

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи магістрів з дисципліни
«Авіаційна метеорологія та авіакліматологія»

ЗАТВЕРДЖЕНО
методичною комісією
гідрометеорологічного інституту
протокол № ____ від «__» __ 2008р.

Одеса – 2008

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до самостійної роботи магістрів з дисципліни
«Авіаційна метеорологія та авіакліматологія»

Одеса – 2008

Методичні вказівки для самостійної роботи магістрів IV курсу денної форми навчання з дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія», напрям підготовки – «Гідрометеорологія», спеціальність «Метеорологія» / Укладачі: проф., к.геогр.н. Івус Г.П., к.геогр.н. Семергей-Чумаченко А.Б., к.геогр.н. Нажмудінова О.М., Москаленко Л.М.,– укр., 57 стор.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ЗМІСТ | 4 |
| ПЕРЕДМОВА | 5 |
| 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА..... | 5 |
| 1.1 Перелік тем лекційних занять | 6 |
| 1.2 Перелік тем лабораторних занять | 8 |
| 1.3 Перелік тем практичних занять у Навчальному Бюро Погоди | 8 |
| 1.4 Перелік питань для самоперевірки..... | 9 |
| 1.5 Перелік тем рефератів | 10 |
| 1.6 Перелік навчальної та методичної літератури | 11 |
| 2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА..... | 14 |
| 2.1 Загальна організація навчального процесу..... | 14 |
| 2.2 Перелік контрольних заходів поточного контролю | 14 |
| 2.3 Організація контролю і оцінки знань та вмінь магістрів | 14 |
| 2.4 Форми контролю виконання СРС..... | 15 |
| 3 ПРОГНОЗ ТУМАНУ І ВИДИМОСТІ..... | 16 |

ПЕРЕДМОВА

Мета методичних вказівок – допомогти магістрам денної форми, що навчаються за спеціальністю «Метеорологія», в самостійній роботі при вивченні дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія».

Самостійна робота магістрів (СРС) з дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» складається з таких видів роботи:

- підготовка до лекційних, лабораторних та практичних занять;
- підготовка до написання контрольних робіт;
- виконання домашніх завдань;
- виконання та підготовка до захисту реферату;
- підготовка до захисту матеріалів лабораторної роботи.

Методичні вказівки складаються з розділів, в яких викладаються основні етапи самостійної роботи магістрів при вивченні дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія».

В «Загальній частині» наведені мета і задачі дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія», місце дисципліни серед інших дисциплін навчального плану підготовки спеціаліста-метеоролога; перелік лекційних та лабораторних занять, питання для самоперевірки і список навчальної літератури.

В розділі «Організація самостійної роботи магістра» висвітлюється методи контролю СРС, міститься перелік та форми контролюючих заходів поточного контролю, система складання поточних та підсумкових оцінок рівню знань магістрів за модульною системою.

В третьому розділі представлений додаток на тему «Прогноз туману і видимості», внаслідок відсутності нового методичного забезпечення для цього розділу дисципліни.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

Навчальна дисципліна «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» належить до професійно-практичного циклу і є однією з основних профільюючих дисциплін підготовки магістрів з напрямку «Гідрометеорологія» за спеціальністю 8.070601 – «Метеорологія».

Метою дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» є підготовка фахівців, які володіють глибокими теоретичними знаннями та практичними навиками, що необхідні для якісного метеорологічного забезпечення польотів на сучасному рівні та для роботи в науково-дослідних підрозділах.

Головна задача дисципліни - вивчення питань впливу метеорологічних умов на діяльність авіації та авіаційно-кліматичних особливостей аеродромів і повітряних трас, знайомство з теоретичними та методичними основами метеорологічного забезпечення польотів.

Дисципліна «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» продовжує та поглиблює основні теми дисципліни «Вступ до авіаційної метеорології», що викладається протягом VII семестру.

Після вивчення повного обсягу дисципліни магістр має засвоїти базові знання. Він повинен:

знати

- основи аеродинаміці польоту літаків та гелікоптерів;
- головні льотно-технічні характеристики повітряних суден сучасної цивільної авіації;
- залежність роботи повітряного судна від стану атмосфери;
- кліматичні умови польотів на різних висотах та в різних географічних районах;
- порядок метеорологічного забезпечення цивільної авіації та регламентуючі документи;

вміти

- аналізувати авіаційні аеросиноптичні матеріали;
- розробляти необхідну метеорологічну та кліматичну документацію;
- прогнозувати складні метеорологічних умови та небезпечні для авіації атмосферні явища;
- розбиратися в особливостях метеорологічного забезпечення польотів авіації різного застосування в різних кліматичних зонах.

Вивчення дисциплін «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» базується на знаннях магістрів, які отримані внаслідок вивчення курсів «Вищої математики», «Фізики», «Фізики атмосфери», «Синоптичної метеорології», «Вступу до авіаційної метеорології».

Отримані магістрами навики, знання та вміння використовуються при курсовому та дипломному проектуванні.

1.1 Перелік тем лекційних занять

I Вплив фізичного стану атмосфери на льотно-технічні характеристики літаків та гелікоптерів

- 1) Стандартна атмосфера, використання її параметрів в авіаційній метеорології.
- 2) Авіаційний метеорологічний код TAF.
- 3) Причини виникнення підйимальної сили.
- 4) Залежність сили тяги турбогвинтового двигуна від фізичного стану атмосфери.
- 5) Вплив фізичного стану атмосфери на політ та на витрату палива.
- 6) Вплив температури повітря на стелю літака Вплив температури, тиску і густині повітря на швидкопідйомність повітряних суден.
- 7) Вплив температури та тиску повітря на зліт та посадку.
- 8) Вплив метеорологічних умов на показання деяких аеронавігаційних приладів.
- 9) Вплив вітру на зліт, посадку та на політ літака. Вплив вертикального зсуву вітру в самому нижньому шарі атмосфери на зліт та посадку літаків. Оцінка багаторічного режиму зсуву вітру для окремих аеродромів.
- 10) Вплив вітру на путьову швидкість та напрям руху літака при горизонтальному польоті. Еквівалентний вітер.
- 11) Струминні течії в атмосфері та аеронавігаційне значення їх кліматичного режиму.
- 12) Умови польотів у верхній атмосфері та космічному просторі. Фізичні характеристики верхньої атмосфери та космічного простору, їх вплив на польоти. Радіаційна небезпека космічних польотів. Вплив озону при польотах в стратосфері.
- 13) Метеорологічне забезпечення надзвукових транспортних літаків та види авіакліматичної інформації, що необхідні для їх обслуговування.
- 14) Кліматична характеристика аеродрому, методика її складання.
- 15) Кліматичні оцінки при розробці повітряних трас, аеродромів та авіаційної техніці.

II Метеорологічні явища, що небезпечні для польотів повітряних суден, умови їх створення та методи прогнозу

- 1) Вплив хмарності та обмеженої видимості на політ. Метеорологічні фактори, що визначають формування низької хмарності, туманів та обмеженої видимості. Особливості врахування кліматичних характеристик хмарності для авіації.
- 2) Вплив турбулентності на політ. Метеорологічні умови, що визначають турбулентний стан атмосфери. Багаторічний добово-

річний хід режим сильної бовтанці. Особливості польоту у зв'язку з орографічною турбулентністю. Прогноз бовтанки.

- 3) Обледеніння літаків та вертольотів, його вплив на політ. Метеорологічні та кліматичні умови обледеніння літаків. Прогноз обледеніння.
- 4) Вплив грозової діяльності на політ літаків. Статична електрика. Врахування кліматичних даних про імовірність грози при плануванні нових повітряних трас.
- 5) Метеорологічні та кліматичні умови електризації літаків. Прогноз зон можливого поразки літаків електричними розрядами в шаруватих хмарах і опадах.
- 6) Перспективи розвитку авіаційної метеорології і метеорологічного забезпечення польотів цивільної авіації.

1.2 Перелік тем лабораторних занять

1. Підготовка матеріалів до авіаційних прогнозів. Код ТАФ

- 1.1. Авіаційні прогнози погоди. Код ТАФ.
- 1.2. Складання бланків ТА.

2. Стандартна атмосфера, використання її параметрів при метеорологічному забезпеченні польотів

- 2.1. Стандартна атмосфера.
- 2.2. Вплив метеорологічних параметрів атмосфери на політ літака.

3. Розрахунок зсуву вітру та побудова профілю вітру над аеродромом.

- 3.1. Розрахунок зсуву вітру, що впливає на зліт та посадку літаків.
- 3.2. Розрахунок профілю вітру над аеродромом.
- 3.3. Розрахунок вітру на висоті кола.

4. Прогноз низької хмарності, обледеніння та бовтанки літаків

- 4.1. Прогноз нижньої межі хмар.
- 4.2. Діагноз та прогноз обледеніння літаків.
- 4.3. Діагноз та прогноз бовтанки літаків.

5. Прогноз туману та струминної течії: її осі та висоти і максимальної швидкості вітру

- 5.1. Прогноз положення осі струминної течії та максимальної швидкості вітру.
- 5.2. Прогноз туману та видимості
- 5.3. Використання аерологічної діаграми в авіаційних прогнозах.
- 5.4. Складання кліматичного опису аеродрому.

Вибір лабораторних робіт з даного переліку і кількість годин визначається викладачем згідно з робочим навчальним планом.

1.3 Перелік тем практичних занять у Навчальному Бюро погоди

В межах дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» проводяться практичні заняття у вигляді чергувань у Навчальному Бюро погоди - НБП за оперативною або архівною інформацією.

Основні теми практичних занять:

Тема 1. Побудова прогностичної карти за допомогою ЕОМ з врахуванням авіаметеорологічної інформації (METAR, TAF, SIGMET, GAMET).

Тема 2. Аналіз фактичної аеросиноптичної інформації з боку її значення для метеорологічного обслуговування авіації.

2.1. Аналіз фактичної приземної синоптичної карти та карти відносної баричної топографії. Аналіз та прогноз атмосферних фронтів. Виявлення небезпечних для роботи авіації явищ.

2.2. Аналіз фактичних карт абсолютної баричної топографії АТ₈₅₀ і АТ₇₀₀. Проведення атмосферних фронтів на АТ₈₅₀ у сполученні з приземною картою. Виявлення вітрових аномалій на висотах злету та посадки, що небезпечні для авіації.

2.3. Робота з авіаційними синоптичними картами (АКП). Аналіз умов польоту за вказаним маршрутом з врахуванням усіх небезпечних явищ.

Тема 3. Авіаційний прогноз хмарності

3.1. Аналіз кільцевої карти погоди (06, 09 або 12 год.). Проведення фронтів.

3.2. Прогноз нижньої межі хмар за повітряною трасою та в пункті посадки літака.

3.3. Складання телеграми METAR за фактичною погодою для пункту злету. Складання телеграми TAF для пункту посадки та за трасою, для запасного аеродрому.

Тема 4. Вплив конвекції на роботу авіації

4.1. Розрахунок параметрів термічної конвекції для окремого пункту.

4.2. Оцінка імовірності створення небезпечних для цивільної авіації конвективних явищ.

Практичні заняття оцінюються в межах модулю «Авіаційні прогнози в оперативній роботі синоптика».

1.4 Перелік питань для самоперевірки

1. За якими причинами виникає підймальна сила?
2. Які сили діють на літак в горизонтальному польоті?
3. За якими правилами вводяться поправки про відхилення реальних умов атмосфери від стандартних?

4. Яким чином визначається зсув вітру?
5. Як впливає температура та тиск на зліт та посадку літака?
6. З чого складається вплив зсуву вітру в найнижчому шарі атмосфери на зліт на посадку?
7. Для чого призначений навігаційний трикутник швидкостей?
8. Які льотно-технічні характеристики літаків залежать від стану атмосфери?
9. Які погодні явища найбільш небезпечні для авіації?
10. Приведіть основні види авіаційних прогнозів погоди.
11. Для чого призначений бланк ТА?
12. Як складається прогноз радіаційного туману?
13. Які загальні положення прогнозу адвективного туману?
14. Як впливає обледеніння на політ літака?
15. За якими методами прогнозується висота нижньої межі хмар?
16. Як діагностують та прогнозують бовтанку?
17. З чого складається аеронавігаційне значення струминних течій в атмосфері?
18. Як можна охарактеризувати умови польотів в зоні грозової діяльності?
19. Чим відрізняються умови бовтанці та обледеніння надзвукового літака?
20. Як впливають озон та сонячні спалахи на роботу авіації?
21. За якими методами складають прогноз зон можливого поразки літаків електричними розрядами в шаруватих хмарах і опадах?

1.5 Перелік тем рефератів

1. Аеронавігаційне значення струминних течій.
2. Вплив сонячної радіації і озону на політ літака.
3. Метеори та метеорна небезпека польотів.
4. Вплив гідрометеорологічних умов на стан і умови експлуатації аеродромів.
5. Умови польотів у верхній атмосфері та космічному просторі.
6. Етапи виконання польоту дозвукового та надзвукового літаків.
7. Особливості етапів польоту гелікоптерів.
8. Принципи ешелонування літаків за висотою при польотах на повітряних трасах.
9. Оптимальні режими та маршрути польоту літаків за врахуванням вітру.
10. Особливості метеорологічного забезпечення міжнародних польотів
11. Вплив гідрометеорологічних умов на стан і умови експлуатації аеродромів.

