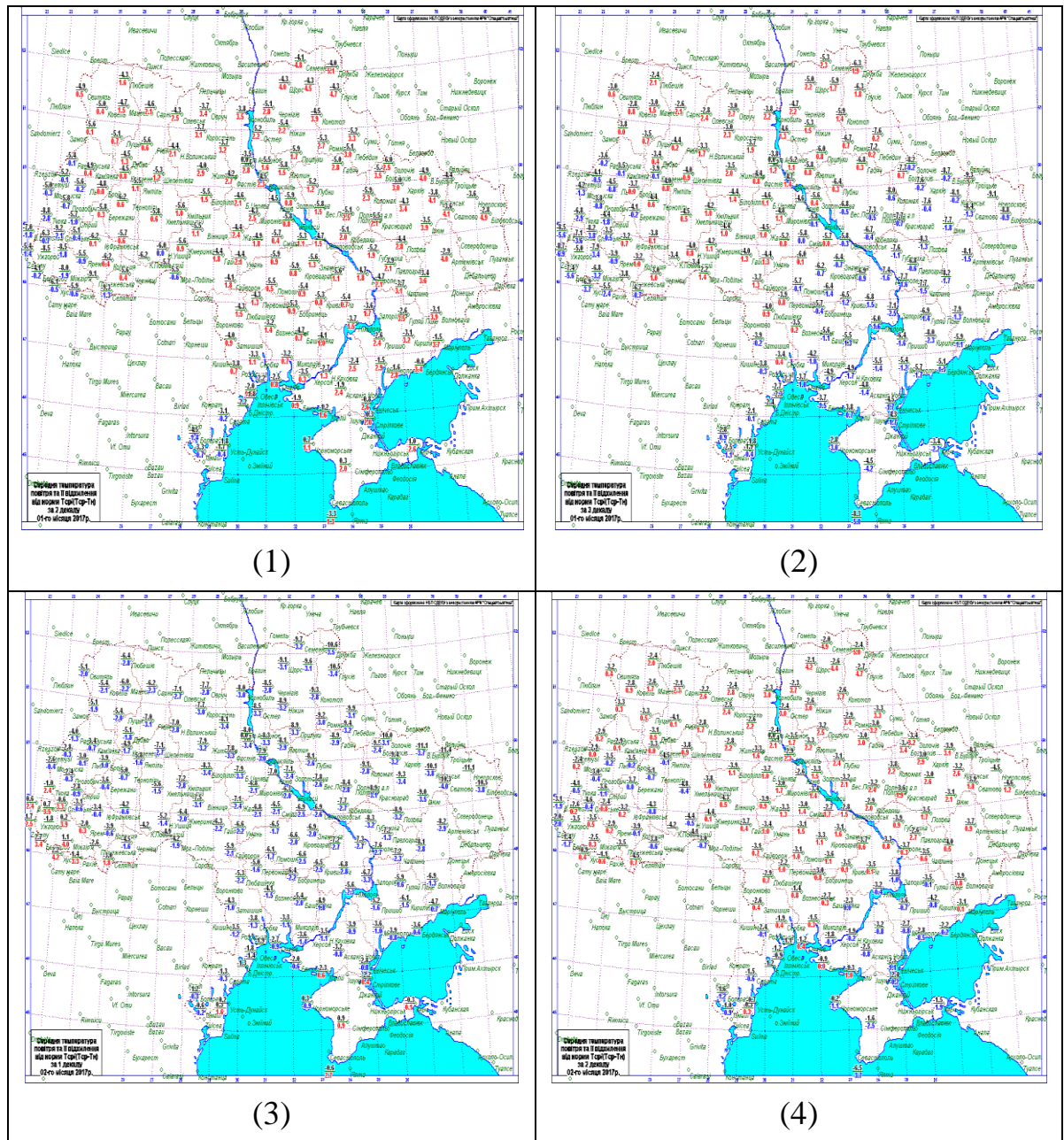


Рис. 4.22. Середня температура повітря та відхилення її від норми:

(1) – друга декада січня; (2) – третя декада січня; (3) – перша декада лютого; (4) – друга декада лютого 2017 р.

Загалом по Україні відмічалось 2 хвили холоду з різким падінням температури на 10-15°C за добу при поширенні ультраполярної улоговини: наприкінці січня, коли на ряді станцій мінімальна температура знизилася до позначок -23...-17°C; на 8-11 лютого, при встановленні мінімумів температури повітря до -23...-16 °С.

Останній період – лютий-березень 2018 р. визначає найбільшу від’ємну аномалію температури повітря над Європою.

Наведемо деякі характеристики температурно-вологісного режиму на Україні, різкі зміни в яких були зумовлені формуванням блоку.

Надмірна кількість опадів у вигляді снігу була спричинена дією блокуючого антициклону у північних широтах, що посилювали циклонічну діяльність на півдні Європи. Максимальна висота снігового покриву по країні 28 лютого була наступною: на північному сході і у центрі - максимум до 34 см, на Закарпатті – максимум 66 см, ст. Пожежевська – 80 см, на сході до 23 см, на півдні до 13 см (Миколаївська обл.) в Одеській області – максимум у Любашівці – 17 см. На третю декаду березня відмічалися аномально високий рівень снігу на півночі, північному сході і сході: Ромни Сумської обл. – 59 см, Коломак Харківської обл. – 38 см, Прилуки Чернігівської обл. -34 см. На заході – ст. Пожежевська - 94 см, аномально пізні залягання снігу також відмічалось на півдні – Одеська обл. до 14 см, Одеса – 12 см (рис.4.23).

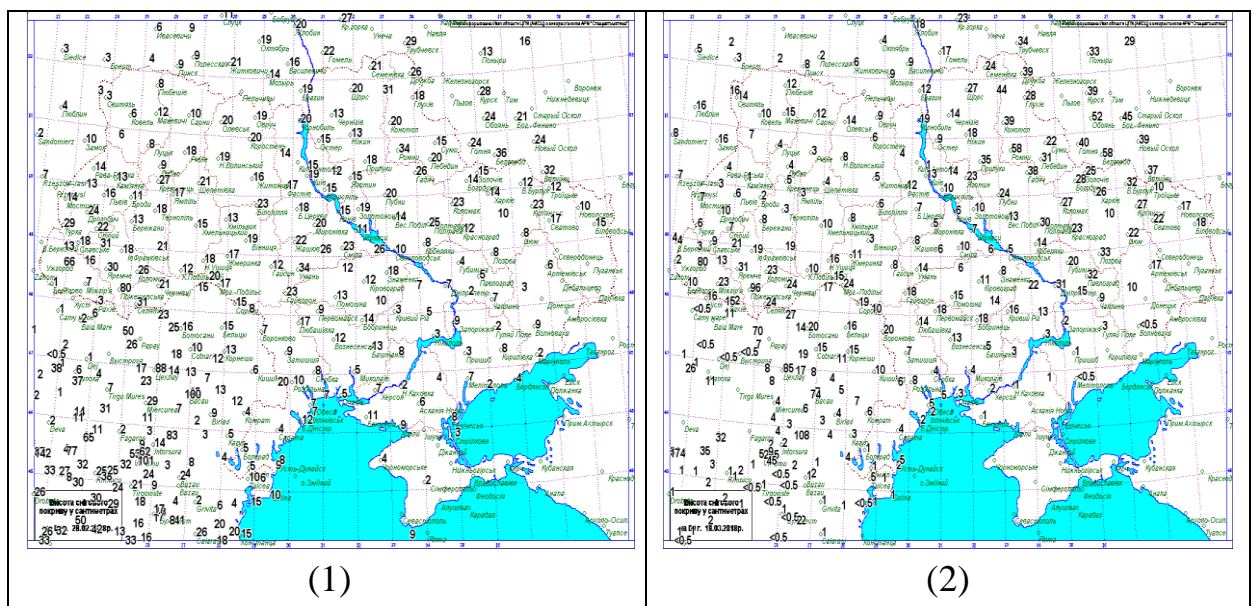


Рис.4.23. Висота снігового покриву, см: (1) –28.02.18; (2) – 19.03.18 р.

Від'ємні температурні відхилення від норми простежуються на всій території України. Дослідження середньодобової температури показує: 28 лютого мінімальні значення спостерігалися на заході до -16°C , відхилення від норми до $12-13^{\circ}\text{C}$; на півдні зниження температури до -10°C , це відхилення в 10°C ; на півночі і у центрі країни середньодобова температура до -12°C , відхилення 8°C . При цьому найбільша аномалія холоду відзначаються в західній та південній Україні.

1 березня аномалія температури зростає на заході до 15°C у бік недобору тепла, на півдні зберігається відхилення від норми до 10°C .

Блокуючий антициклон над атлантико-європейським сектором обумовив аномальні морози на території Європи як за відмітками так і за пізніми календарними строками. Кінець зими Північної півкулі був відзначений екстремальними погодними умовами, з винятково високими температурами в Арктиці, масштабною хвилею холоду і сильними опадами в Європі й атлантичними штормами.

В цілому хвилі холоду стають усе більш рідкими в результаті зміни клімату. Деякі групи вчених пов'язали екстремальну погоду з великомасштабними і взаємозалежними моделями циркуляції атмосфери і стратосферним зимовим потеплінням (близько 30 км над Північним полюсом) [41].

Лютий 2018 р. для Європи характеризувався двома хвилями холоду, одна на початку й інша наприкінці місяця, що була також найхолоднішим періодом зими в Європі - рис.4.24.

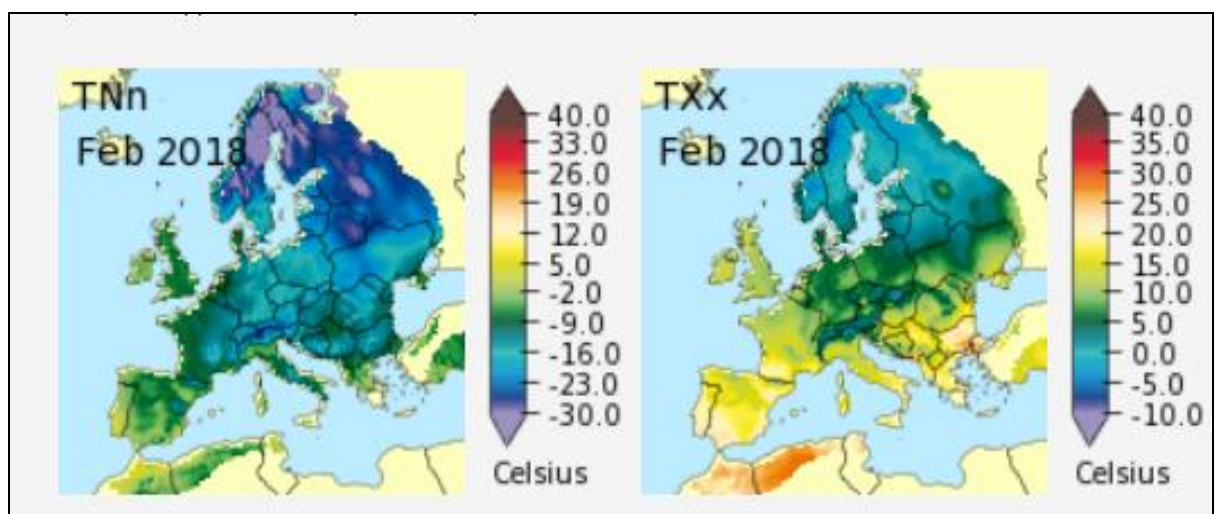


Рис. 4.24. Розподіл мінімальної TNn і максимальної TXx температури повітря за лютий 2018 р.

Внаслідок аномального зниження температури число загиблих в Європі слало 95 чоловік, найбільше жертв зареєстровано в Польщі. У Швейцарському місті Глаттальп температура знизилася до -36°C , в Альпах -26° , на найвищій горі Німеччини Цугшпітце температура впала до $-30,5^{\circ}$, найбільш сильні морози відмічалися в долині Камполуццо на півночі Італії, де температура різко впала до -40°C . У Болгарії зафіксовані морози до -20° , встановивши новий рекорд за останні 50 років.

Одночасно з сильними морозами в системі масштабної ультраполярної улоговини на півдні Європи відзначалися сильні снігопади. Незвичайні холоди поширилися до півдня Середземномор'я, сніг з'явився навіть на пляжах Французької Рив'єри. У Франції за даними Meteo France температура знизилася місцями до -13° , рівень снігу склав 20 см. У хорватському селищі Дельніца висота снігового покриву склала 182 см.

У залежності від регіону відмічалися дощі, сніг, сильний вітер, високі хвилі на узбережжях, загроза сходу лавин у горах, низькі температури. Холод і сильні снігопади призвели до численних ДТП, затримок вильотів в аеропортах і перервам у залізничному сполученні тощо.

Сам антициклон здобув назву Hartmut, у центрі вихору відмічався аномально високий тиск над Скандинавією – до 1055 гПа (британці назвали аномальне похолодання – «the Beast from the East»).

Аналіз особливостей розподілу температури і опадів, обумовлених процесами блокуючого антициклогенезу в останні 4 роки над атлантико-європейським регіоном, виділяє два періоди з найбільшими аномаліями – хвиля тепла у липні-серпні 2017 р. і хвиля холоду у лютому-березні 2018 р.

ВИСНОВКИ

Результати дослідження посиленого антициклогенезу над атлантико-європейським регіоном за останні 3 роки: серпень-вересень 2016 р., січень-лютий 2017 р., липень-серпень 2017 р., лютий-березень 2018 р., формулюються наступними висновками:

1. Періоди блокуючого антициклогенезу, встановлені за суб'єктивними ознаками блокування, не виділили стійкої тривалого типу циркуляції. Блоки у теплі періоди визначалися генерацією ядер високого тиску у відрогах азорського ЦДА, форма циркуляції за типізацією Каца змінювалася від західної з переходом до центральної і далі східної. У холодний період формувалася суцільна смуга високого тиску, утворена вторгненнями полярних антициклонів при об'єднанні з сибірським ЦДА, тип циркуляції – західний з переходом до центральної при різновидах з масштабною ультраполярною улоговиною.
2. Тип блокуючого процесу за конфігурацією висотного баричного поля у всіх періодах визначався періодично, як диполь і омегаподібний гребінь.
3. Об'єктивні показники блокування встановлені за розрахунком індексу блокування Лейєнаса і Окленда $I(\lambda)$; у всіх періодах відмічаються значущі (від'ємні) індекси з екстремумами: 18 вересня 2016 р. над ЄТР -174; 28 липня і 01 серпня 2017 р. над центральною і північною Атлантикою -151; 10 лютого 2017 р. над північною східноєвропейської та західносибірської рівнини -223; найпотужніший блок сформувався у лютому-березні 2018 р., 28 лютого над Європою $I(\lambda) = -461$.
4. З кінця серпня і до другої половини вересня 2016 р. над європейським сектором встановилися умови для посухи і високого фону температури повітря. Додатні аномалії середньої температури повітря на території України складала до 5°C; максимум температури до середини вересня 30-37°C; відсутність опадів у першій декаді вересня. Існування блоку визначило переміщення південного циклону до України, у системі якого спостерігалися аномальні зливи на Одещині, місцями 60-100 мм.
5. У період з середини липня до першої декади серпня 2017 р. над Європою сформувалася аномальна спека під впливом процесу блокуючого антициклогенезу. Температури повітря перевищували 40-

- 45°C над європейським регіоном; по території України додатні аномалії середньої температури у серпні склали до 6-7°C; максимум температури встановився на півдні України 40-41°C.
6. У січні-лютому 2017 р. над Україною відзначалися від'ємні аномалії температури повітря до 6 °С, на ряді станцій мінімальна температура у лютому знижувалася до -23...-17°C.
 7. Лютий-березень 2018 р. при потужній хвилі холоду виділив найбільшу від'ємну аномалію температури повітря над європейським сектором. В лютому на території Європи температура опускалася до -40...-36°C; по периферії блоку реєструвалися сильні снігопади на півдні Європи. Від'ємні температурні відхилення від норми простежувалися на всій території України – до 12-15°C, при цьому серія циклонів, траєкторія яких визначалася блокуючою системою, спричинила встановлення високого снігового покриву в пізні календарні строки, який на третю декаду березня складав подекуди до 30-60 см.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Багров Н.А., Кондратович К.В., Педь Д.А., Угрюмов А.И. Долгосрочные метеорологические прогнозы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. С. 88–111.
2. Базалеева Ю.А., Балабух В.А., Самчук Е.В., Ягодинець С.Н. Блокирующий процесс как фактор изменения режима увлажнения в Украине. Материалы международной научной конференции «Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата». Минск: Издательский центр БГУ, 2015. С.195-196.
3. Базалєєва Ю.О., Балабух В.О. Повторюваність, тривалість та інтенсивність блокувальних процесів, що зумовлюють аномальні погодні умови в Україні // Наук. праці УкрНДГМІ. 2016. Вип. 268. С.44-51.
4. Борисова Е.И., Хазова О.Н. Повторяемость некоторых типов стационарных антициклонов // Труды ЦИП. 1957. Вып. 56. С. 31-70.
5. Вершок Т.О. Блокуючий антициклогенез над європейським сектором. Матеріали наукової міжнародної конференції молодих вчених «Сучасна гідрометеорологія: актуальні проблеми та шляхи її вирішення. 21-22 березня 2018 р.» / ОДЕКУ. Одеса: ТЕС. 2018. С.159-160.
6. Вершок Т.О. Блокуючі процеси в атмосфері. Матеріали студентської наукової конференції ОДЕКУ 5-13 квітня 2017 р. / ОДЕКУ. Одеса: ТЕС. 2017. С.237-241.
7. Вершок Т.О. Блокуючі процеси у лютому-березні 2018 р. над європейським регіоном. Матеріали конференції молодих вчених ОДЕКУ (02-08 травня 2018 р.) / ОДЕКУ. Одеса: ТЕС. 2018. С.306-308.
8. Волеваха В.А., Кошеленко И.В. Анализ блокирующих процессов, приходящих к засушливым явлениям на Украине // Труды УкрНИГМИ. 1969. Вып. 83. С. 50–60.
9. Заболоцька Т.М., Підгурська В.М., Шпиталь Т.М. Небезпечно сильні опади в Україні та можливі причини їх утворення // Наук. праці УкрНДГМІ. 2006. Вип. 255. С.25-41.
10. Калачикова В.С. Блокирующие антициклоны над Сибирью в холодное полугодие и возможность их прогноза // Метеорология и гидрология. 1973. № 2. С. 61–66.
11. Климат Украины / Під ред. В.М. Ліпінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. Київ. Вид-во Раєвського, 2003. 343 с.

- 12.Коровкина Л.В. Сравнительный анализ методов определения блокирующих ситуаций в атмосфере // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1989. Вып. 306. С. 106-112.
- 13.Кошеленко И.В. Влияние крупных водоемов на распределение осадков и засух // Труды УкрНИГМИ. 1971. Вып. 108. С.15–23.
- 14.Кошеленко И.В. Засухи // Труды УкрНИГМИ. 1972. Вып. 110. С.19–58.
- 15.Кошеленко И.В., Волеваха В.А. Вклад отдельных физических факторов в формирование засух // Труды УкрНИГМИ. 1971. Вып.101. С. 26–38.
- 16.Кулаковская М.Ю. Условия возникновения и развития антициклонов на востоке и юго-востоке ЕТС с отрогом на Украину в холодное полугодие // Труды УкрНИГМИ. 1960. Вып. 21.
- 17.Кульбіда М.І., Єлістратова Л.О., Барабаш М.Б. Сучасний стан клімату України. Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. 2013. Вип. 35. С. 118-130.
- 18.Логвинов К.Т., Бабиченко В.Н., Кулаковская М.Ю. Опасные явления погоды на Украине // Труды УкрНИГМИ. 1972. Вып.101. С.19-36.
- 19.Мартазинова В.Ф. Иванова Е.К., Чайка Д.Ю. Изменение атмосферной циркуляции в Северном полушарии в течение периода глобального потепления в XX веке // Український географічний журнал. 2007. № 3. С.10-20.
- 20.Мартазинова В.Ф., Остапчук В.В. Взаимосвязь процессов циркуляции в тропосфере и стратосфере при кратковременных и длительных потеплениях и похолоданиях в Украине // Наук. праці УкрНДГМІ. 2004. Вип. 253. С.28-36.
- 21.Осадчий В.І., Бабіченко В.М. Динаміка стихійних метеорологічних явищ в Україні // Український географічний журнал. 2012. № 4. С. 8-14.
- 22.Руководство по долгосрочным прогнозам погоды на 3–10 дней. Часть I. Л.: Гидрометеориздат, 1968. 351 с.
- 23.Сазонов Б.И. Суровые зимы и засухи. Л.: Гидрометеориздат, 1991. 239 с.
- 24.Самчук Є. В. Просторово-часова мінливість атмосферного блокування на території євроатлантичного сектору північної півкулі за період 1976-2015 роки Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Геологія. Географія. Екологія», 2017. Вип. 47. С.160-168.
- 25.Синоптико-климатическая характеристика процессов блокирования в атмосфере. Обзорная информация / Под ред. Н.А. Иванова, Л.В. Гришкина // Труды ВНИИГМИ-МЦД. 1989. Вып. 2. 53 с.

- 26.Тимачев В.Ф. Некоторые вопросы моделирования процессов блокировки над северной Атлантикой // Труды ААНИИ. 1982. Т.383.С.96–106.
- 27.Шаповалова Н.С. Блокирующие образования в атмосфере // Труды ГМЦ СССР. 1991. Вып. 316. С. 68–73.
- 28.Шевченко О.Г., Дослідження хвиль тепла літнього сезону, що спостерігалися в Києві за період 1911-2010 рр. // Український гідрометеорологічний журнал, 2013. № 12. С. 142–149.
- 29.Berggren R., Bolin B., Rossby C.G. An aerological study of zonal motion, its perturbations and break-down // Tellus. 1949. V.1. N 2. P. 14-37.
- 30.Dole R.M. Persistent anomalies of the extra tropical Northern Hemisphere wintertime circulation structure // Mon. Weather. Rev. 1986. V.114, N 1. P.178–207.
- 31.Lejenas H., Okland H. Characteristics of Northern hemisphere blocking as determined from a long-time series of observational data // Tellus. 1983. V. 35A. N 5. P. 350-362.
- 32.Namias J. Seasonal persistence and recurrence of European blocking during 1958-1960 // Extend Forecast Branch U.S. Weather Bureau. 1964. P.394-407.
- 33.Namias J. The index cycle and its role in the general circulation // J. Meteorol. 1950. V.7. P.130-139.
34. Namias J., Clapp P.F. Confluence theory of the high troposphere jet stream // J. Meteorol. 1949. V.6. P.330-336.
- 35.Rex D.F. Blocking action in the middle troposphere and its effect upon regional climate. 1. An aerological study of blocking action // Tellus. 1950. V.2. N 3. P.196-211.
- 36.<http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.NOAA/.NCEP-NCAR/.CDAS-1/.DAILY/.Intrinsic/>
- 37.<http://surfobs.climate.copernicus.eu/stateoftheclimate/february2018.php>
- 38.<http://www.met.fu-berlin.de/de/wetter/>
- 39.<http://www2.wetter3.de/fax> <http://www.wetterzentrale.de/>
- 40.<https://earthobservatory.nasa.gov/>
- 41.<https://public.wmo.int/en/media/news/arctic-warmth-contrasts-europe-wide-chill>
- 42.<https://www.theguardian.com/world/2017/aug/04/extreme-heat-warnings-issued-europe-temperatures-pass-40c>

Додаток А

Довідка

кафедри метеорології та кліматології
до магістерської кваліфікаційної роботи
маг. гр. МНЗ-2М Вершок Тетяни Олександрівни
на тему

«Блокуючий антициклогенез над Європейським сектором »

Виконання магістерської кваліфікаційної роботи проведене в рамках бюджетної кафедральної тематики «Динаміка зональних екстремальних погодних явищ та їх чисельне моделювання в змінних кліматичних умовах в Україні» №0116u002403. Результати, отримані в магістерській кваліфікаційній роботі можуть бути використані у розділах звіту з науково-дослідної роботи кафедральної теми.