12. Вплив пилових бур на політ літака.
13. Обледеніння гелікоптерів.
14. Аеросиноптичні умови бовтанки літаків.
15. Видимість на ЗПС. Проблеми її прогнозування.
16. Нахильна дальність видимості. Рекомендації до її прогнозування.
17. Використання імовірнісних прогнозів в метеорологічному забезпеченні цивільній авіації.
18. Принципи використання ЕОМ при складанні авіаційних прогнозів погоди.
19. Оцінка економічної доцільності авіаційних прогнозів погоди.
20. Актуальні проблеми сучасної цивільної авіації.
21. Вплив сильних зсувів вітру на політ літака.
22. Синоптичні умови формування та розвитку струминних течій над Україною взимку.
23. Особливості створення небезпечних для авіації погодних явищ над півднем України.
24. Умови виникнення та прогноз сильного вітру.
25. Синоптичні умови утворення низької хмарності над Україною.
26. Умови формування туманів над аеродромами Причорномор'я.
27. Залежність інтенсивності бовтанки від синоптичних умов над різними регіонами України.

1.6 Перелік навчальної та методичної літератури

Основна література

1. Івус Г.П. Авіаційна метеорологія. Навчальний посібник. - Київ, 1996. - 87 с.
2. Івус Г.П., Семергей-Чумаченко А.Б. Авіаційна метеорологія. – Конспект лекцій – Дніпропетровськ: Економіка, 2006. – 140 с.
3. Івус Г.П., Боровська Г.О. Практикум з авіаційної метеорології: навч. посібник. – Одеса: Екологія, 2006. – 224 с.
4. Баранов А.М., Богаткин О.Г., Говердовский В.Ф., Еникеева В.Д. Авиационная метеорология. - СПб.: Гидрометеоздат, 1992.- 347 с.
5. Богаткин О.Г., Говердовский В.Ф., Еникеева В.Д. Практикум по авиационной метеорологии. – Л.: Гидрометеоздат, 1987.- 183 с.

Додаткова література

6. Івус Г.П., Боровська Г.О. Аналіз і прогноз НГЯ для обслуговування авіації // Метод.вказівки – Одеса. - ОГМІ. - 1997. - 82 с.
7. Баранов А.М. Облака и безопасность полётов. - Л.: Гидрометеиздат, 1983.- 231 с.
8. Богаткин О.Г. Учебный авиационный метеорологический атлас. - Л.: Гидрометеиздат, 1990.- 254 с.
9. Богаткин О.Г. Практикум по авиационной метеорологии. – СПб.: Гидрометеиздат, 2005.- 183 с.
10. Богаткин О.Г., Тараканов Г.Г. Авиационные прогнозы погоды. - СПб.:РГГМУ, 2003. - 164 с.
11. Богаткин О.Г., Еникеева В.Д. Анализ и прогноз погоды для авиации. – Л.:Гидрометеиздат, 1995.- 231 с.
12. Васильев А.А., Глазунов В.Г. Сдвиг ветра, турбулентность и вертикальные токи в нижнем слое атмосферы, влияющие на взлёт и посадку воздушных судов. – Л.:Гидрометеиздат, 1979.- 30 с.
13. Ермаков А.И. Особенности метеорологического обеспечения полётов на международных линиях. - М.: Зенит, 1993. - 225 с.
14. Заварина М.В. Климатология на службе авиации. – Л.:Гидрометеиздат, 1967.- 8 с.
15. Івус Г.П., Кивганов А.Ф., Тимофеев В.Е. Струйные течения нижних уровней атмосферы. Учебное пособие. – Киев:УМК ВО, 1991. – 49 с.
16. Івус Г.П., Якимов Э.В., Боровская Г.А., Москаленко Л.Н. Применение синоптической информации для обеспечения авиации. Метод. указания. – Одесса. – ОГМИ. - 1994. - 28 с.
17. Івус Г.П., Якимов Э.В. Организация и метеорологическое обеспечение полётов самолётов. Метод. указания. – Одесса. – ОГМИ. - 1992. - 20 с.
18. Кароль И.Л. Влияние полётов транспортной авиации мира на озоносферу и климат // Метеорология и гидрология. – 2000. - Вып. 7. - С. 17-32.
19. Клімат України. - К.: Видавництво Раєвського, 2003. – 343 с.
20. Маховер З.М. Методические указания по составлению Климатической характеристики аэродрома. – Л.:Гидрометеиздат, 1989.- 36 с.
21. Маховер З.М., Пеньков А.П. Использование климатических материалов при планировании полетов, эксплуатации аэродромов и обеспечении маршрутных полетов. Методическое письмо ВНИИГМИ-МЦД, № 2, № 3. – Обнинск: изд. ВНИИГМИ-МЦД, 1976. – 62 с.

22. Наставление по метеорологическому обеспечению гражданской авиации СССР (НМО ГА - 90). - Л.:Гидрометеиздат, 1990.- 104 с.
23. Решетов Г.Д. Прогноз града для обеспечения безопасности полётов // Труды Гидрометцентра СССР. – 1978. – Вып. 201. - С. 3-28.
24. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды, Ч. 1. – Л.:Гидрометеиздат, 1986.- 702 с.
25. Руководство по прогнозированию метеорологических условий для авиации/Под ред. Абрамович К.Г., Васильева А.А. – Л.:Гидрометеиздат, 1985. - 301 с.
26. Руководство по производству наблюдений и применению информации с радиолокаторов МРЛ-1 и МРЛ-2. – Л.:Гидрометеиздат, 1974. - 334 с.
27. Оформление бланка АВ-5. Методические указания /Ивус Г.П., Терещенко И.Э. – Одесса: ОГМИ, 1984. -7 с.
28. Практикум з синоптичної метеорології/Під редакцією Івус Г.П., Іванової С.М. – Одеса, 2004. – 419 с.
29. Прогноз опасных для авиации явлений. Методические указания /Ивус Г.П., Хоменко Г.В. – Одесса: ОГМИ, 1986. - 12 с.
30. Прогноз обледенения самолетов. Методические указания/Ивус Г.П., Москаленко Л.Н. – Одесса: ОГМИ, 1986. - 20 с.
31. Прогноз ветра на высоте круга. Методические указания /Москаленко Л.Н. – Одесса: ОГМИ, 1989. - 12 с.
32. Расчет влияния эксплуатационных факторов на посадочную скорость и потолок самолета. Методические указания /Ивус Г.П., Терещенко И.Э. – Одеса: ОГМИ, 1988. – 8 с.
33. Сборник международных метеорологических кодов. - М.: Росгидромет, 1992.- 109 с.
34. Способы определения сдвигов ветра в нижних слоях атмосферы. Методические указания /Бондаренко В.Н., Терещенко И.Э. – Одесса: ОГМИ, 1986. – 12 с.

2 ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА

2.1 Загальна організація навчального процесу

Вивчення дисциплін «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» магістрами очної форми навчання передбачає чотири види навчальних занять: лекції, лабораторні та практичні заняття і самостійну роботу магістра.

Контроль СРС магістрів очної форми навчання здійснюється через перевірку контрольних робіт з теоретичної та практичної частини курсу, усне опитування на лабораторних та практичних заняттях, перевірку домашніх завдань, захист матеріалів лабораторних робіт та захист реферату. Питання до контрольних робіт, до захисту лабораторних робіт, теми домашніх завдань та рефератів визначаються в робочих програмах.

2.2 Перелік контрольних заходів поточного контролю

| Назва контрольного заходу | Термін контролю (навч. тиждень) |
|--|---------------------------------|
| Усне опитування під час лабораторних занять (УО) | 1-16 |
| Контрольна робота з теоретичної частини (КРтеор) | 9, 15 |
| Контрольна робота з практичної частини (КРпр) | 3, 14 |
| Перевірка домашнього завдання (ДР) | 2, 5, 6, 9, 10, 13 |
| Захист матеріалів лабораторної роботи (ЛР) | 3, 5, 7, 10, 13 |
| Реферат | 9 |

Терміни контрольних заходів можуть змінюватися згідно з робочою програмою дисциплін.

2.3 Організація контролю і оцінки знань та вмінь магістрів

Поточна та підсумкова оцінка рівня знань магістрів здійснюється за модульною системою.

На повний курс дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» в VIII семестрі відведено **100 балів**. Максимальна сума балів, яку може отримати магістр, складає **100 балів**, з яких по теоретичному курсу – **60 балів**, по практичній частині – **40 балів**.

Оцінка ІСПИТУ виставляється за результатами поточного контролю – всі магістри, які набрали 60 % і більше від максимальної суми балів (тобто 60 балів і вище), отримують оцінку іспиту відповідно до такої шкали:

| Інтегральна сума балів по навчальній дисципліні | Оцінка з іспиту |
|--|------------------------|
| < 60% від максимальної суми балів | незадовільно |
| 60-74,9% від максимальної суми балів | задовільно |
| 75-89,9% від максимальної суми балів | добре |
| ≥90% від максимальної суми балів | відмінно |

Дисципліну в VIII семестрі розбито на 8 модулів – 2 теоретичних та 6 практичних.

| № | Назва модуля | Макс. сума балів |
|----------|--|-------------------------|
| 1 | Вплив фізичного стану атмосфери на льотно-технічні характеристики літаків та гелікоптерів | 30 |
| 2 | Метеорологічні явища, що небезпечні для польотів повітряних суден, умови їх створення та методи прогнозу | 30 |
| 3 | Підготовка матеріалів до авіаційних прогнозів. Код TAF | 9 |
| 4 | Стандартна атмосфера, використання її параметрів при метеорологічному забезпеченні польотів | 4 |
| 5 | Розрахунок зсуву вітру та побудова профілю вітру над аеродромом | 6 |
| 6 | Прогноз низької хмарності, обледеніння та бовтанки літаків | 8 |
| 7 | Прогноз туману та струминної течії: її осі та висоти і максимальної швидкості вітру | 8 |
| 8 | Авіаційні прогнози в оперативній роботі синоптика | 5 |

2.4 Форми контролю виконання СРС

Усне опитування магістрів проводиться на лабораторних заняттях на початку кожної нової теми заняття. Програмою дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» передбачено 6 модулів з практичної

частини курсу. Оцінка усного опитування входить до загальної оцінки певного виду практичних занять і становить 2 бали. Питання щодо усного опитування приведені в робочих програмах.

Контрольні роботи - вивчення теоретичних та деяких практичних розділів дисципліни передбачає перевірку знань шляхом виконання магістрами контрольних робіт. В кожному змістовному модулі виділено ряд питань, обов'язкових для засвоєння магістрами. В межах дисципліни заплановано 2 контрольні роботи з теоретичної та 2 з практичної частин курсу. Повний перелік питань контрольних робіт приведений в робочій програмі.

Домашнє завдання – програмою дисципліни визначено виконання магістрами 6 домашніх завдань для поглиблення контролю за засвоєнням матеріалу. Оцінка домашнього завдання складається з оцінки правильності та своєчасності виконання завдання (90 і 10 % від максимально можливого балу за модульною системою).

Захист матеріалів лабораторної роботи є основним контрольним заходом у всіх модулях практичної частини курсу, крім модулю № 8, в якому оцінюється робота магістрів у Навчальному бюро погоді.

Захист включає оформлення матеріалів лабораторної роботи, самостійна розповідь магістра про зміст і методику роботи та його відповідь на контрольні запитання. Повний перелік питань та список методичних вказівок приведені в робочих програмах. Оцінка захисту матеріалів лабораторної роботи складається з оцінки правильності і своєчасності її виконання та результатів відповіді магістра (60 і 40 % від максимально можливого балу за модульною системою).

Реферат передбачається тільки наприкінці 9 тижня, коли магістр набуває практичних навичок з дисципліни та може самостійно аналізувати матеріал. Реферат повинен мати основні структурні розділи: вступ, змістовні розділи, висновки, список використаних літературних джерел. Реферат виконується рукописним способом або комп'ютерним набором. Максимальний обсяг реферату становить 20-25 сторінок. Загальне оформлення реферату проводиться аналогічно курсовому проекту згідно вимогам ДЕСТу. До реферату можуть бути включені ілюстративні матеріали – рисунки з літературних джерел, синоптичні карти, графіки тощо. При написанні огляду літератури магістри повинні обов'язково робити посилання на літературні та інші джерела, з яких береться інформація.

Оцінка реферату складається з оцінки виконання реферату (до 74% від максимально можливого балу) та оцінки своєчасного виконання (до 10%); оцінки захисту (до 16%).

3 ПРОГНОЗ ТУМАНУ І ВИДИМОСТІ

До методичних вказівок включений додаток, призначений для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Авіаційна метеорологія та авіакліматологія» (п.1.2, тема 5.2).

ФІЗИЧНІ ПРИЧИНИ УТВОРЕННЯ ТУМАНІВ

Туман – це помутніння повітря в приземному шарі, викликане зваженими в ньому краплями води, крижаними кристалами або їхньою сумішшю, при горизонтальній видимості менш 1 км хоча б в одному з напрямків.

Класифікація туманів. Відповідно до фізичних причин виникнення розрізняються такі види туманів:

1.Тумани охолодження:

- радіаційні (поземні, низькі і високі);
- адвективні;
- адвективно-радіаційні;
- орографічні (гірських схилів, адіабатичні).

2.Тумани випаровування:

- випаровування водойм (випаровування арктичних морів, осіннє чи зимове випаровування рік, озер, внутрішніх морів, а також випаровування крапель теплої дощу в холодному приземному шарі);
- змішання (берегові);
- водяний пил (водоспадів, морського прибою і т.п.).

3.Тумани, пов'язані з діяльністю людини:

- міські;
- морозні (селищні пічні, аеродромні);
- штучні.

У залежності від вертикальної протяжності виділяють наступні види туманів:

- поземні - висота верхньої границі до 2 м,
- низькі - від 2 до 10 м,
- середні - від 10 до 100 м,
- високі - більше за 100 м.

По мірі погіршення горизонтальної видимості тумани класифікують як:

- слабкі (500-1000 м),
- помірні (200-500 м),
- сильні (50-100 м),
- дуже сильні (менше 50 м).

В залежності від синоптичних умов виникнення розділяють тумани внутрішньо масові і фронтальні.

До *внутрішньомасових туманів* відносяться тумани охолодження і тумани випаровування, які утворюються при насиченні холодного повітря над теплою водою.

Утворення *фронтальних туманів* зумовлене:

- випаровуванням нрапель дощу, який випадає з теплої повітряної маси;
- адвективним зниженням температури холодного повітря, що переміщується з південних районів;
- адиабатичним охолодженням повітря при падінні тиску перед фронтом.

Туман перед теплим фронтом, що повільно переміщується, чи теплим фронтом оклюзії, а також за малорухомих холодним фронтом, переважно слід очікувати пізньою осінню і зимою при випадінні слабкого дощу або мряки у клині холодного повітря. Фронтальна поверхня у такому випадку виявляється за даними вертикального зондування у вигляді інверсії температури.

Сприятливими умовами для формування фронтального туману є:

- 1) температура теплового повітря на верхній межі фронтальної інверсії вище 0 °С, а різниця між її значенням на цьому рівні і температурою холодного повітря на висоті 2 м поблизу ділянки фронту складає 3 – 5 °С;
- 2) дефіцит точки роси у холодному повітрі поза зоною фронтальних опадів не перевищує 2 °С;
- 3) швидкість вітру у холодному підфронтальному повітрі не більше 6 м·с⁻¹.

Прогноз *фронтального туману* дається на основі прогнозу переміщення фронту, прогнозу фронтальних опадів і вітру у зоні фронту.

Час утворення і розсіювання *фронтального туману* можна визначити за швидкістю переміщення атмосферного фронту. Якщо ж фронтальний туман утворюється знову, то це звичайно відбувається через 0,5...1,0 год після проходження фронту.

Прогноз фронтальних туманів можна здійснювати за дискримінантними функціями виду:

$$L = T_{\text{інв}} - T_0 - (7,78 \cdot 10^{-2} D_{0\text{хол}}^2 + 0,67 D_{0\text{хол}}),$$

де $D_{0\text{хол}}$ – дефіцит точки роси в холодному повітрі.

Якщо при розрахунках виходить, що $L \geq 0$, то в прогнозі вказується туман.

Додатково для оцінки часу розсіювання фронтального туману необхідно враховувати зміну синоптичної ситуації, характер адвекції, турбулентного обміну та місцеві особливості.

Радіаційні тумани. Радіаційний туман утворюється над сушею при безхмарному небі і слабкому вітрі (або штилі) в результаті охолодження повітря, коли його температура становиться нижче температури туманоутворення. Для утворення туману сприятливе слабке збільшення швидкості з висотою. Такі умови сприяють турбулентному переносу продуктів конденсації від земної поверхні вгору і підтримці у зваженому стані в приземному шарі повітря; в процесі перемішування вертикальна потужність туману збільшується.

Радіаційні тумани виникають в антициклонах, гребнях, відрогах, у сідловинах, мало градієнтних баричних полях за таких умов:

- уночі спостерігається радіаційне охолодження повітря при ясній погоді або невеликій хмарності,
- швидкість вітру не більше $3 - 4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$,
- увігнута поверхня рельєфу, що забезпечує нагромадження холодного повітря в низині,
- суха поверхня ґрунту
- інверсійний розподіл температури в шарі від землі до $50 - 300 \text{ м}$,
- велика відносна вологість увечері - $> 60\%$.

Через 1-2 години після виникнення туману приземна інверсія зазвичай руйнується і переходить у підняту.

Швидкість вітру з висотою може посилюватися: на висоті 100 м до $5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, на висоті 300 м - до $7 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, на висоті $800 - 1000 \text{ м}$ - до $9 - 10 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Улітку переважають поземні, низькі і середні тумани, а узимку - високі.

Горизонтальна довжина туману прямо пропорційна товщині шару туману. Найменшу горизонтальну довжину мають поземні тумани, а найбільшу - високі тумани, що поширюються на сотні кілометрів.

Улітку швидкий прогрів підстильної поверхні забезпечує розсіювання радіаційного туману через 1 - 2 години після сходу сонця. Восени туман може зберігатися протягом 3 - 5 годин після сходу сонця. Узимку денний прогрів невеликий і туман може зберігатися і протягом усього дня. При зміні синоптичних умов туман може розсіятися в будь-яку годину ночі.

При прогнозі радіаційних туманів необхідно враховувати тривалість нічного вихолодження, характер хмарного покриву (прогноз), швидкість і напрямок вітру (прогноз), вихідні значення температури і вологості повітря, характер стратифікації повітряної маси.

Різноманітність методів прогнозу туману обумовлена не тільки значимістю його прогнозу, але і суттєвою залежністю утворення туманів від місцевих умов.

Адвективні тумани. Адвективний туман виникає під час переносу теплого і вологого повітря на холодну підстильну поверхню. Спостерігається на західних або північно-західних периферіях антициклонів, на осі гребеня, на східних периферіях циклонів (на теплих фронтах) і частіше в теплих секторах циклонів.

Загальними умовами виникнення адвективних туманів є:

- дефіцит крапки роси біля поверхні землі повинен бути незначним (при $D_0 > 3$ °С тумани не утворюються);
- швидкість вітру біля поверхні землі не повинна перевищувати $8 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ (за винятком Донецької області); при більшій швидкості вітру відбувається руйнування приземної інверсії і туману.

При цьому додатковою умовою повинне бути послаблене турбулентне перемішування, інакше формується низька хмарність (слабке турбулентне перемішування при невеликих швидкостях вітру, щоб продукти конденсації, що утворюються в приземному шарі, не встигали переноситися нагору). Одночасно повітря повинне бути вологим, якщо стратифікація стійка, то за таких умов туман можливий.

Туман формується над більш холодною підстильною поверхнею на відстані 20 - 100 км від межі між холодною і теплою морською течією, між сушею і морем, між вологим, не покритим снігом ґрунтом, і сніжним покривом при швидкості вітру на висоті 10 м не більш $12 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$.

Адвективні тумани можуть спостерігатися в будь-який час доби. У чистому виді вони спостерігаються тільки над морем.

Розсіювання адвективного туману можна чекати:

- при припиненні адвекції теплого і вологого повітря і посиленні вітру, або при зміні на адвекцію сухого і холодного повітря;
- якщо з'являються ознаки зміни напрямку вітру;
- при посиленні турбулентного обміну в зв'язку з посиленням швидкості вітру.
- у результаті зменшення абсолютної вологості повітря;
- при переході повітря з відкритого ґрунту на сніг;
- при переході туману в мряку, або при випаданні дощу з вище розташованих хмар;
- у результаті радіаційного нагрівання ґрунту і приземного шару повітря (після сходу сонця);
- у результаті радіаційного охолодження верхньої частини хмарності.

Адвективний туман у прибережній смузі виникає при переносі теплого вологого повітря з моря на холодну підстильну поверхню. У

відкритому морі туман виникає при переході теплого вологого повітря з теплої поверхні води на холодну, або при переході з теплої течії на холодну. Такий туман може виноситися з акваторії моря на сушу.

При прогнозі адвективних туманів необхідно враховувати переміщення вже наявних зон туману, адвективні зміни температури і крапки роси в приземному шарі, можливість зниження хмар до поверхні землі, а також охолодження повітря в процесі нічного радіаційного охолодження.

Адвективно-радіаційні тумани. Утворюються над охолодженою сушею в холодну пору року, вночі при слабкій адвекції теплого повітря. Швидкість вітру в приземному шарі повітря складає $1-2 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$, рідко $3 - 4 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Додаткова конденсація водяного пару відбувається за рахунок радіаційного охолодження теплого повітря у приземному шарі, чому сприяє повне прояснення хоча б на короткий проміжок часу або незначна тонка хмарність.

Берегові тумани. Виникають на узбережжях морів при перенесенні теплих і вологих повітряних мас з водної поверхні на сушу. Основним фактором, що визначає виникнення берегових туманів, є контраст температур вода - суша.

Орографічні тумани. Спостерігаються в умовах, коли повітря піднімається по навітряних схилах гір або високих хребтів, адиабатично охолоджується, але при стійкій стратифікації атмосфери. Умови формування орографічних туманів:

- рівень конденсації повинний бути нижче вершини височини;
- наявність над вершиною інверсії температури.

Тумани випаровування. Часто спостерігаються над арктичними морями при переході із сильно вихолодженого над льодом або поверхнею ґрунту повітря на відкриту водну поверхню. Виникає випаровування, що підвищує температуру крапки роси. Повітря нагрівається знизу, зверху охолоджується, виникає нестійкість атмосфери. Туман може виникати в тих випадках, коли в повітрі спостерігалася добре виражена інверсія. У нижній частині шару інверсія може розмиватися. Туман виникає при розходженні температур повітря і води не менше ніж $10 \text{ }^\circ\text{C}$. До туманів випаровування відноситься туман, що спостерігається на початку зими й восени над ріками й озерами, коли температура поверхні води $0 \text{ }^\circ\text{C}$, а вище $-5 \dots -10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Морозні тумани населених пунктів і аеродромів. Туман під час сильних морозів утворюється в результаті застоювання і сильного радіаційного охолодження нижнього шару сухого континентального повітря над сніжним покривом у малорухомих антициклонах, відрогах і сідловинах. У результаті роботи промислових підприємств в атмосферу

надходить велика кількість пари і ядер конденсації - це основна причина утворення туману при сильних морозах. При змішуванні теплого, багатого вологою вихлопних і пічних газів з холодним повітрям відбувається утворення дрібних крапель, при температурах ≤ -30 °C краплі замерзають і перетворюються в крижані кристали - формується морозний туман.

Штучні тумани і димки можуть створюватися з метою захисту від заморозків. Їх стійкість тим вища, чим слабший вітер у приземному шарі, більша відносна вологість і розподіл температури наближується до інверсійного.

Туман є стихійним метеорологічним явищем при видимості < 100 м за інтервал часу ≥ 12 год.

Просторовий розподіл сильних туманів має велику мінливість, оскільки залежить не тільки від великомасштабних процесів, але і від місцевих факторів, що можуть, як сприяти, так і перешкоджати туманоутворенню.

Найчастіше (до 80 днів) сильні тумани спостерігаються в гірських районах України, Карпат і Криму. Значне число днів з туманом пов'язане з підйомом повітря по схилах і його адіабатичному охолодженні, а також з переносом низької хмарності, що досягає поверхні землі.

Другий осередок підвищеної частоти днів із сильними туманами приходить на південні навітряні схили Донецького кряжу, Приазовської височини, де крім орографії великий вплив має промислове забруднення.

Збільшене число днів із сильними туманами відзначається на Волинській, Подільській, Придніпровській височинах. У степових районах число днів з туманом значно зменшується, що зв'язано з високою температурою повітря і ґрунту, відносно низькою вологістю і нестійким сніжним покривом.

Рідше всього тумани бувають на південному березі Криму.

На підвітряних сторонах гір і височин число днів з туманами значно зменшується.

Сезон туманів починається в жовтні, він обумовлений активізацією процесів адвекції, і закінчується в квітні. Частіше вони бувають у вересні - грудні, у приморських районах у лютому - березні.

Тумани видимістю 50 м бувають винятково рідко (1%). Повторюваність туманів видимістю 100 м на більшій частині країни складає 2...9%, на півдні (в Одеській області) - 20%, а на заході (Львів) - $< 1\%$ усіх випадків з туманами.

Тумани видимістю 50...200 м мають найбільшу повторюваність. У гірських районах Українських Карпат майже кожен туман (78%) можна віднести до категорії сильного. На іншій території таких туманів менше в 5 - 6 разів.

Найбільш тривалими і небезпечними є адвективні тумани. Узимку вони продовжуються до 100 год. підряд, хоча в середньому один сильний туман зберігається протягом 6...12 год. Найбільш тривалі сильні тумани в Українських Карпатах, горах Криму, Донецькому кряжі, де сумарна тривалість сильних туманів може досягати 100 год.

За ступенем туманоутворення Україну можна розділити на 3 райони.

- I район: гірські райони (Українські Карпати, Крим). Число днів з туманом перевищує 100, із сильним туманом - 80 .
- II район: підвищені території центральної і південної частин України (Донецький кряж, Приазовська, Волинська, Подільська, Придністровська височини). Число днів із сильними туманами - 20...30.
- III район: рівнинні території південної степової зони (10...20 днів із сильними туманами).

ПРОГНОЗ РАДІАЦІЙНОГО ТУМАНУ

Прогноз радіаційного туману за методикою А.С. Зверева

Вихідна інформація для прогнозу:

- температура повітря в 13 чи 19 годин;
- температура точки роси в 13 чи 19 годин;
- дані про хмарність і вітер, що очікуються в ночі.

У розрахунках допускається користування даними температури повітря і точки роси у строки 12...14 і 18...20 год місцевого часу.

Дану методику розробляють в такій послідовності:

1. За вихідною і прогностичними картами погоди оцінюють можливість виникнення радіаційного туману.
2. Визначають температуру туманоутворення - T_T за формулою:

$$T_T = T_d - \delta T_T, \quad (1)$$

де T_d – точка роси у вечірній строк спостережень, близький до заходу сонця (зазвичай 18 год за місцевим часом) в пункті прогнозу;

δT_T - додаткове охолодження, необхідне для утворення туману, яке визначають за допомогою графіку (рис. 1).

На рис. 1 від значення точки роси піднімаються по вертикалі вгору до перетину з демаркаційною кривою δT_T , далі, переміщуючись по горизонталі вправо, на вертикальній осі відраховують додаткове охолодження δT_T .