Зав.кафедрою

/Івус Г.П./

Додаток Б

Карти абсолютної топографії АТ-500

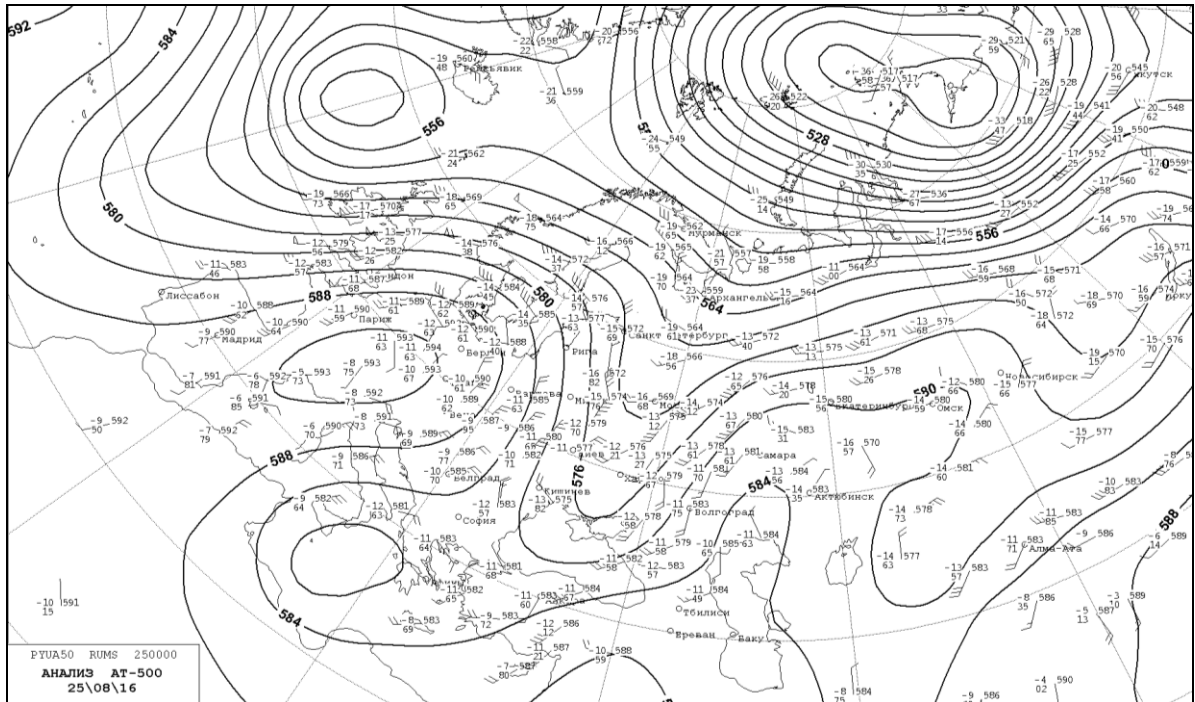


Рис. Б.1. Карта АТ-500 25.08.2016, 00 ВСЧ

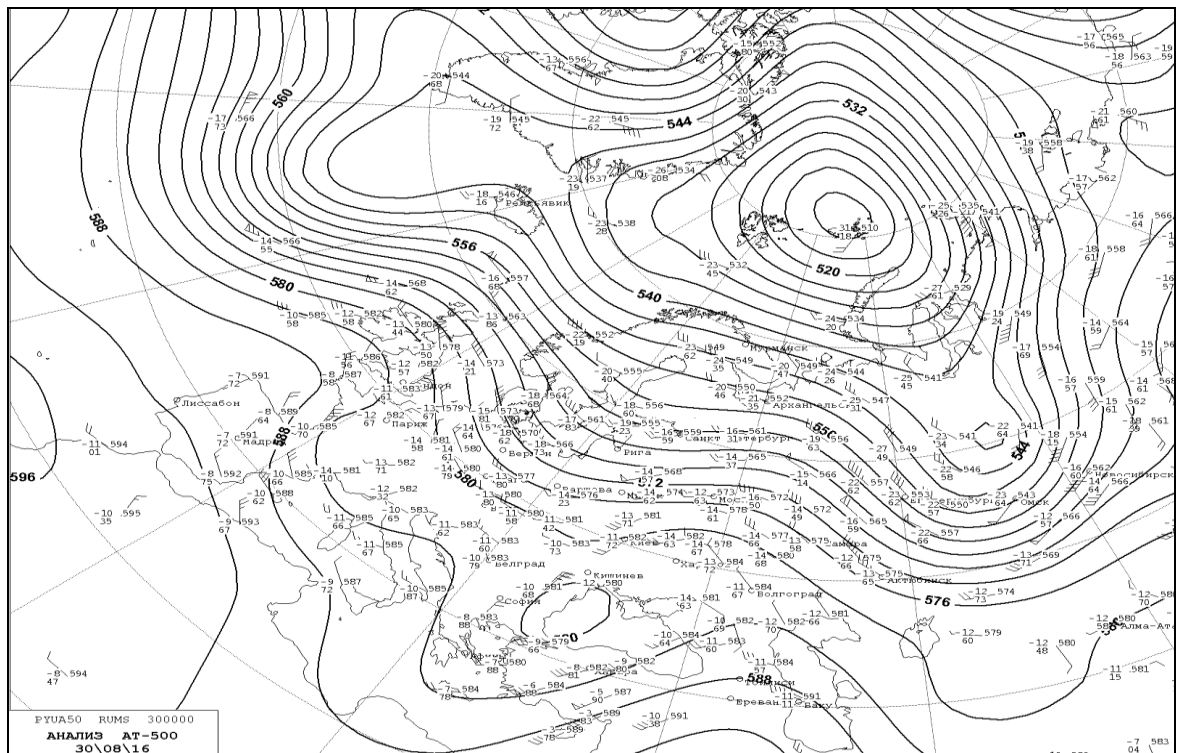


Рис. Б.2. Карта АТ-500 30.08.2016, 00 ВСЧ

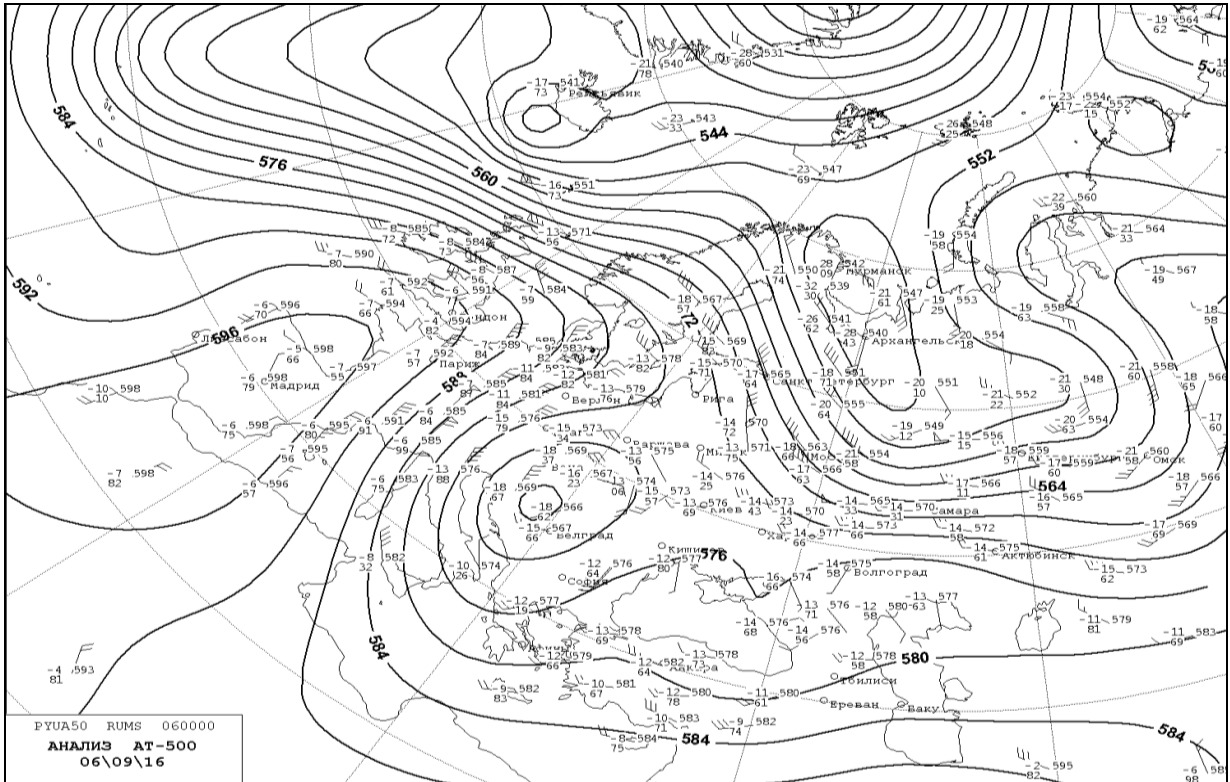


Рис. Б.3. Карта АТ-500 06.09.2016, 00 ВСЧ

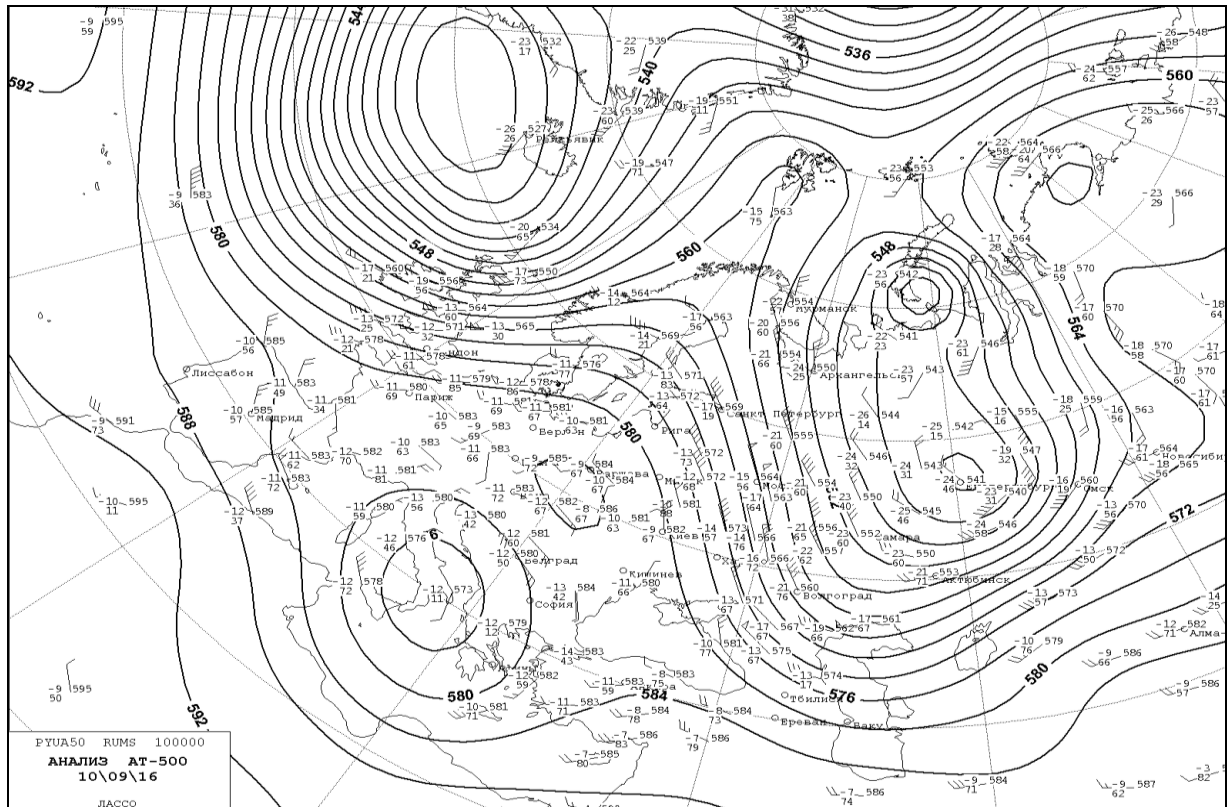