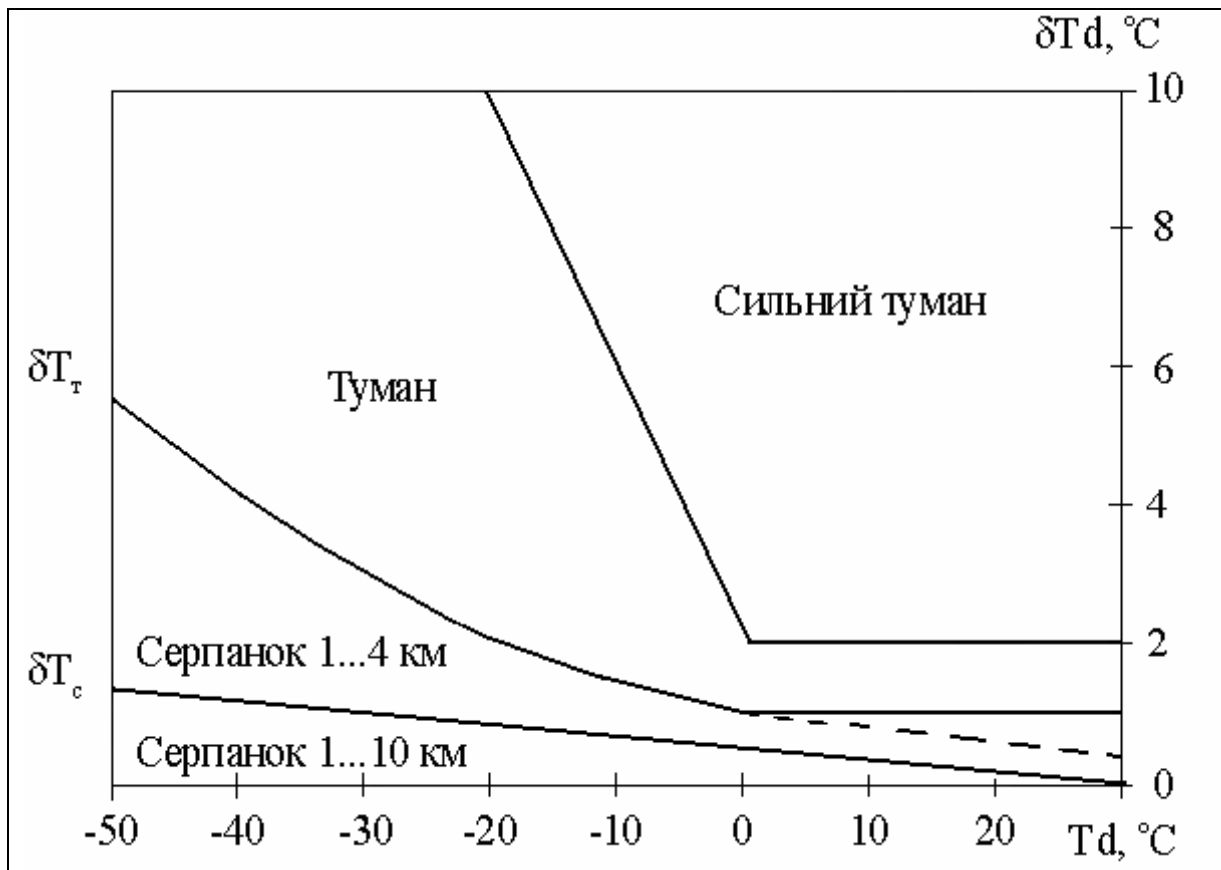


Рис. 1 - Графік для визначення додаткового охолодження δT_T

3. Вираховують мінімальну температуру повітря біля поверхні землі:

$$T_{\min} = T_0 - m\Delta T_T, \quad (2)$$

де T_0 – температура повітря в вечірній строк спостережень (18 год);

m – поправка на хмарність;

ΔT_T - очікуване охолодження при ясному небі.

Величини ΔT_T і m знаходять за номограмами (рис. 2 - 3).

4. Визначають можливість утворення туману за співвідношеннями:

- при $T_{\min} \leq T_T$ - очікується туман (сильний туман);
- при $T_{\min} \geq T_T$ - туман не очікується.

5. Передбачають час утворення туману: вираховують відношення, далі за графіком (рис. 4) визначають частку ночі n , під час якої слід очікувати утворення туману за наступними критеріями:

- $n = 0$ - при заході сонця;
- $n = 0,5$ - опівночі;
- $n = 1$ - при сході сонця.

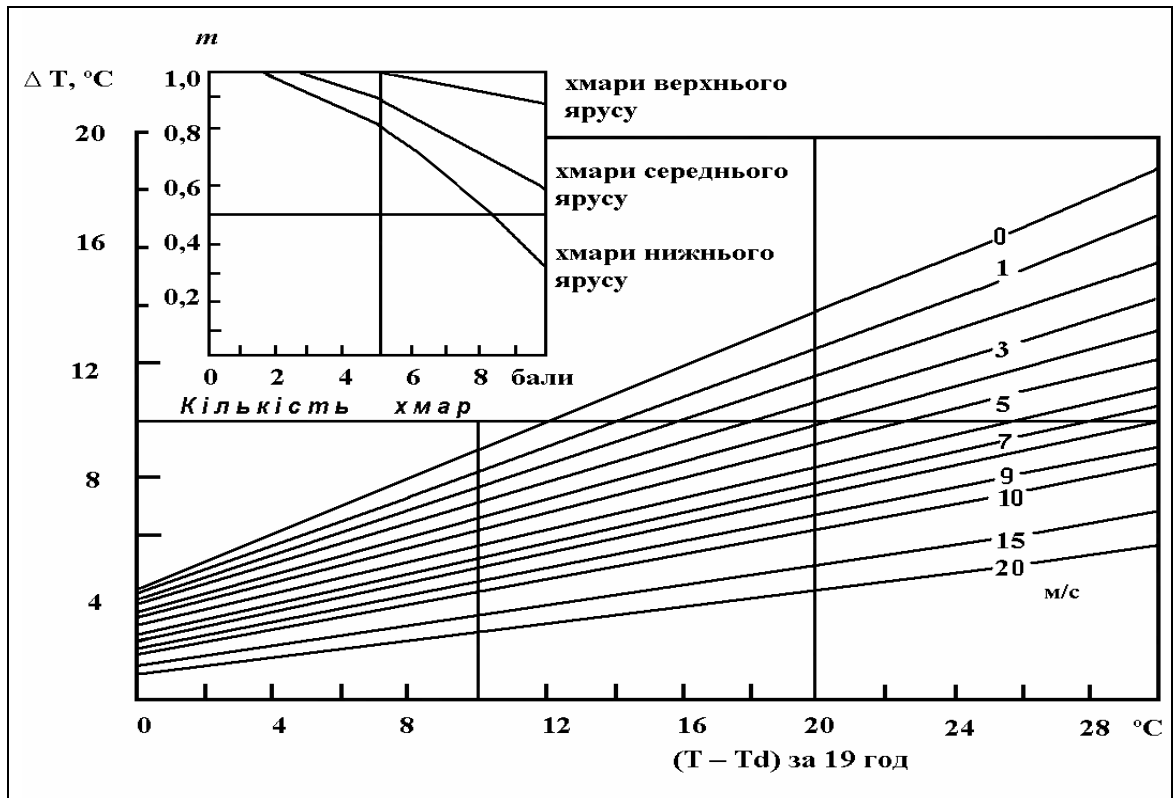


Рис. 2 – Номограма для прогнозу нічного мінімуму температури за даними спостережень о 18...20 год місцевого часу

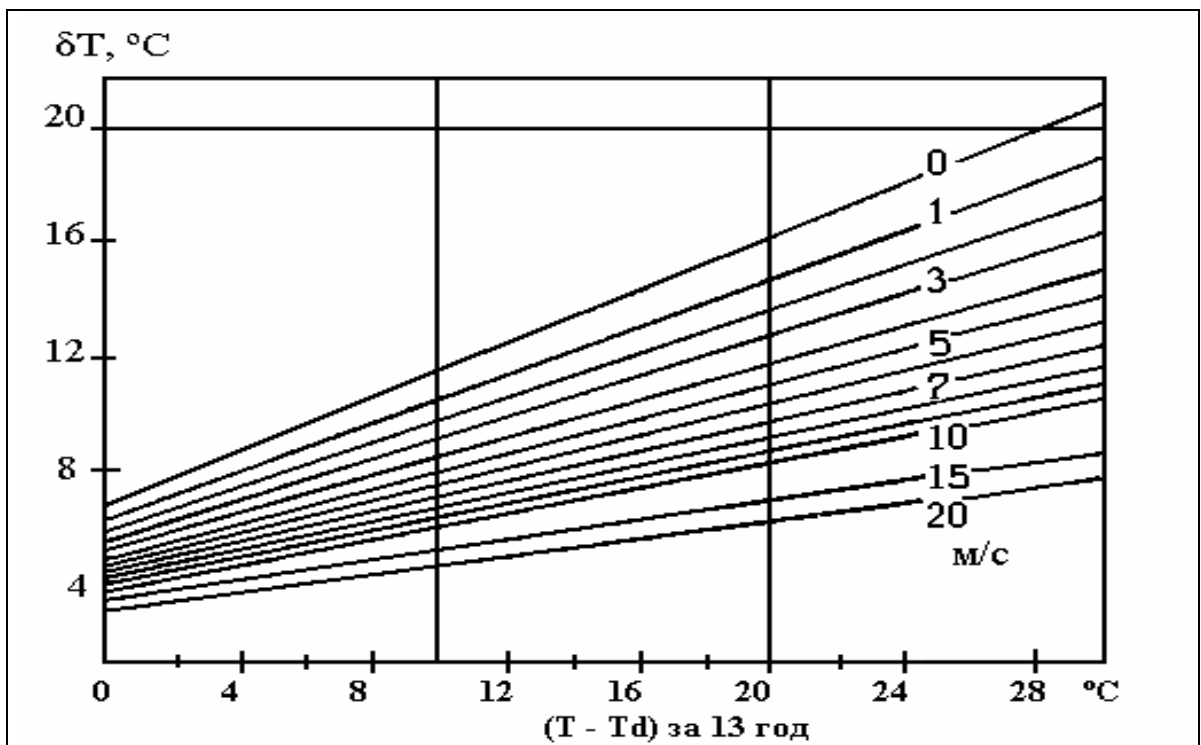


Рис. 3 – Номограма для прогнозу нічного мінімуму температури за даними спостережень о 12...14 год місцевого часу

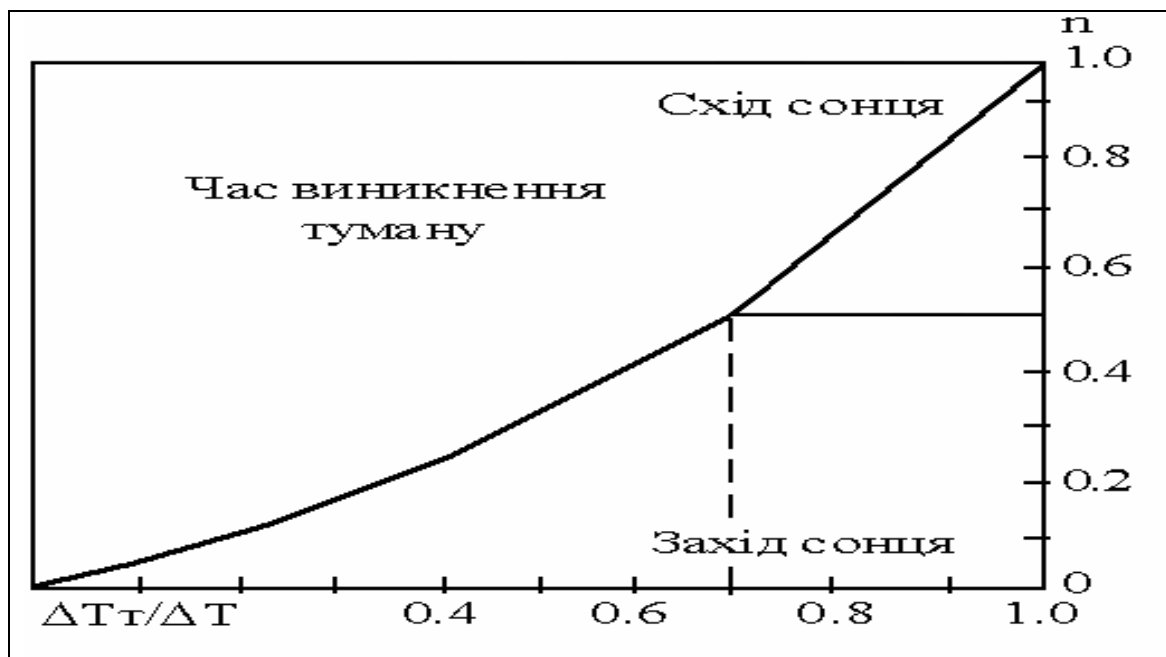


Рис. 4 - Графік для прогнозу часу виникнення туману

6. Мінімальну видимість в тумані прогнозують за допомогою номограми (рис. 5). По вихідному значенню точки роси T_d і її максимальному зниженню $\delta T_{d_{max}}$ протягом ночі за формулою

$$\delta T_{d_{max}} = T_d - T_{min} \quad (3)$$

де T_d - точка роси за вихідний строк спостереження;

T_{min} - прогноз мінімальної температури на наступну ніч;

S_m – метеорологічна дальність видимості.