Рис. Б.4. Карта АТ-500 10.09.2016, 00 ВСЧ

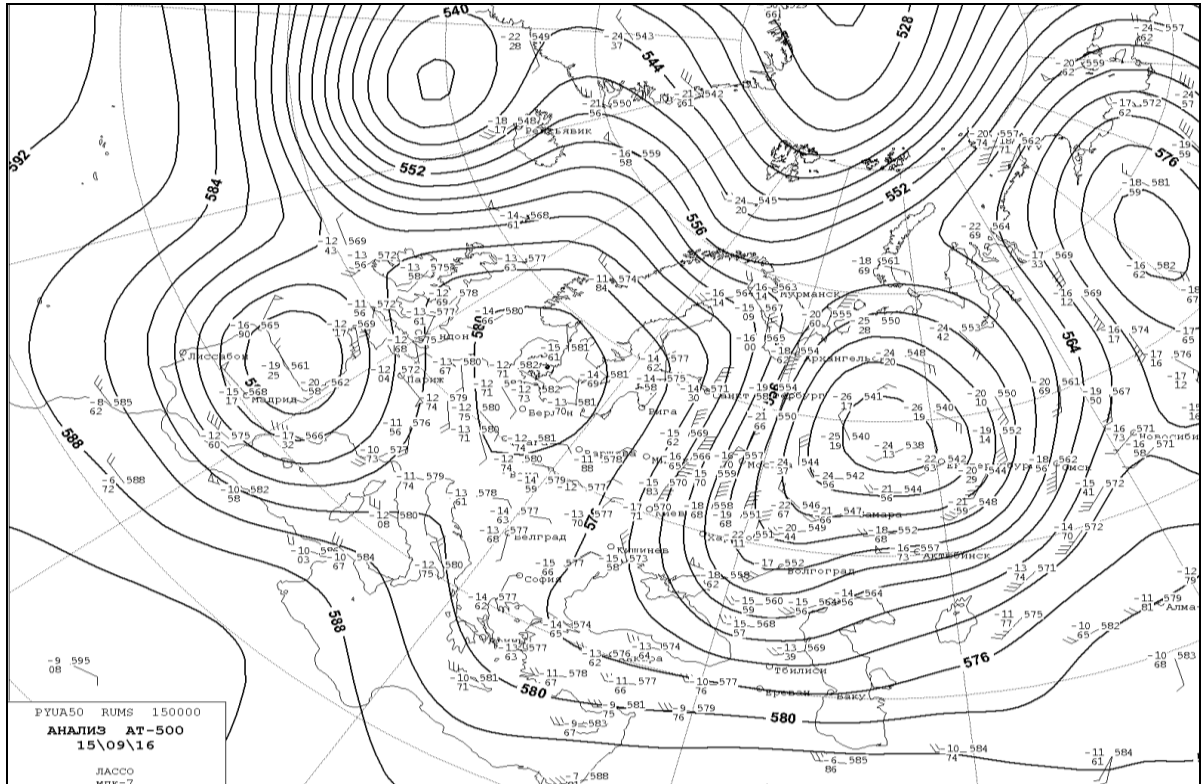


Рис. Б.5. Карта АТ-500 15.09.2016, 00 ВСЧ

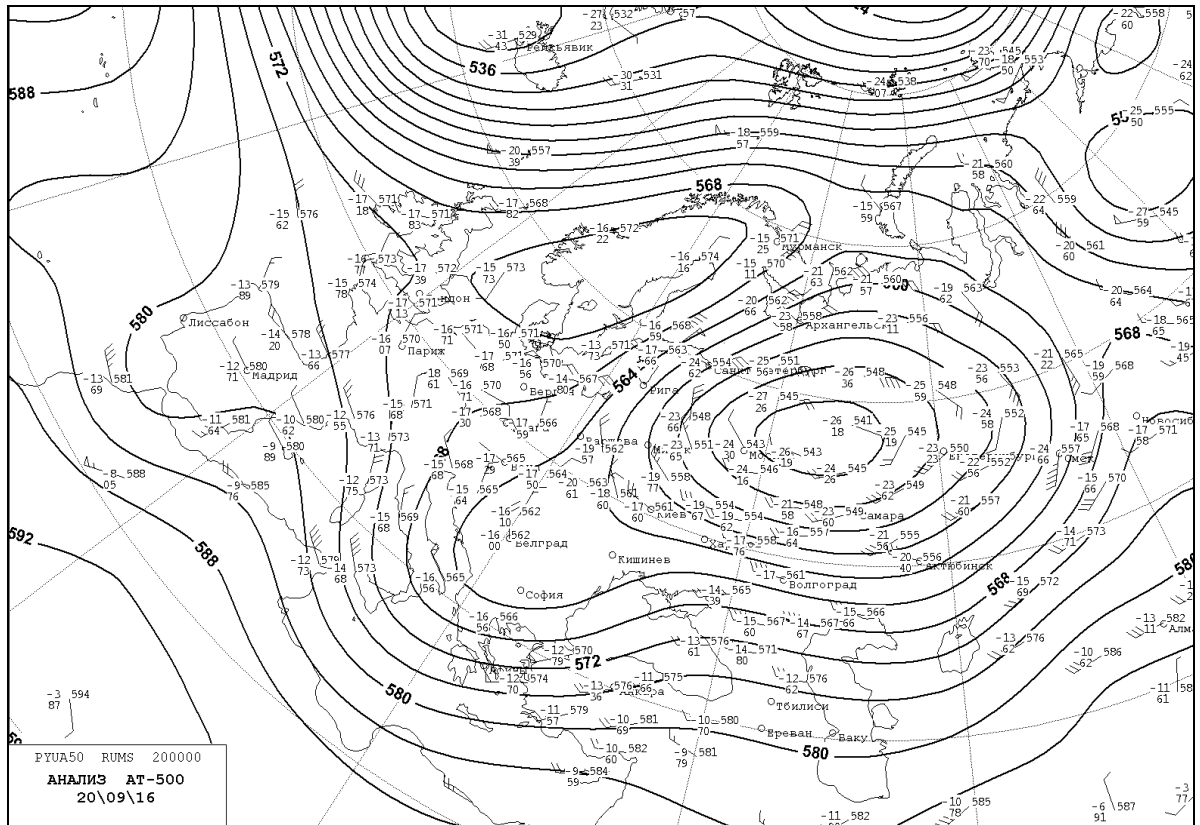


Рис. Б.6. Карта АТ-500 20.09.2016, 00 ВСЧ

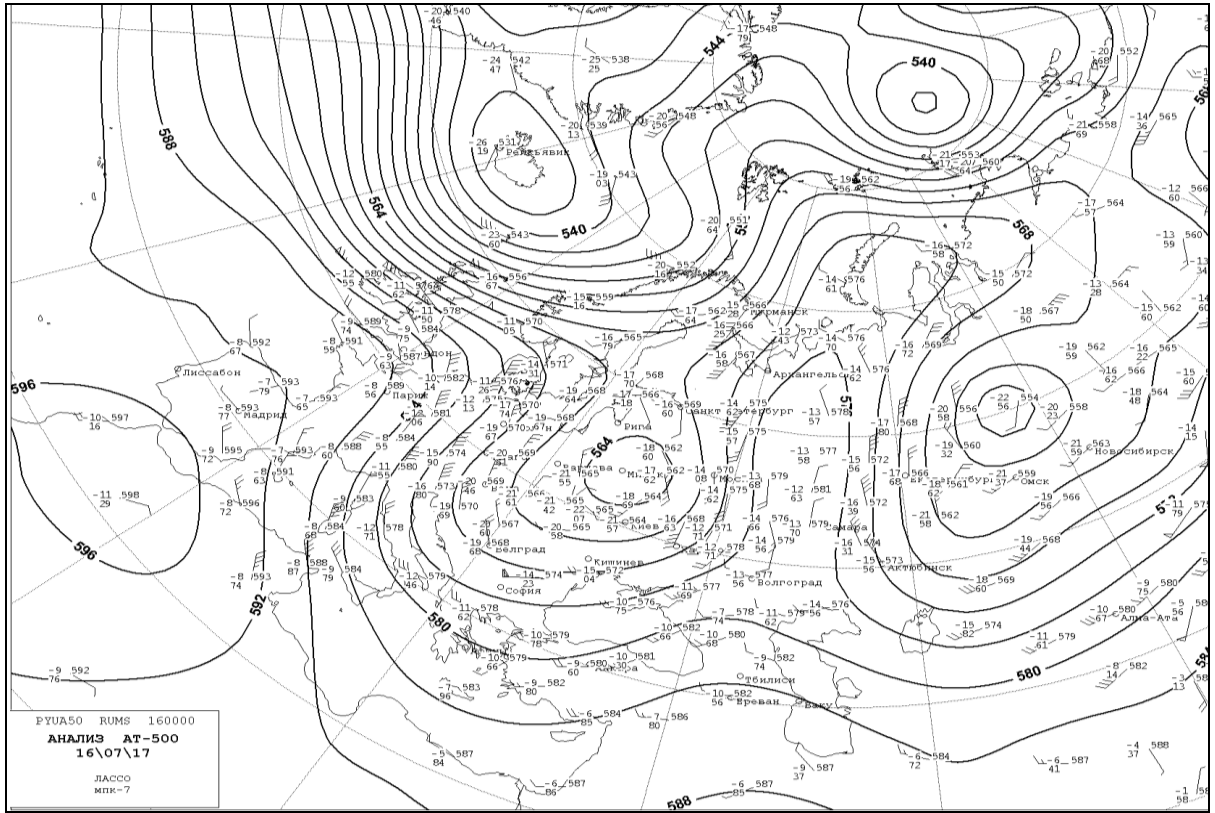


Рис. Б.7. Карта АТ-500 16.07.2017, 00 ВСЧ

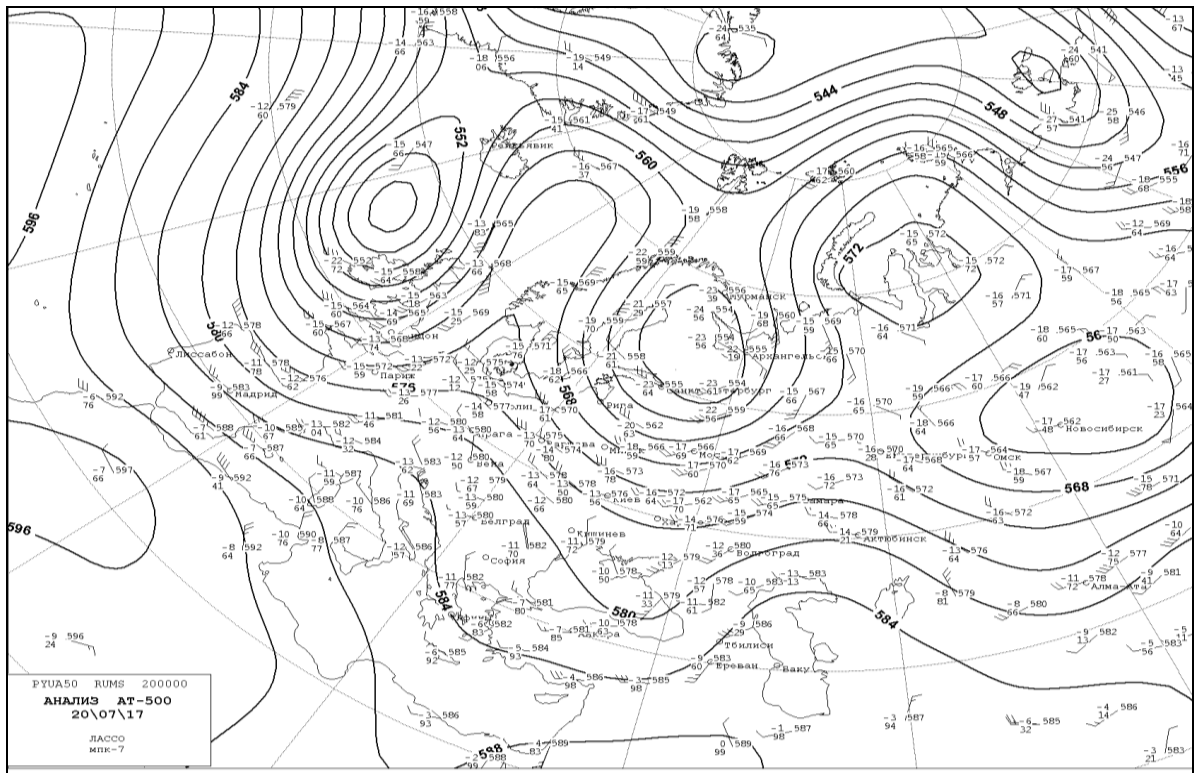