7. Час розсіювання радіаційного туману прогнозують за допомогою графічного методу, що обумовлює проміжок часу, який знадобиться для прогріву повітря від поверхні землі, щоб T стала дорівнювати T_d при заході Сонця (рис.6). Точка А фіксує момент розсіювання туману.

При прогнозі часу розсіювання туману, природно, враховується синоптична ситуація, пора року і місцеві особливості розміщення (аеродрому, морського порту тощо). Влітку радіаційний туман розсіюється, як правило, через 1...2 год після сходу Сонця при безхмарному небі і через 2...3 год при наявності хмарності. Осінню тривалість туманів більша, ніж влітку; зимою в антициклонах при наявності потужного шару інверсії туман зберігається на протязі доби і більше. Посилення вітру, поява хмарності, адвекція температури і випадіння опадів можуть призвести до руйнування туману в будь-який час доби.

8. Звітні матеріали – заповнена таблиця 1.

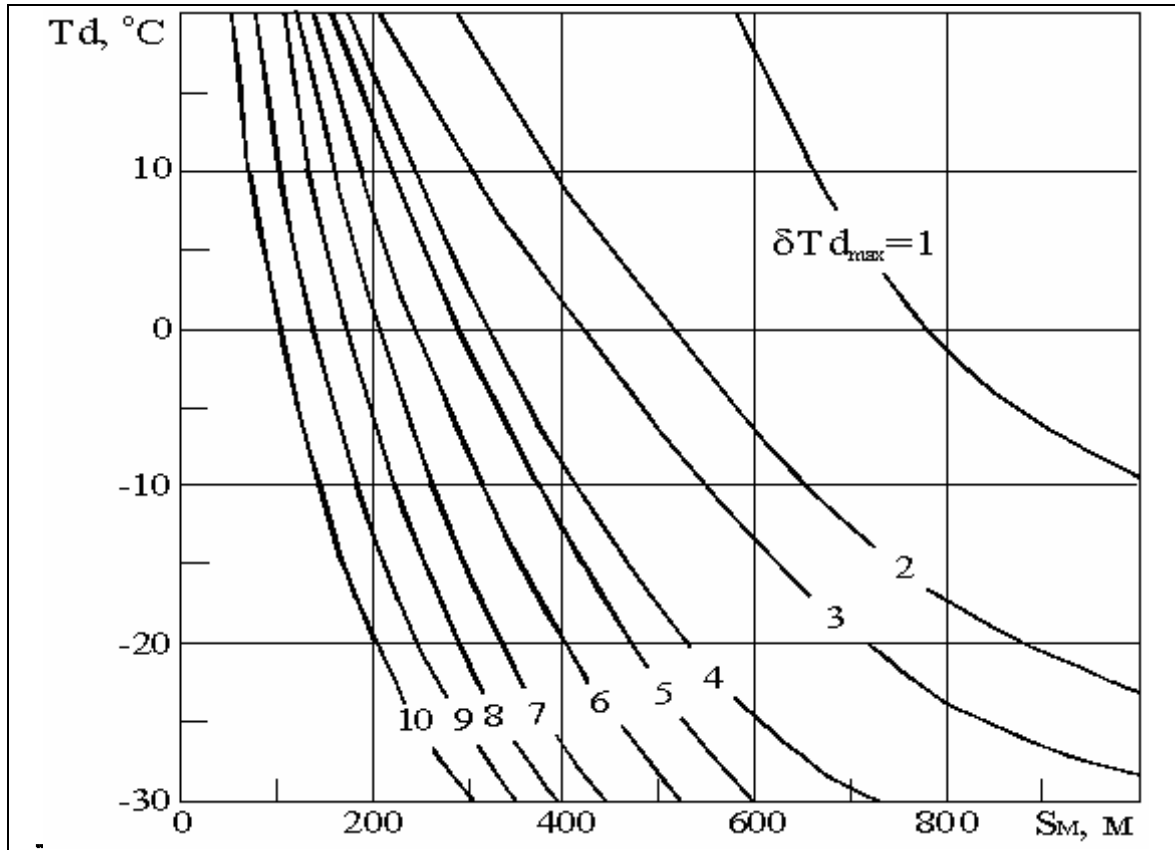


Рис. 5 - Номограма для прогнозу мінімальної видимості в радіаційному тумані

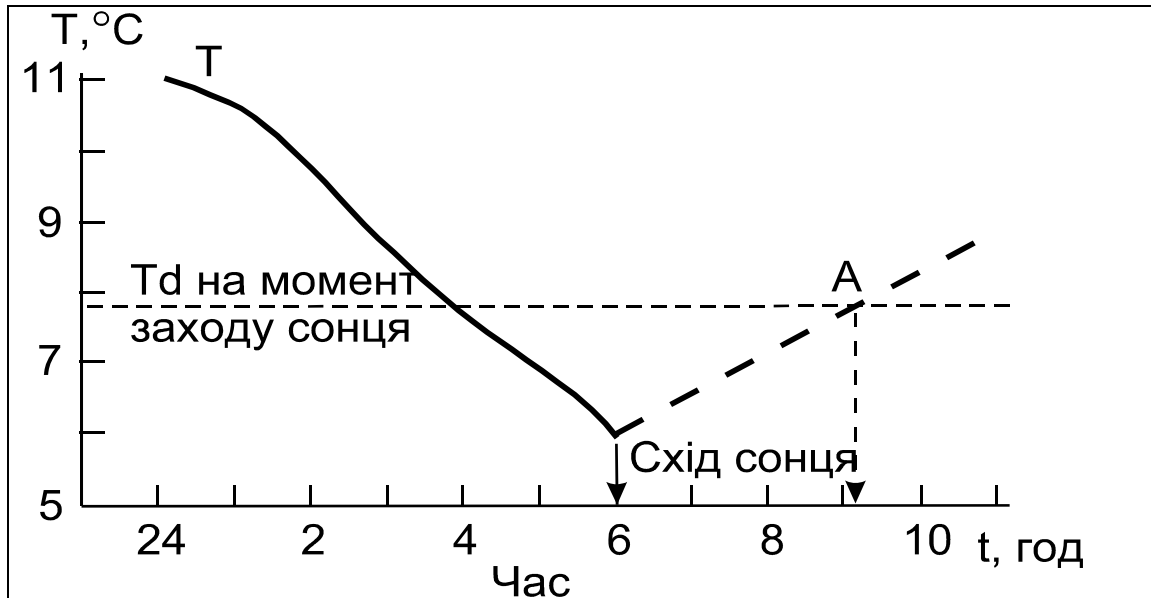


Рис. 6 – Графічний метод прогнозу часу розсіювання туману

Таблиця 1 – Прогноз радіаційного туману за методикою А.С. Зверева

| пункт | Прогноз хмарності | $T_t, ^\circ\text{C}$ | $T_{\text{min}}, ^\circ\text{C}$ | n , доля ночі | Час виникнення туману | Прогноз туману | Прогноз видимості, м | Фактична погода | |
|-------|-------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----------------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | | В строк спостереження | Видимість, м |
| | | | | | | | | | |

ПРОГНОЗ АДВЕКТИВНОГО ТУМАНУ

І Прогноз адвективного туману за методом
М.В. Петренка та С.В. Некрасова

Вихідна інформація для прогнозу:

- температура повітря і температура точки роси у початковій точці переносу (T_a і T_{d_a});
- температура повітря і температура точки роси в пункті прогнозу - (T_ϕ і T_{d_ϕ});
- вітер, що очікується через 9 год в пункті прогнозу.

Прогноз розробляють у такій послідовності:

1. За фактичною і прогностичною картами погоди оцінюють можливість виникнення адвективного туману. Розглядають наявність зон туманів, їх еволюцію та можливість виносу їх в пункт прогнозу;
2. Будується прогностична траєкторія частки.

Методика її побудови полягає в наступному. В районі пункту, для якого складають прогноз, розраховують поле тиску з завчасністю 9 год. За даними зондування над пунктом прогнозу на висоті 150 м визначають швидкість вітру u_{15} . Від пункту прогнозу в напрямку, протилежному потоку, проводять криву таким чином, щоб вона мала кривизну прогностичних ізобар, розміщувалась приблизно під кутом 15° до цих ізобар та відхилялась в сторону високого тиску. На цій кривій відкладають

відрізок L_1 , що дорівнює половині довжини 9-годинної прогностичної траєкторії частинки повітря. Довжину відрізка L_1 (в км) розраховують за формулою

$$L_1 = 3,6 u_{15} \frac{\Delta n'_1}{\Delta n_1} \Delta t = 16,2 u_{15} \frac{\Delta n'_1}{\Delta n_1}, \quad (4)$$

де u_{15} – швидкість вітру ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$) на висоті 150 м;

Δn_1 – відстань (см) між суміжними ізобарами над пунктом прогнозу за вихідний строк;

$\Delta n'_1$ – відстань (см) між тими ж ізобарами через 9 год; $\Delta t = 4,5$ год.

Від проміжної точки також проти потоку проводять криву, яка повинна мати кривизну ізобар на фактичній карті. Довжина нового відрізка дорівнює другій половині 9-годинної траєкторії і розраховується за допомогою співвідношення

$$L_2 = 16,2 u_{15} \frac{\Delta n_1}{\Delta n_2}, \quad (5)$$

де Δn_2 – відстань (в см) між суміжними вихідними ізобарами.

Знайдена точка є початковою точкою переносу (район в радіусі 100-150 км).

3. За значеннями температури і точки роси на початку траєкторії та в пункті прогнозу визначають градієнти температури:

$$\Delta T / \Delta S = (T_a - T_\phi) / \Delta S; \quad (6)$$

і точки роси:

$$\Delta Td / \Delta S = (Td_a - Td_\phi) / \Delta S \quad (7)$$

вздовж траєкторії довжиною ΔS , в сотнях км.

Чим більші додатні значення градієнтів, тим більша імовірність туману;

4. На полі графіка (рис.7) знаходять точку перетину значень градієнта температури $\Delta T / \Delta S$ і дефіциту точки роси $(T - Td)_p$ у початковій точці переносу. Якщо ця точка попаде в область туману, то від неї по вертикалі слід опуститися до значення швидкості вітру V , що очікується через 9 год в пункті прогнозу. Якщо нове положення точки знову опиниться в зоні туману, тобто точка буде знаходитись між нижньою суцільною кривою і горизонталлю 0, слід очікувати туман;

5. Якщо за графіком (рис.7) очікується туман, то для прогнозу видимості в тумані додатково використовують графік, наведений на рис.8.

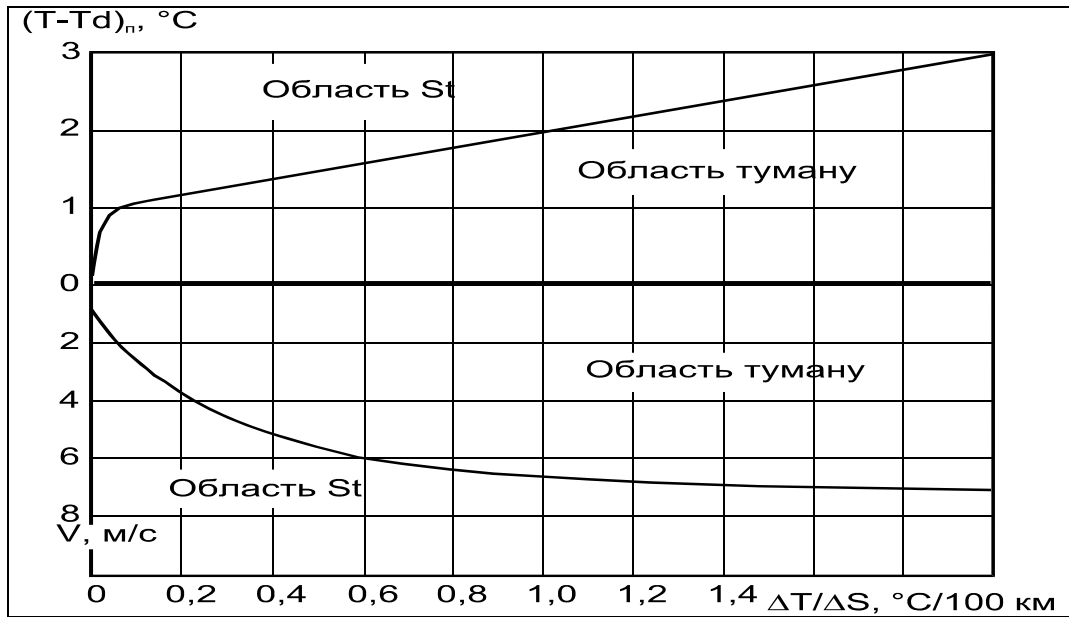


Рис.7 – Комплексний графік для прогнозу адвективного туману.