Рис. Б.8. Карта АТ-500 20.07.2017, 00 ВСЧ

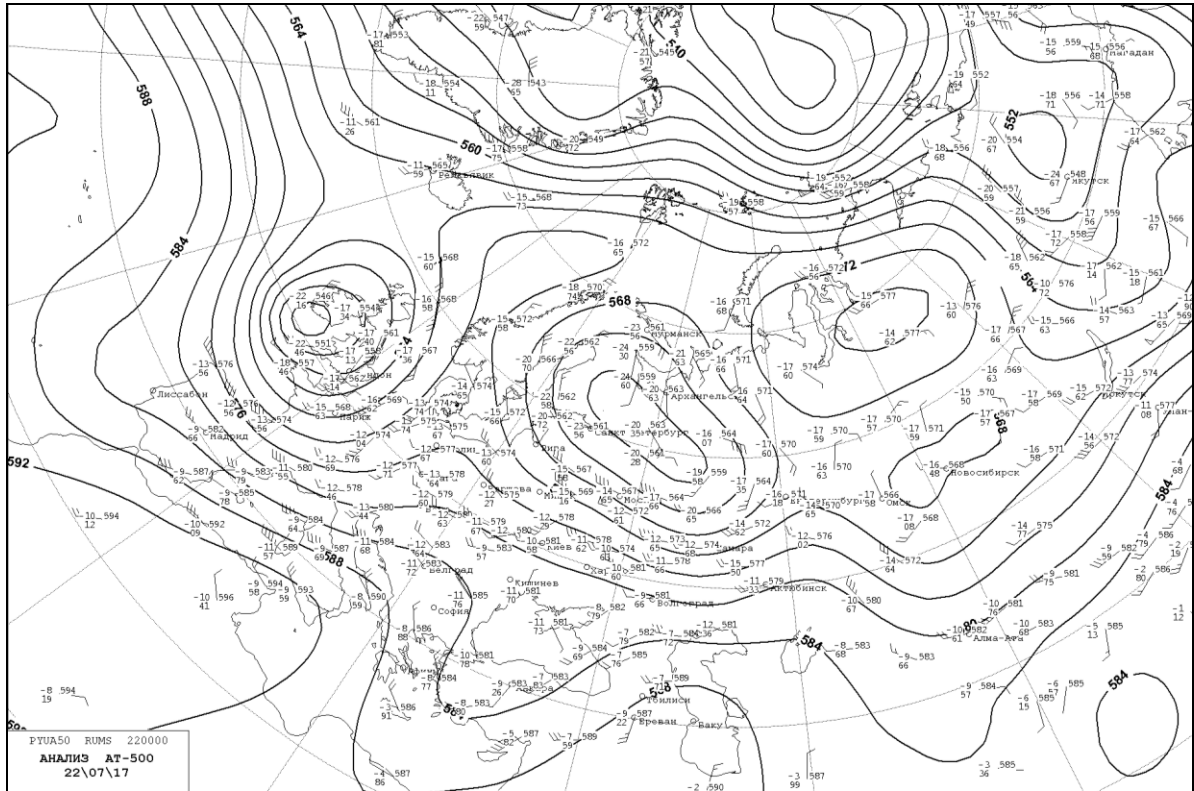


Рис. Б.9. Карта АТ-500 22.07.2017, 00 ВСЧ

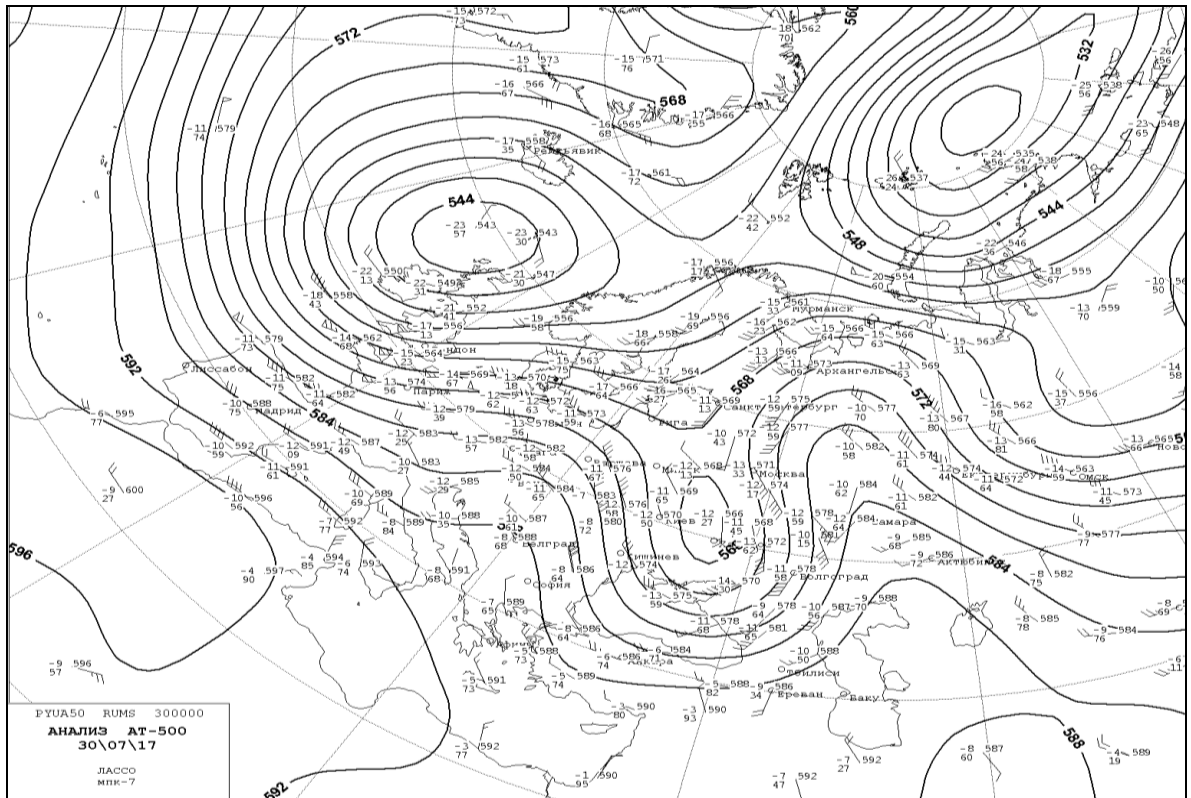


Рис. Б.10. Карта АТ-500 30.07.2017, 00 ВСЧ

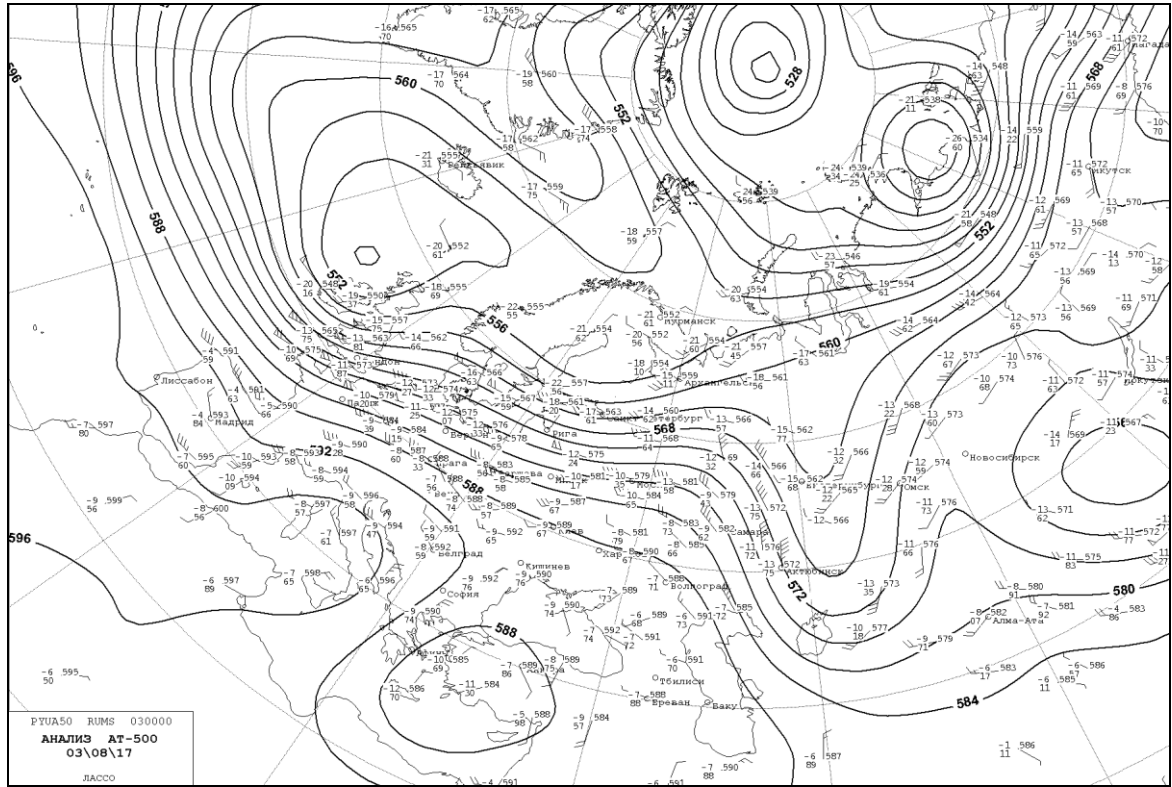


Рис. Б.11. Карта АТ-500 03.08.2017, 00 ВСЧ

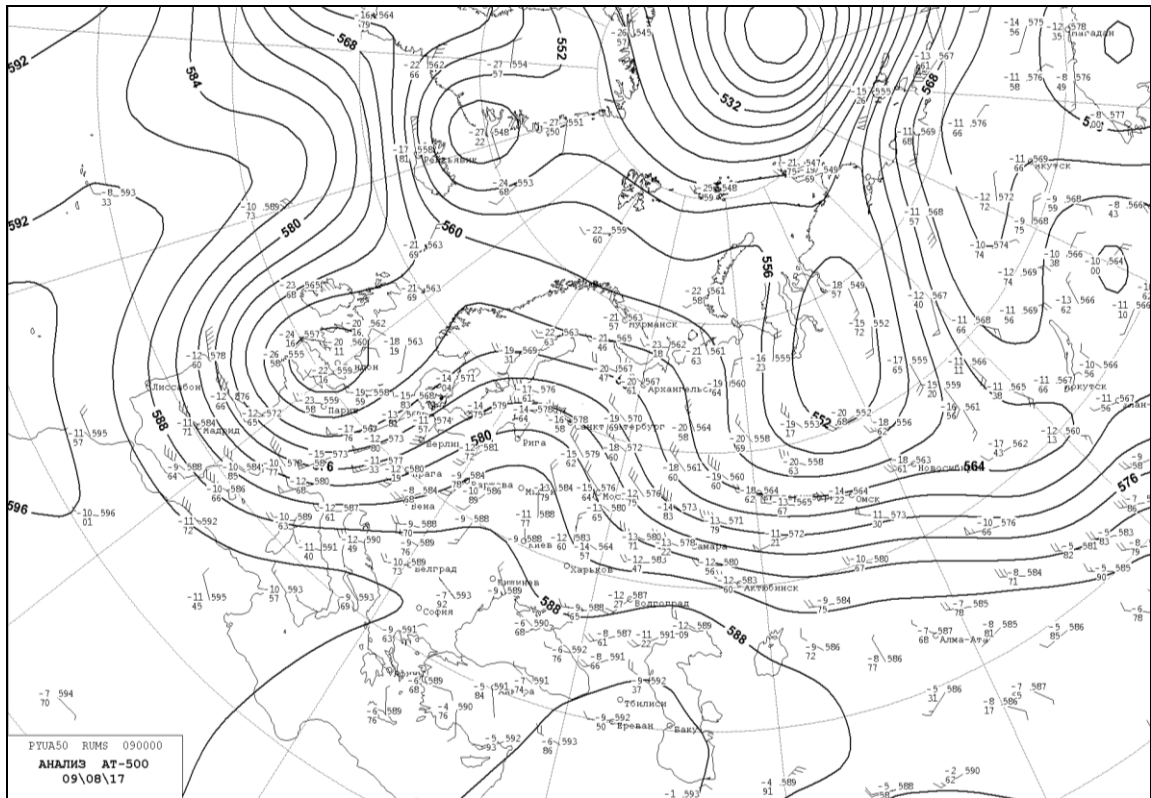


Рис. Б.12. Карта АТ-500 09.08.2017, 00 ВСЧ

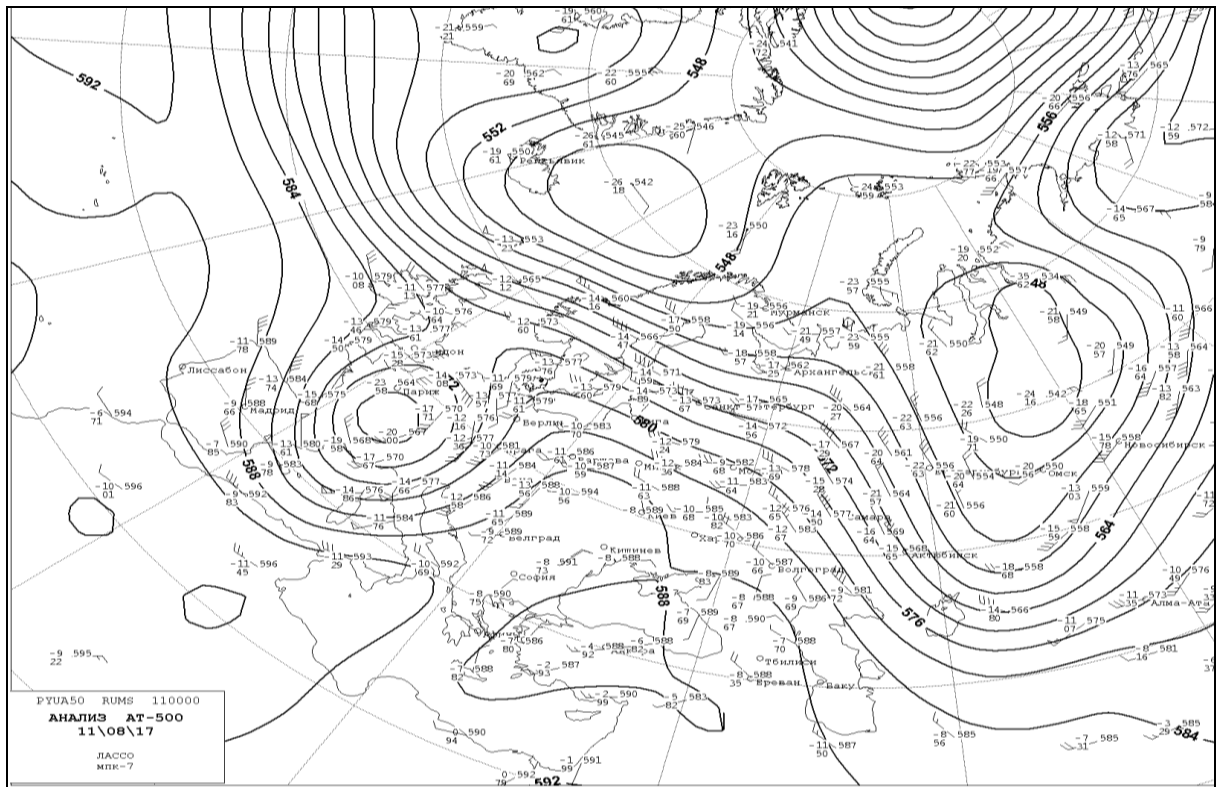


Рис. Б.13. Карта АТ-500 11.08.2017, 00 ВСЧ

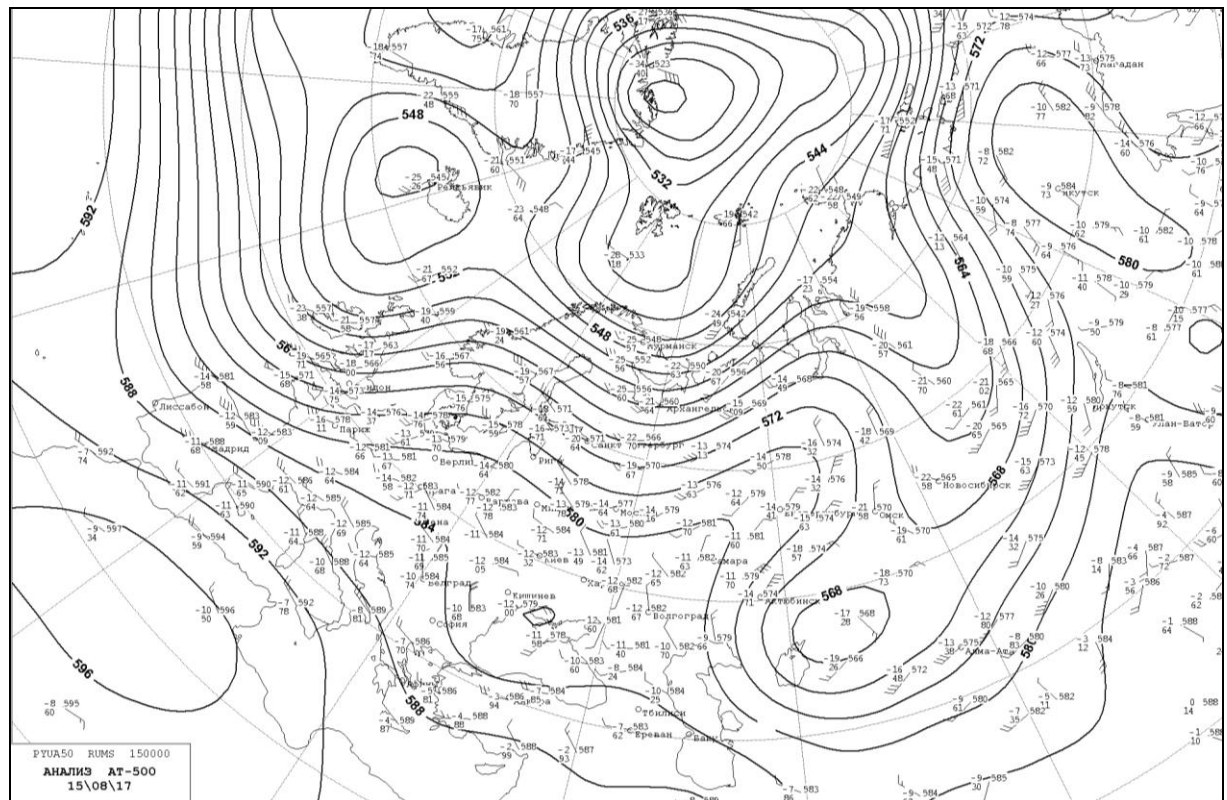


Рис. Б.14. Карта АТ-500 15.08.2017, 00 ВСЧ

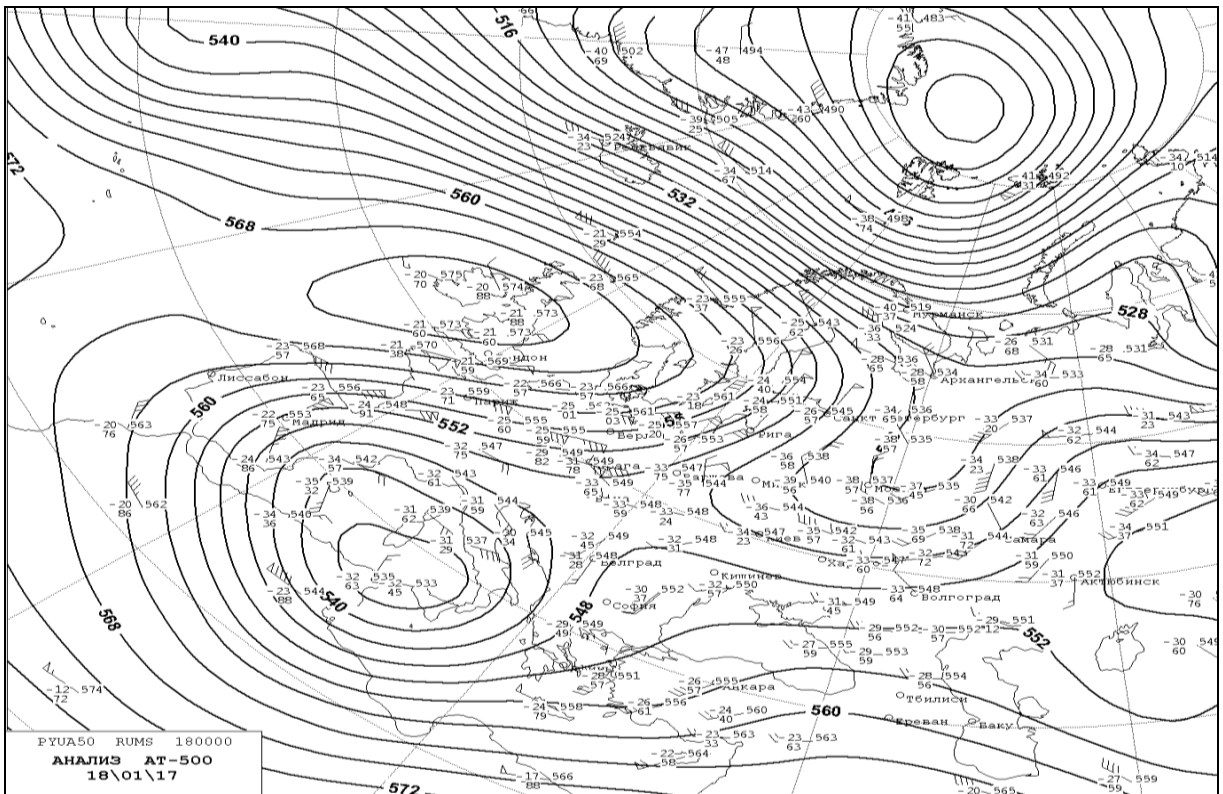


Рис. Б.15. Карта АТ-500 18.01.2017, 00 ВСЧ

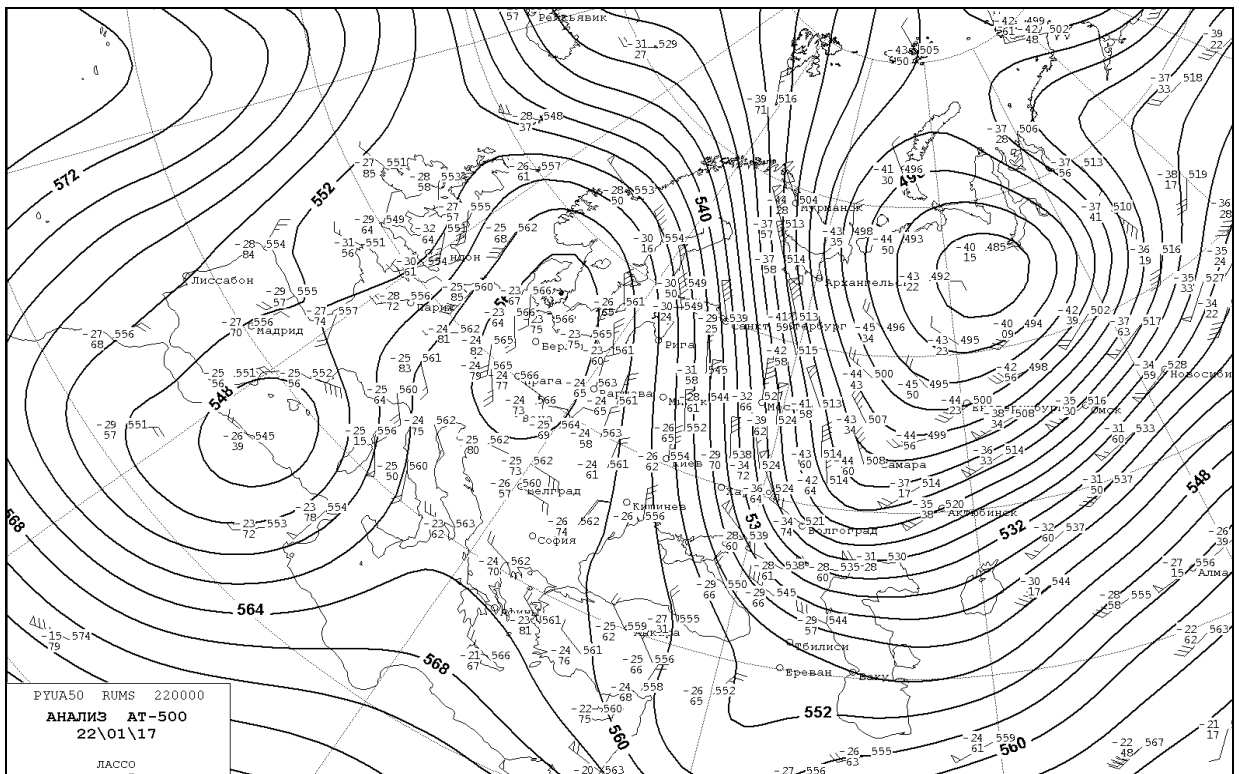


Рис. Б.16. Карта АТ-500 22.01.2017, 00 ВСЧ