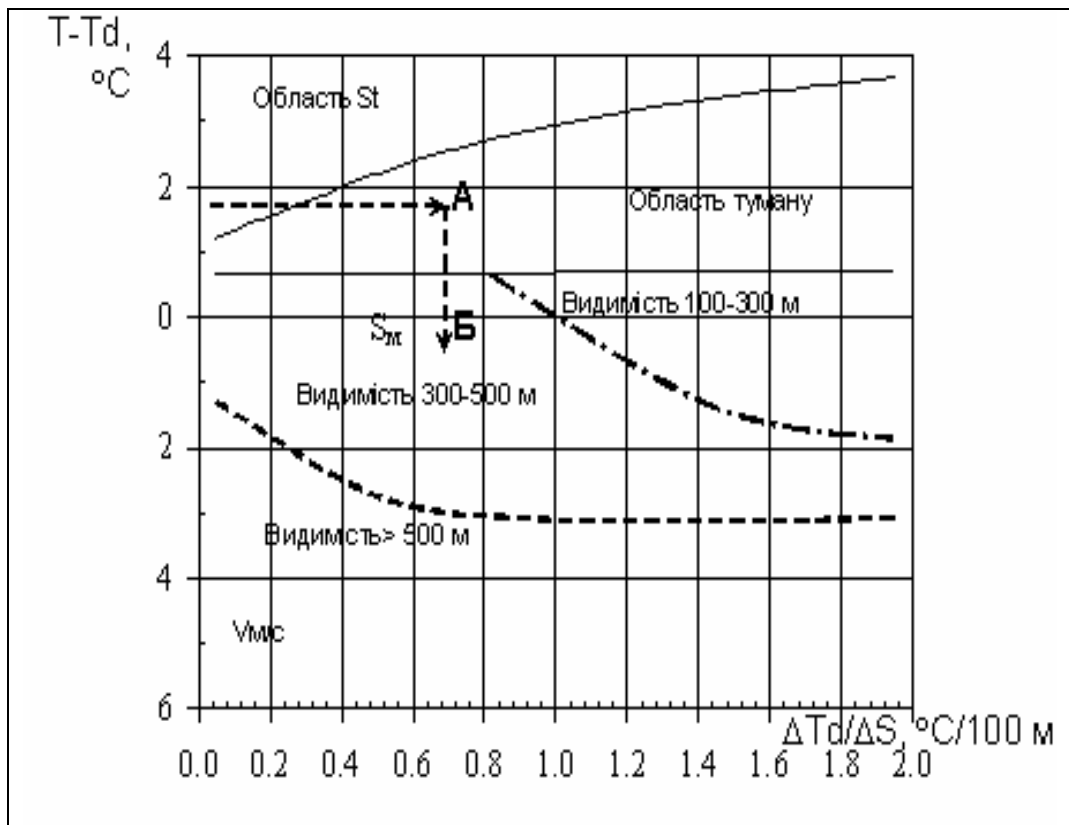


Рис.8 – Комплексний графік для прогнозу адвективного туману та видимості в ньому

На графіку рис.8 знаходять точку перетину значень градієнта точки роси $\Delta T_d / \Delta S$ і дефіциту точки роси $(T - T_d)_n$ у початковій точці переносу. Якщо точка попадає в область туману, тобто опиниться нижче суцільної

кривої, то висока імовірність виникнення туману. Якщо точка опиниться поза областю туману, то туман все-таки прогнозують, хоча імовірність утворення туману буде нижчою. Нижня частина графіка використовується при прогнозі видимості в тумані.

6. Звітні матеріали – заповнена таблиця 2.

Таблиця 2 - Прогноз адвективного туману за методом М.В. Петренка та С.В. Некрасова

| Пункт | Т _ф , °С | (Т _d) _ф , °С | V ₁₅ , м/с | V, м/с | Т _п , °С | (Т _d) _п , °С | ΔТ/ΔS, °С/100 м | ΔТ _d /ΔS, °С/100 м | (Т – Т _d) _п , °С | Прогноз | | Фактична погода | |
|-------|---------------------|-------------------------------------|-----------------------|--------|---------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------------|---|---------|--------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | | | | Туман | Видимість, м | В строк спостереження | Видимість, м |
| | | | | | | | | | | | | | |

II Прогноз адвективного туману за методом І.В. Кошеленко

Вихідна інформація для прогнозу:

- приземна карта погоди і карта АТ-850 поточної доби;
- прогностичні карти приземного поля тиску і АТ-850 на 24 год;
- дані радіозондування за 03 год поточної доби;
- майбутня крива стратифікації на наступну ніч;
- кільцеві карти погоди.

Прогноз розробляють у такій послідовності:

1. Оцінюють можливість утворення адвективного туману за синоптичними картами.
2. Будують траєкторію руху повітря з врахуванням усіх факторів або по приземній карті, або по АТ-850 (майбутні і фактичні карти).
3. По картам визначають фактичну температуру - Т_ф і Т_d_ф у пункті прогнозу та Т_п і Т_d_п в початковій точці траєкторії.
4. Визначають величину адвекції та її знак: Δ Т_а = Т_п - Т_ф.
5. Розраховують градієнт температури γ_{гор} вздовж траєкторії:

$$\gamma_{гор} = \Delta T / \Delta S, \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ км}, \quad (8)$$

де $S = 3.6 u \cdot 24$ – шлях частки.

6. Використовуючи графік (рис. 9) визначають можливість появи адвективного туману за величинами V_{ϕ} , $\gamma_{\text{гор}}$, $(T - T_d)_p$. На графіку в лівій частині приведені демаркаційні лінії 0,5; 1; 2, які розмежують області туману і низьких хмар. Права частина графіку дозволяє прогнозувати видимість для любых туманів за швидкістю вітру біля поверхні землі - u_{ϕ} , mC^{-1} .

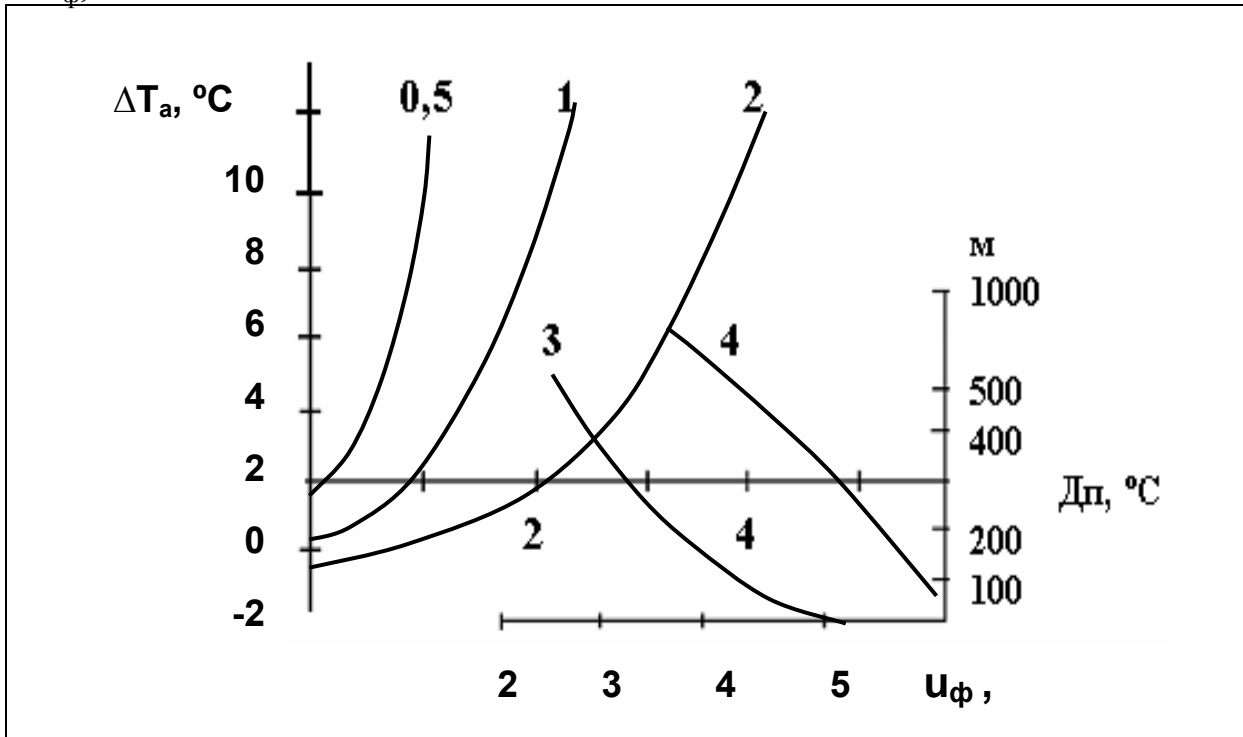


Рис. 9 – Номограма для прогнозу туману і низької хмарності: крива 0,5 відмежовує туман з видимістю < 500 м, крива 1 – туман з видимістю < 1000 м, крива 2 – область низьких хмар; крива 3 – показує, при яких швидкостях вітру можлива мінімальна видимість в тумані, крива 4 – найбільш ймовірна видимість

7. Визначають наявність зон туману, температурні градієнти попереду зони туману і оцінюють можливість їх переносу на пункт прогнозу.

8. Оцінюють за даними радіозондування наявність інверсій і їх висоту ΔH_u .

9. Користуючись графіком (рис.8) за величиною адвекції ΔT_a і початковим дефіцитом точки роси - D_p , знаходять відповідну точку.

10. Враховують вплив радіації, тобто наявність інверсій, визначених або за даними радіозондування, або через співвідношення – u_{ϕ} / u_r . Поправка до знайденої за рис.9 точки за рахунок інверсії вводиться наступним чином: при $\Delta H > 600$ м, від знайденої на графіку точки переміщуються вправо на

0,5°C, а при $\Delta H < 300$ м – переміщуються вліво на 0,5 °С паралельно горизонтальній осі.

11. Водиться поправка на трансформаційні зміни вологості δT_d , перемістившись вправо від знайденої точки паралельно горизонтальній осі на величину:

$$\delta T_d = 0,75 \delta T, \quad (9)$$

де $\delta T = 0,2 \Delta T + 0,4 \Delta N$.

12. Отримавши остаточне положення точки на рис. 9 по відношенню до демаркаційних ліній, роблять висновок про можливість утворення туману або серпанку.

13. Уточнюють інтенсивність туману за значеннями u_ϕ і u_ϕ / u_T за рис.10.

14. Користуючись графіками рис. 11 – 12, дають прогноз часу розсіювання туману за даними T_d , T_{\min} , δT , T_p . За значенням T_d в момент утворення туману за рис. 10 визначаємо температуру розсіювання туману T_p . Потім знаходимо $\delta T = T_p - T_{\min}$. На графіку (рис. 11) за значенням δT відраховуємо час розсіювання туману.

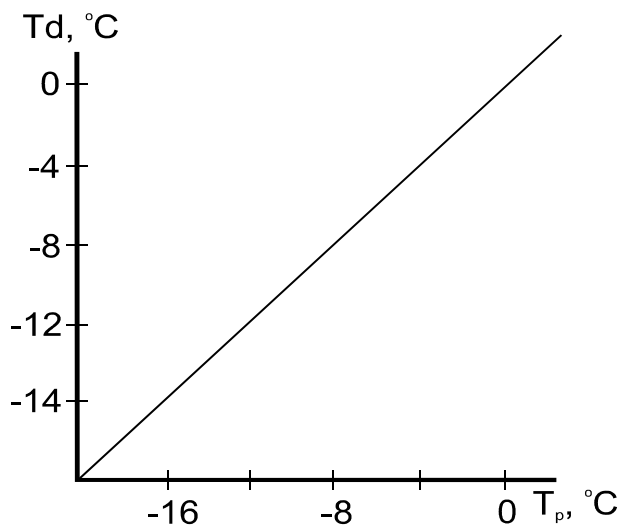


Рис. 11 – Зв'язок між точкою роси при тумані і значенням температури його розсіювання

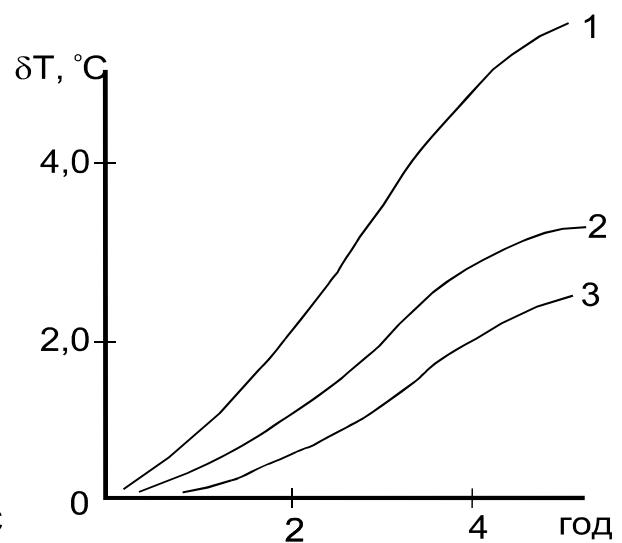


Рис. 12 – Графік для визначення часу розсіювання туману:
 1 – березень, вересень;
 2 – січень, лютий, листопад, грудень;
 3 – сніговий покрив.

15. Звітні матеріали – заповнена таблиця 3.

Таблиця 3 - Прогноз адвективного туману за методом І.В. Кошленко

| | |
|--|--|
| Дата | |
| Синоптична ситуація, наявність зон туману | |
| n_{ϕ} - на фактичній карті погоди в районі пункту прогнозу | |
| n_{τ} - градієнтний вітер в районі пункту прогнозу | |
| n_{ϕ} / n_{τ} | |
| $\Delta H, \text{ м (потужність шару інверсії за } p/3)$ | |
| $S = 3.6 n \cdot 24$ - шлях частки | |
| $T_{\phi}, \text{ }^{\circ}\text{C}$ - в пункті прогнозу | |
| $T_{\pi}, \text{ }^{\circ}\text{C}$ - в початковій точці траєкторії | |
| $\Delta T_{a} = T_{\pi} - T_{\phi}$ - ветична адвекція | |
| $\%_{\text{тум}} = \Delta T / \Delta S, \text{ }^{\circ}\text{C} / 100 \text{ км}$ | |
| Висновок за графіком (рис.8) про можливість туману | |
| Δt - дефіцит точки роси на початку траєкторії | |
| $\delta Td = 0,75 \delta T$ | |
| Прогноз туману | |
| Прогноз видимості в тумані | |
| Прогноз розсіяння туману | $(Td)_{\text{тум}} = (Td)_{\pi} + \delta Td$ |
| | Tp - за графіком (рис.10) |
| | $\delta T = T_{p} - T_{\text{min}}$ |
| | $T > T_{p}$ - розсіяння туману |
| | $T < T_{p}$ - зберіження туману |

Порядок розрахунку прогнозу адвективного туману за методом М.В.Петренка та С.В. Некрасова пояснимо на прикладі утворення адвективного туману 09 – 11.04 2008 р. (Додаток А, рис. А. 1 – А. 20).