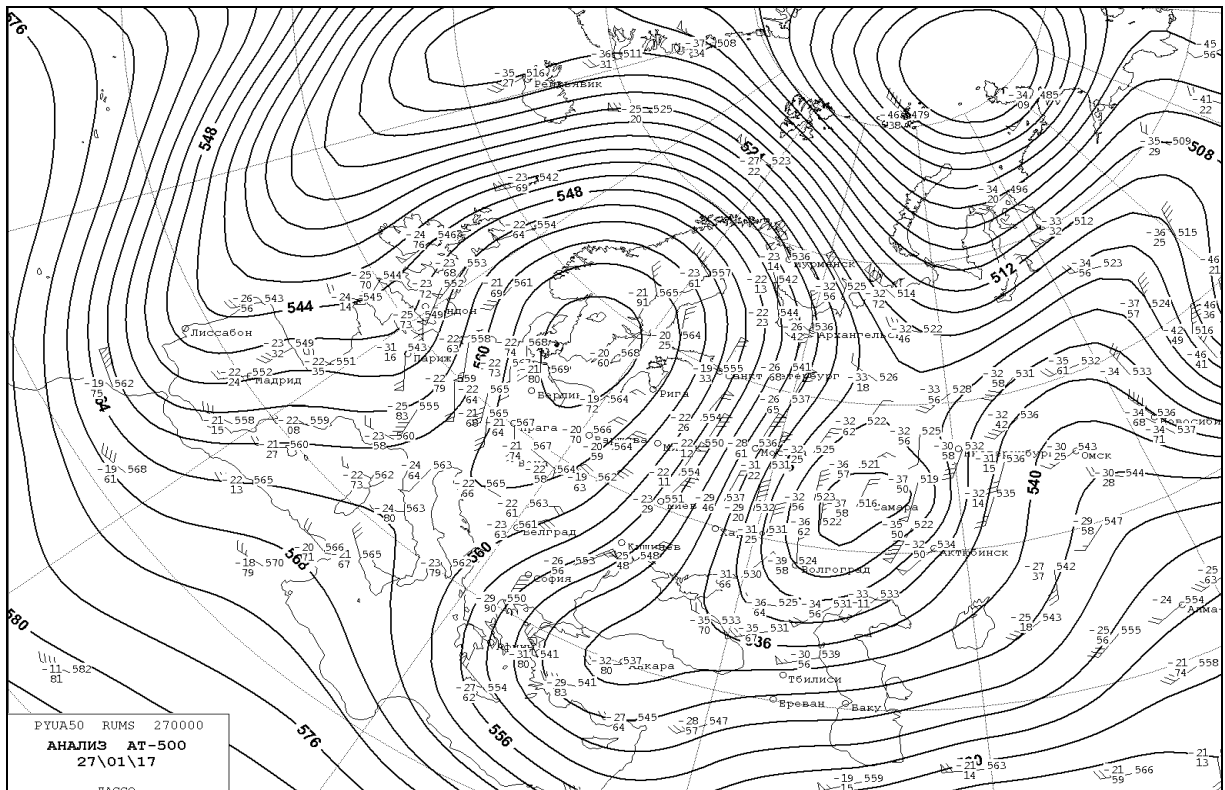


Рис. Б.17. Карта АТ-500 27.01.2017, 00 ВСЧ

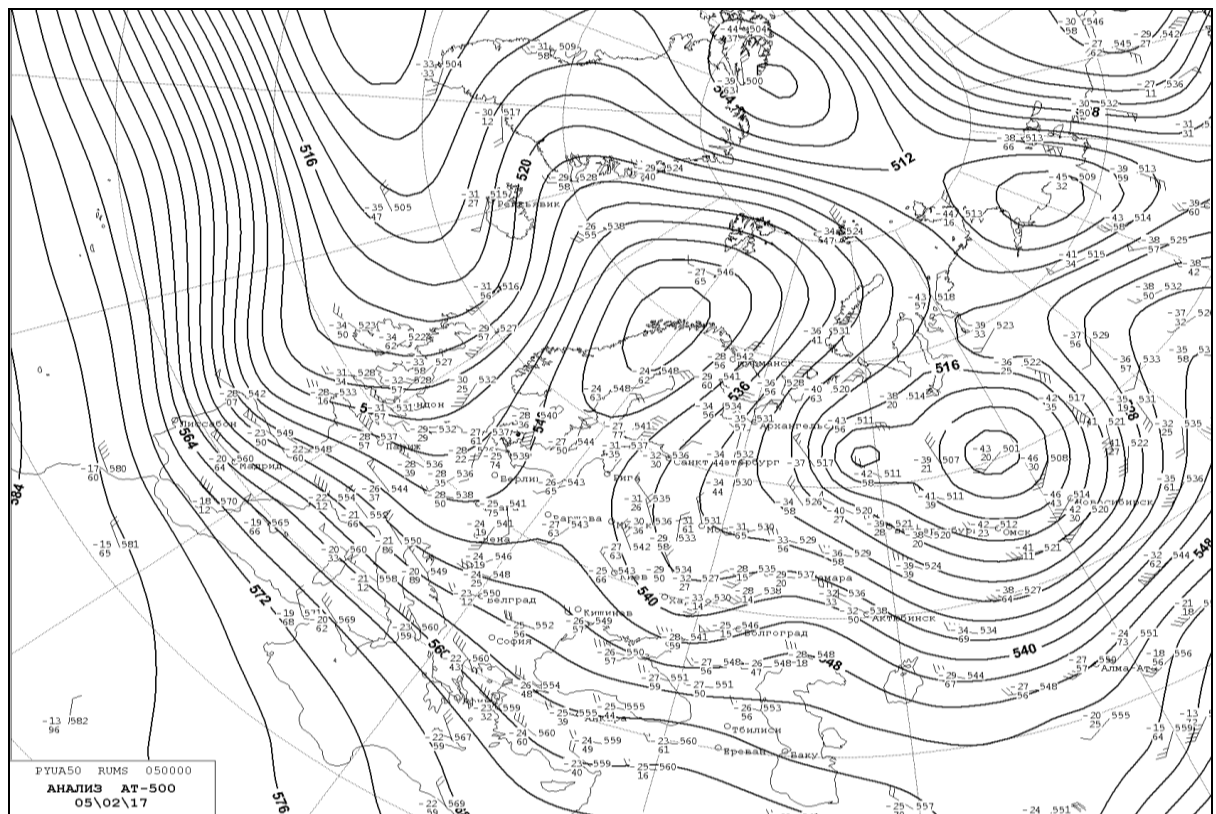


Рис. Б.18. Карта АТ-500 05.02.2017, 00 ВСЧ

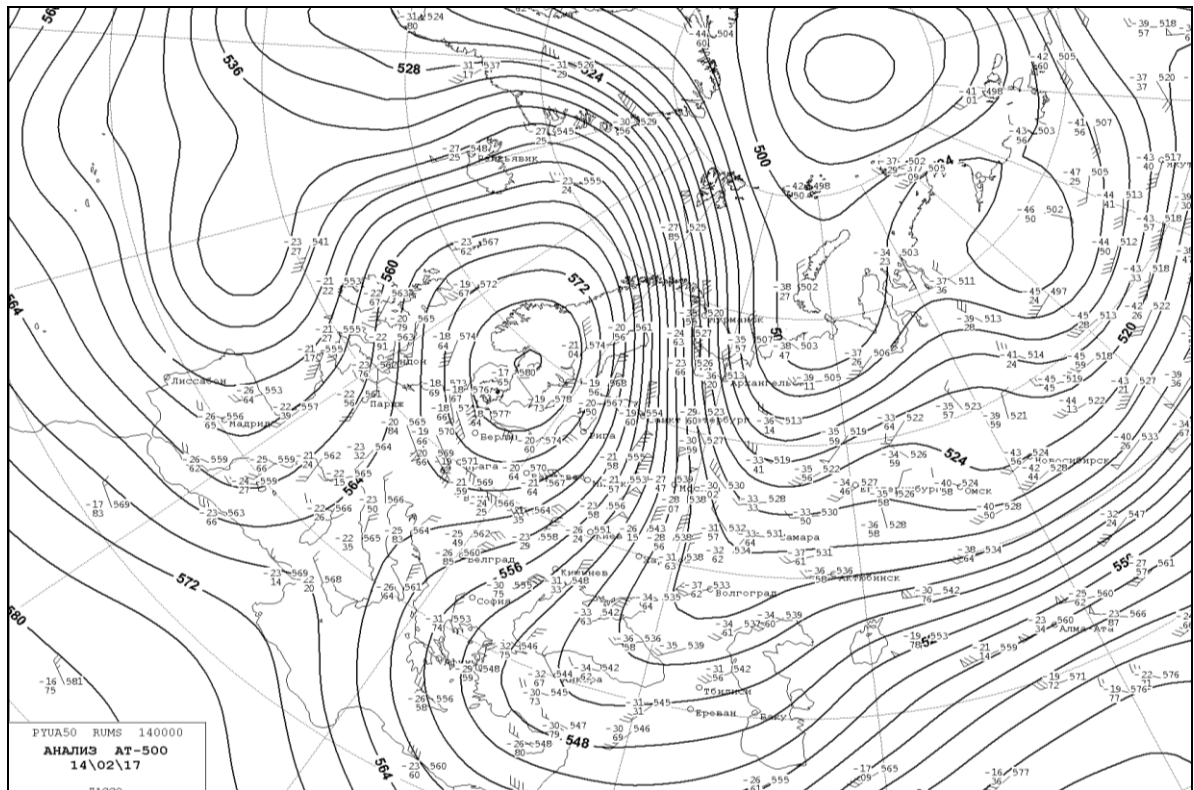


Рис. Б.19. Карта АТ-500 14.02.2017, 00 ВСЧ

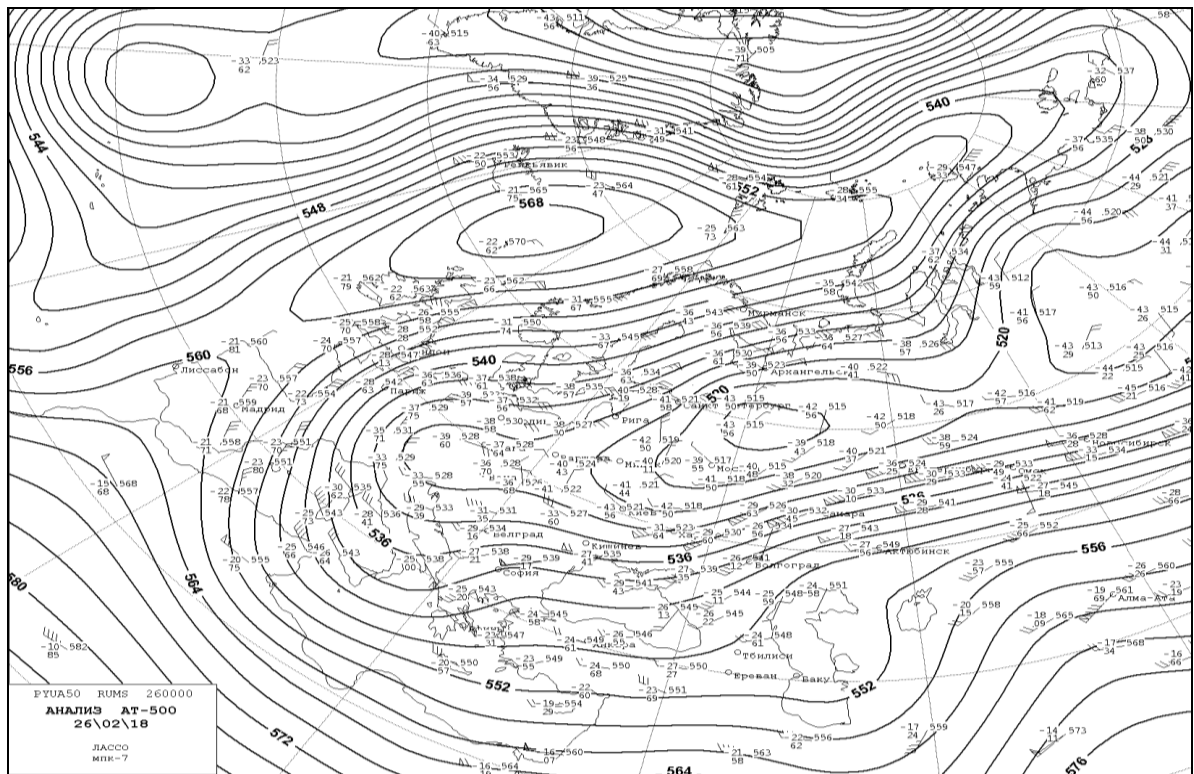


Рис. Б.20. Карта АТ-500 26.02.2018, 00 ВСЧ

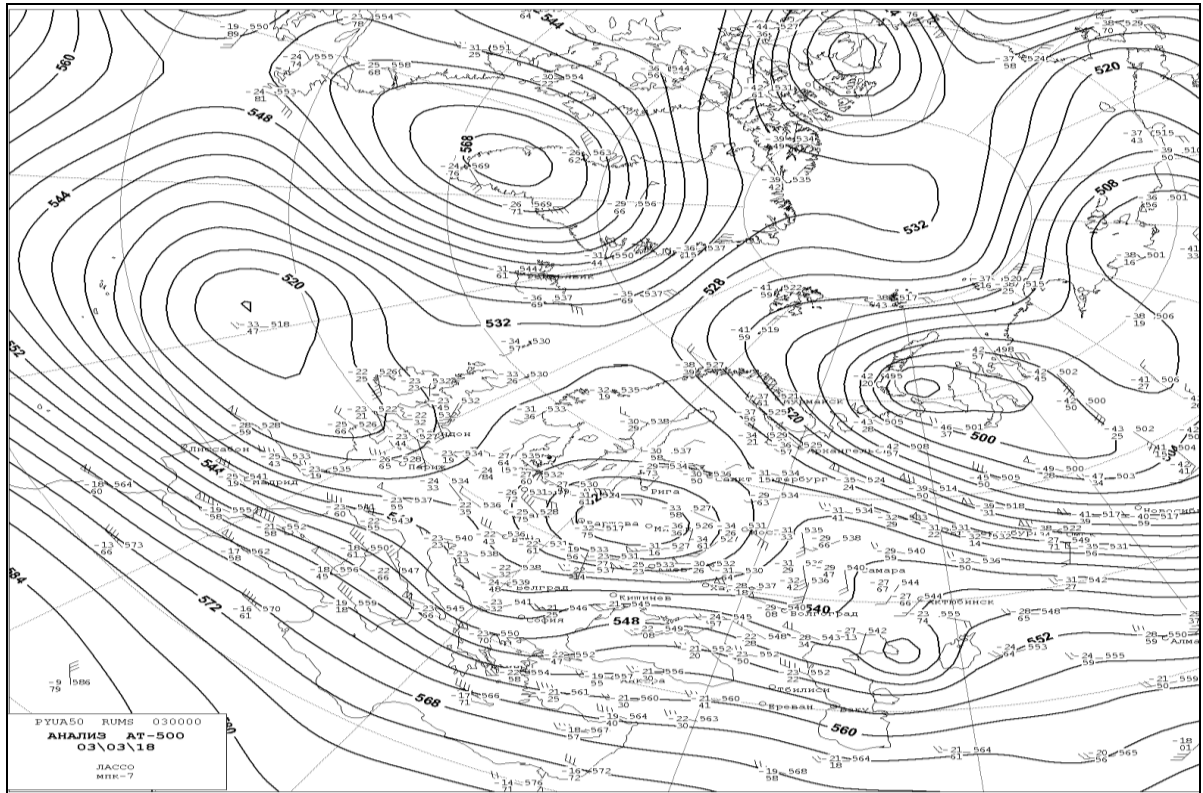


Рис. Б.21. Карта АТ-500 03.03.2018, 00 ВСЧ

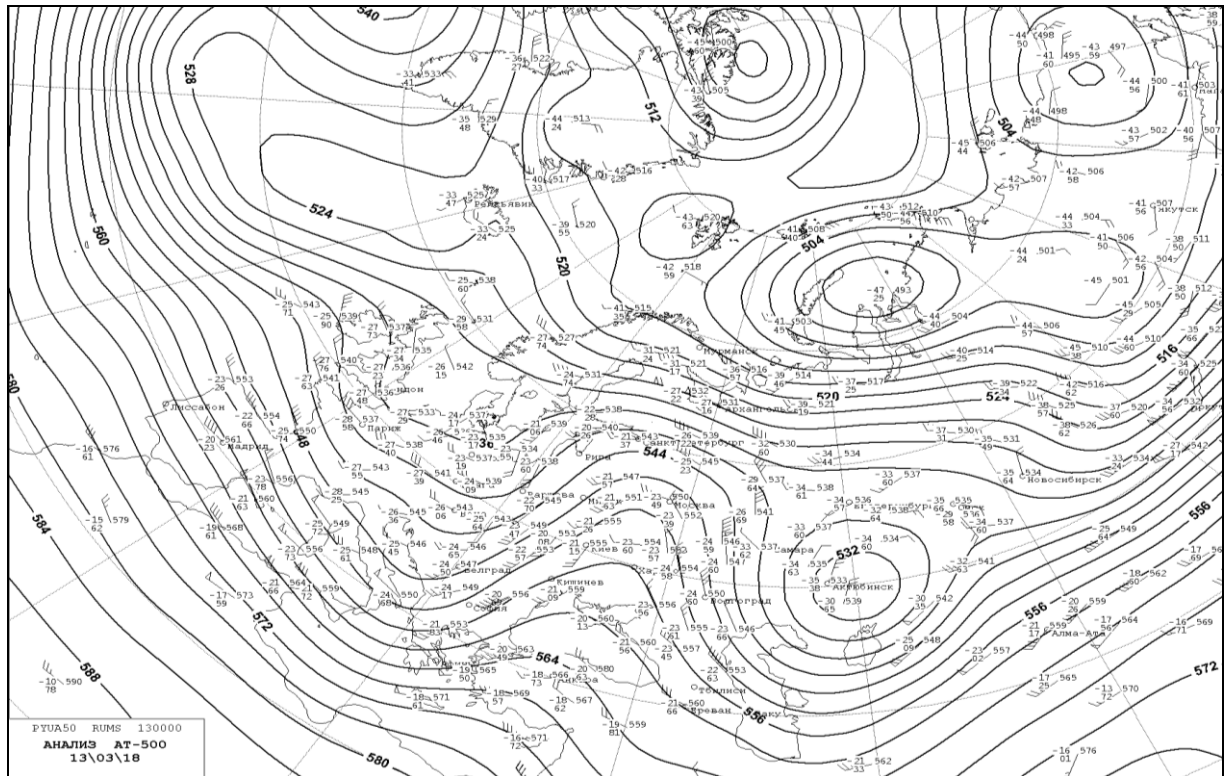


Рис. Б.22. Карта АТ-500 13.03.2018, 00 ВСЧ

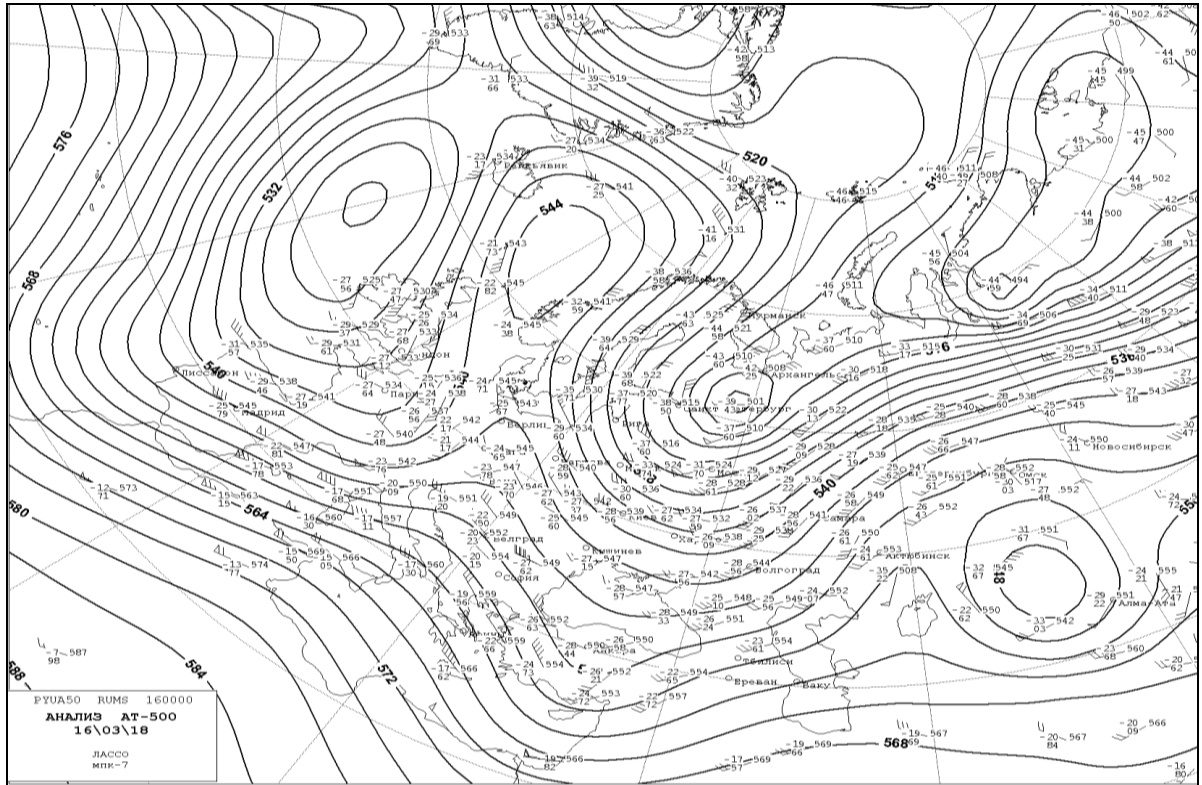


Рис. Б.23. Карта АТ-500 16.03.2018, 00 ВСЧ

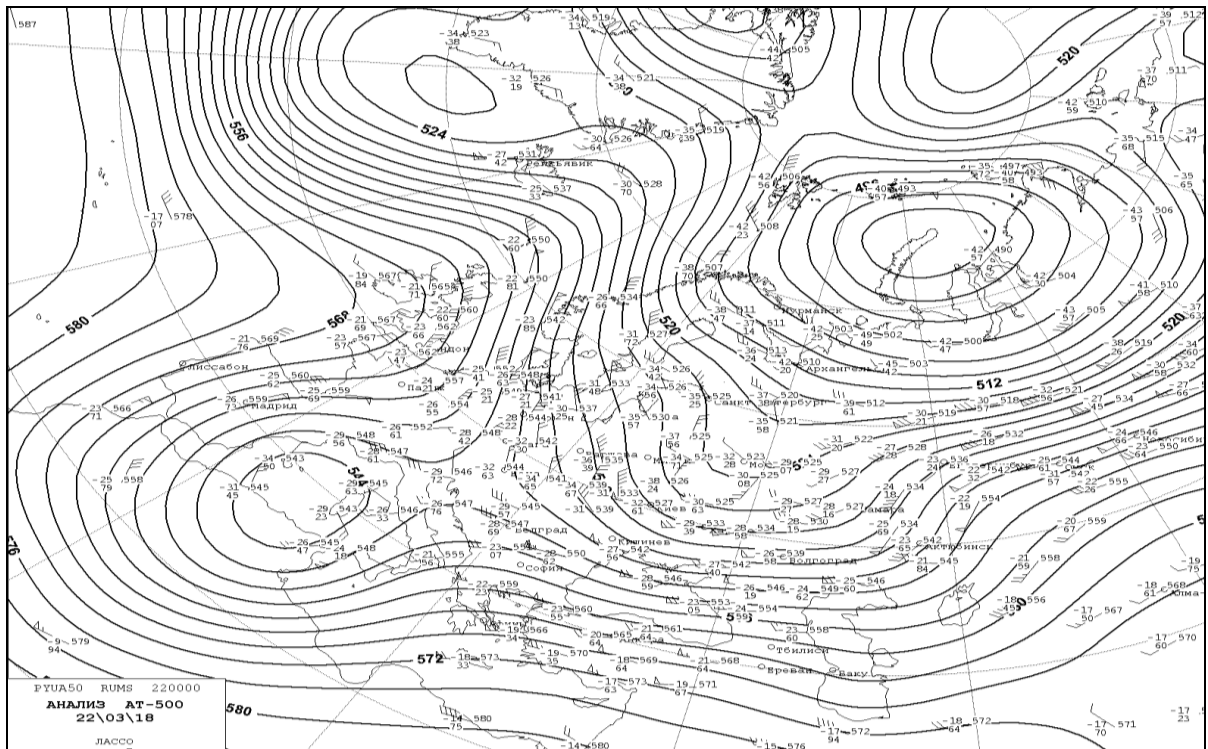


Рис. Б.24. Карта АТ-500 22.03.2018, 00 ВСЧ