1. Прогноз адвективного туману за методом М.В.Петренка та С.В. Некрасова:

- за фактичні приймаються карти за 09.04.2008 р., а за прогностичні карти – 10.04.2008 р.;
- аналізують синоптичну ситуацію за 09.04.08 в строки 18 і 21СГЧ біля поверхні землі і 10.04.08 на поверхні АТ-850 - спостерігаються вітри південного напрямку в малоградієнтному полі підвищеного тиску, тобто є умови для утворення адвективного туману;
- будується прогностичну траєкторію частки (відповідно до методики, викладеній на стор. 28 – 29) на приземній карті погоди за 10.04.08, строк - 18 СГЧ (рис.А.7) за схемою:

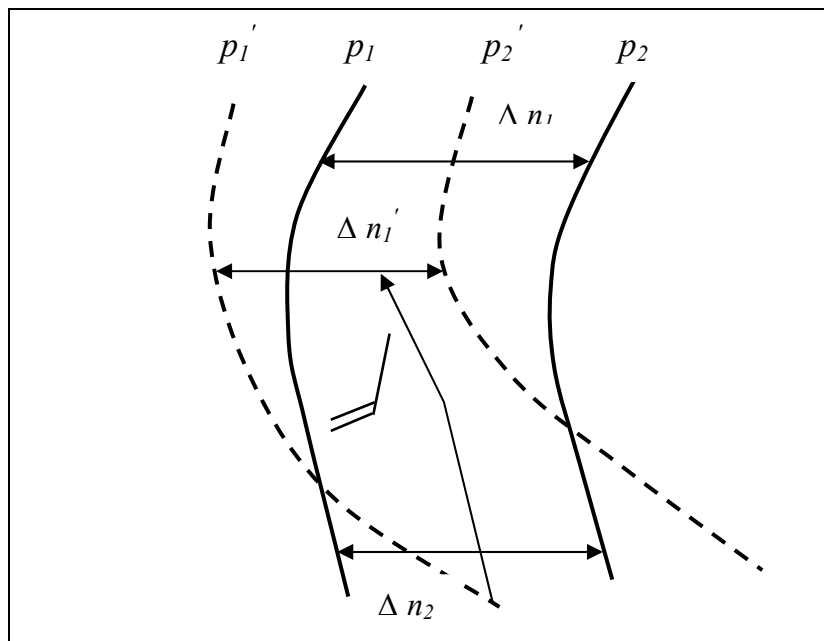


Рис. 13 - Схема побудови траєкторії

- Отримуємо: $\Delta n_1, \Delta n_1, \Delta n_2, u_{15} = 2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.
Далі обчислюють: $L_1, L_2, \Delta S$ - формули (4) і (5) відповідно.
Знаходять на карті початкову точку переносу т.А, визначають T_a та T_{d_a} .
Далі вираховують:

$$\Delta T / \Delta S = (T_a - T_\phi) / \Delta S$$

$$\Delta Td / \Delta S = (Td_a - Td_\phi) / \Delta S$$

За комплексним графіком рис.7 встановлюють можливість виникнення туману за значеннями $\Delta T/\Delta S$, $(T_a - T_{d_a})$ та швидкістю вітру V ($\text{м}\cdot\text{с}^{-1}$).

- За графіком рис.8 визначають видимість в тумані.

2. Для випадку за 10.04.08 і 11.04.08 характерна ситуація, коли туман виникає при проходженні фронту оклюзії по лінії Мінськ – Київ – Кишинів (рис. А.15 – А.20).

Додаток А
Синоптичні карти погоди

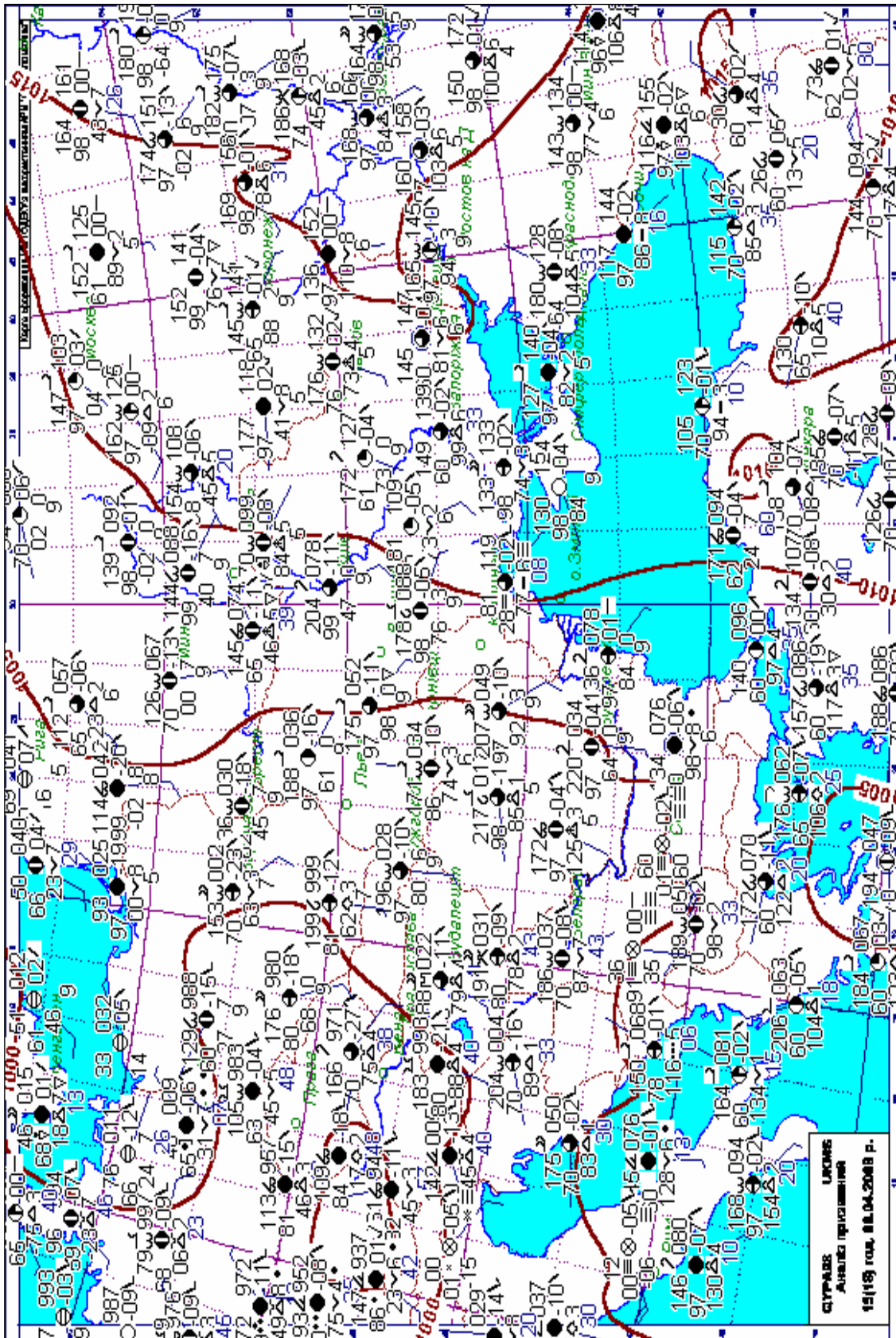


Рисунок А.1 – Приземна карта погоди 09.04.08, 15 СГЧ

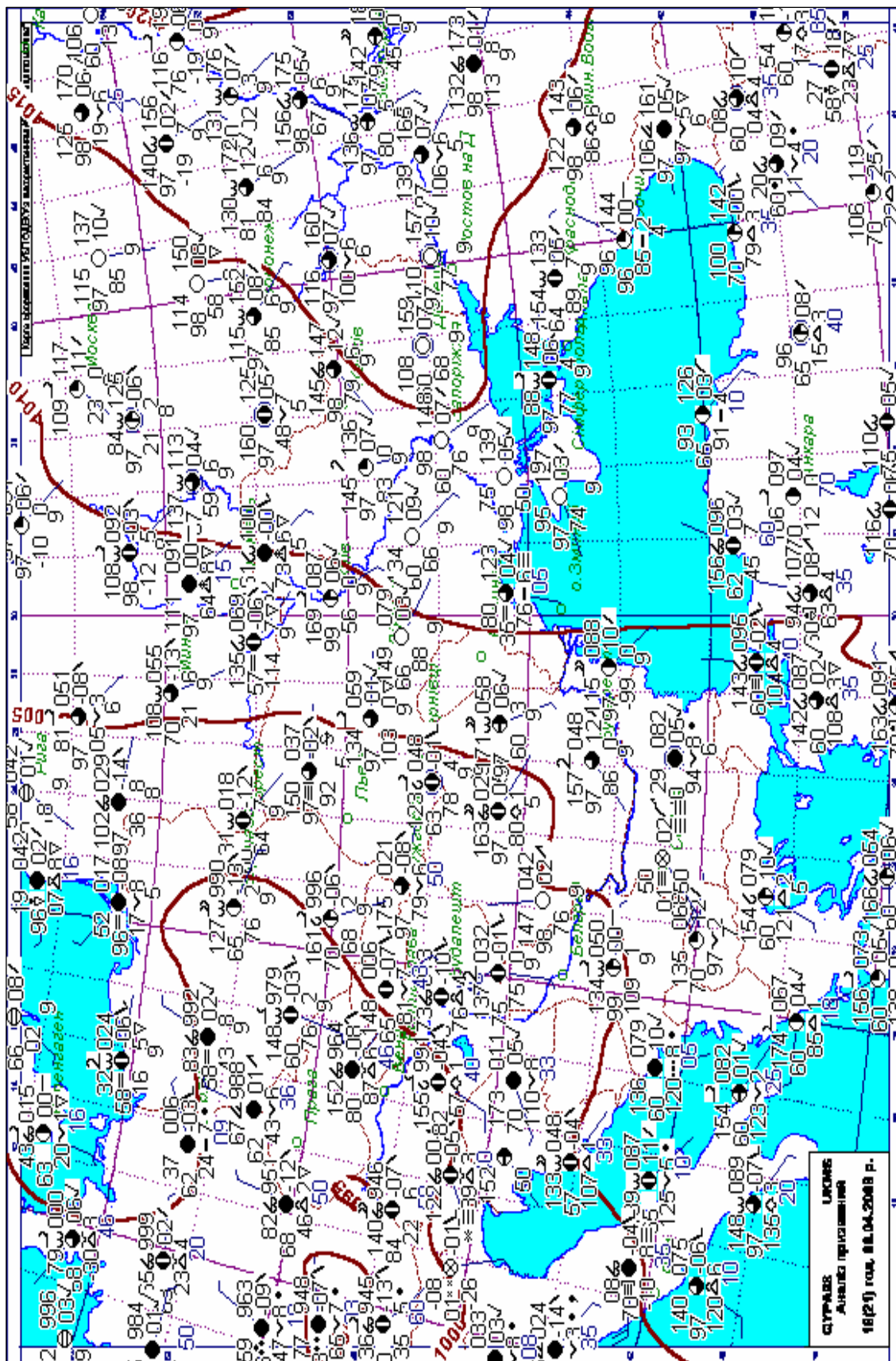


Рисунок А.2– Приземна карта погоди 09.04.08, 18 СГЧ

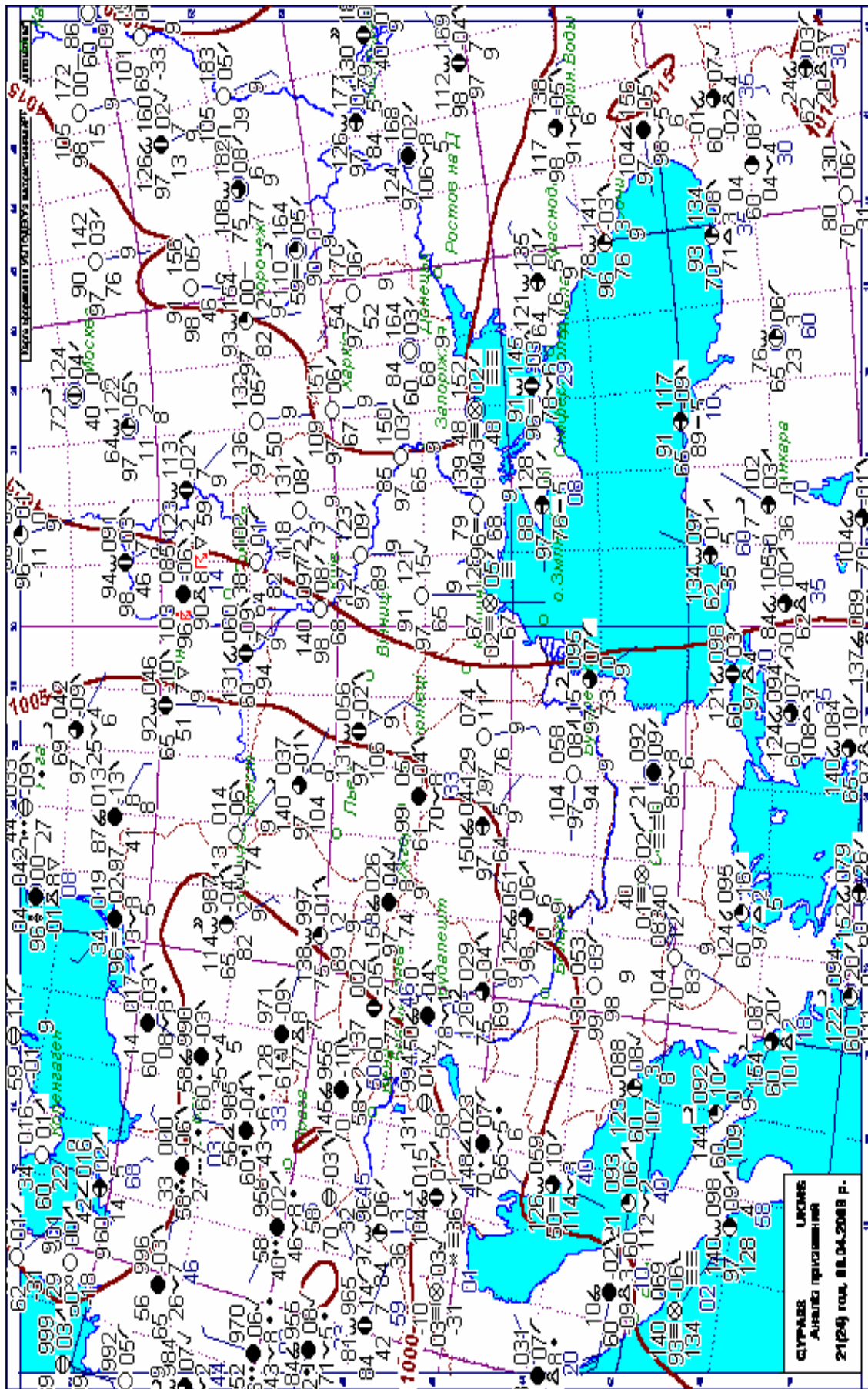


Рисунок А.3 – Приземна карта погоди 09.04.08, 21 СГЧ

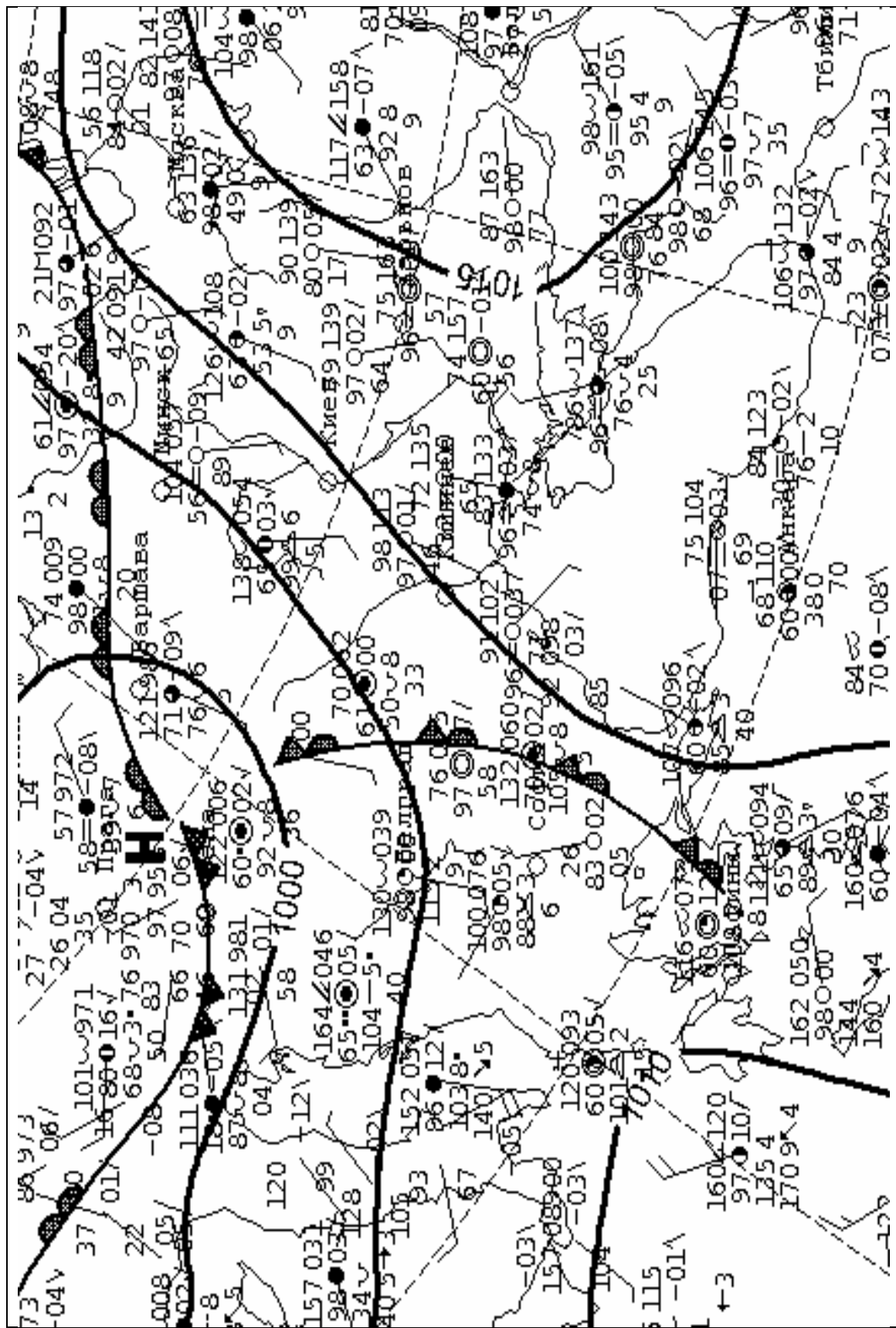


Рисунок А.4 – Приземна карта погоди 10.04.08, 00 СГЧ

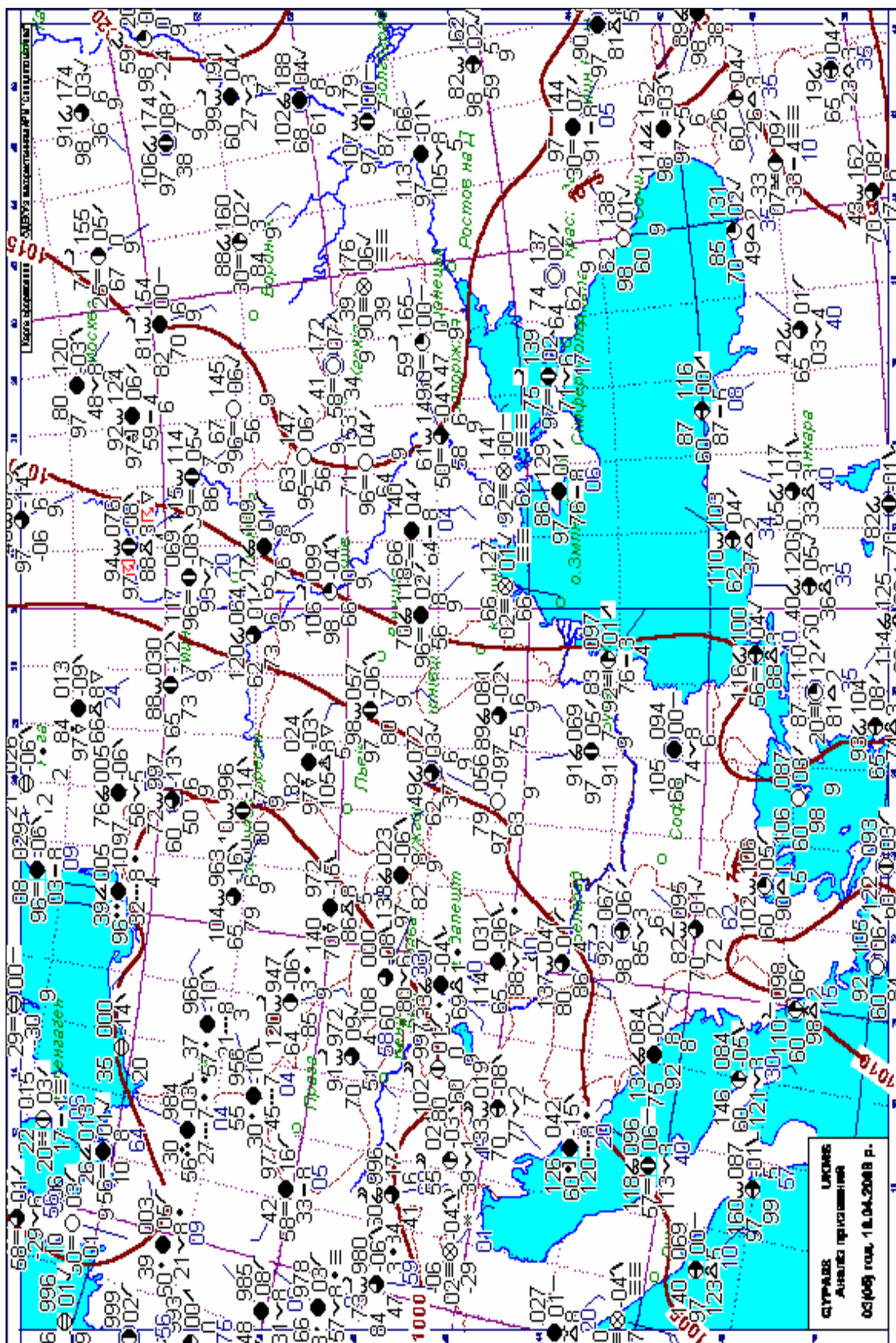


Рисунок А.5 – Приземна карта погоди 10.04.08, 03 СГЧ

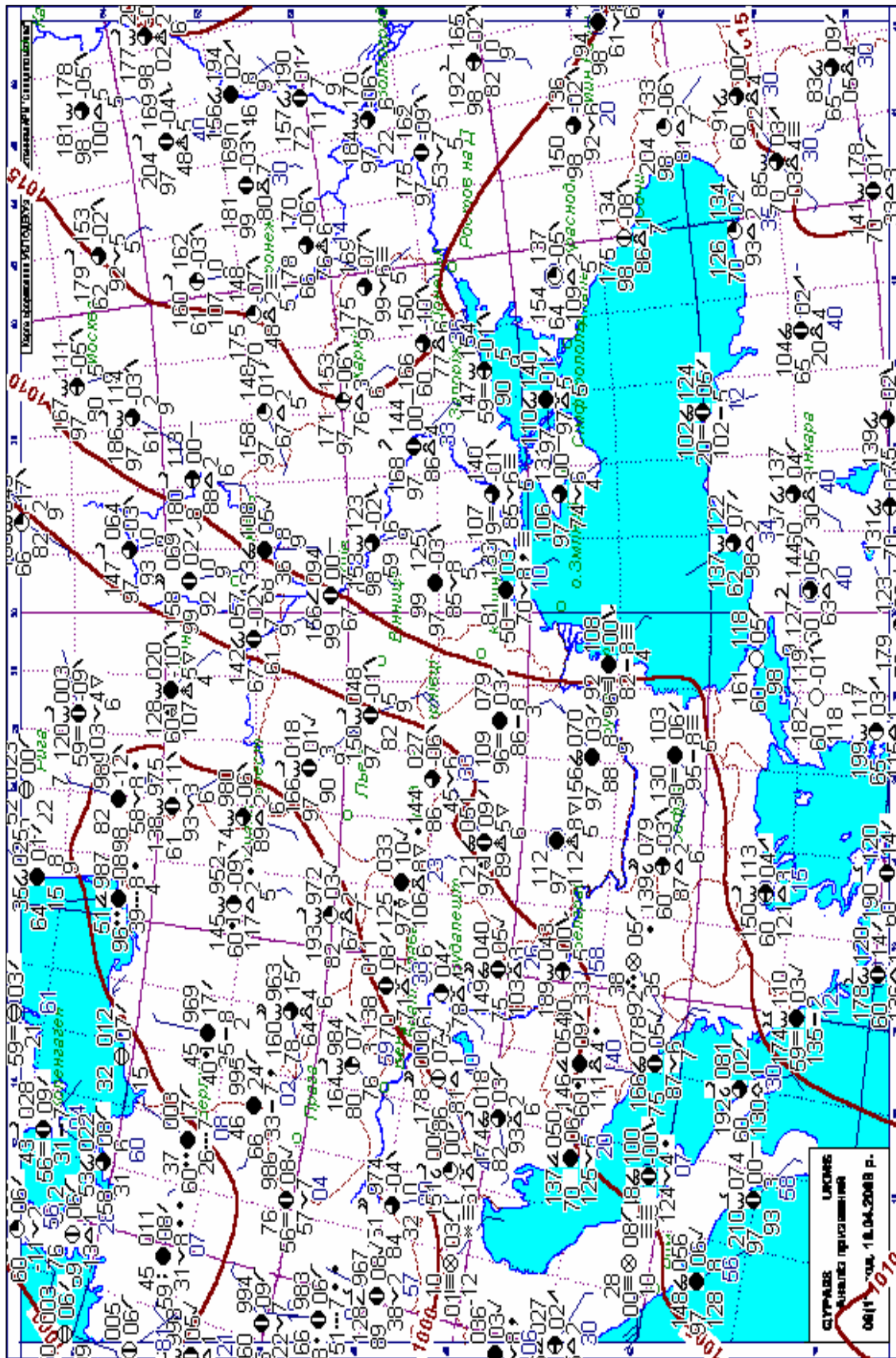


Рисунок А.7 – Приземна карта погоди 10.04.08, 09 СГЧ

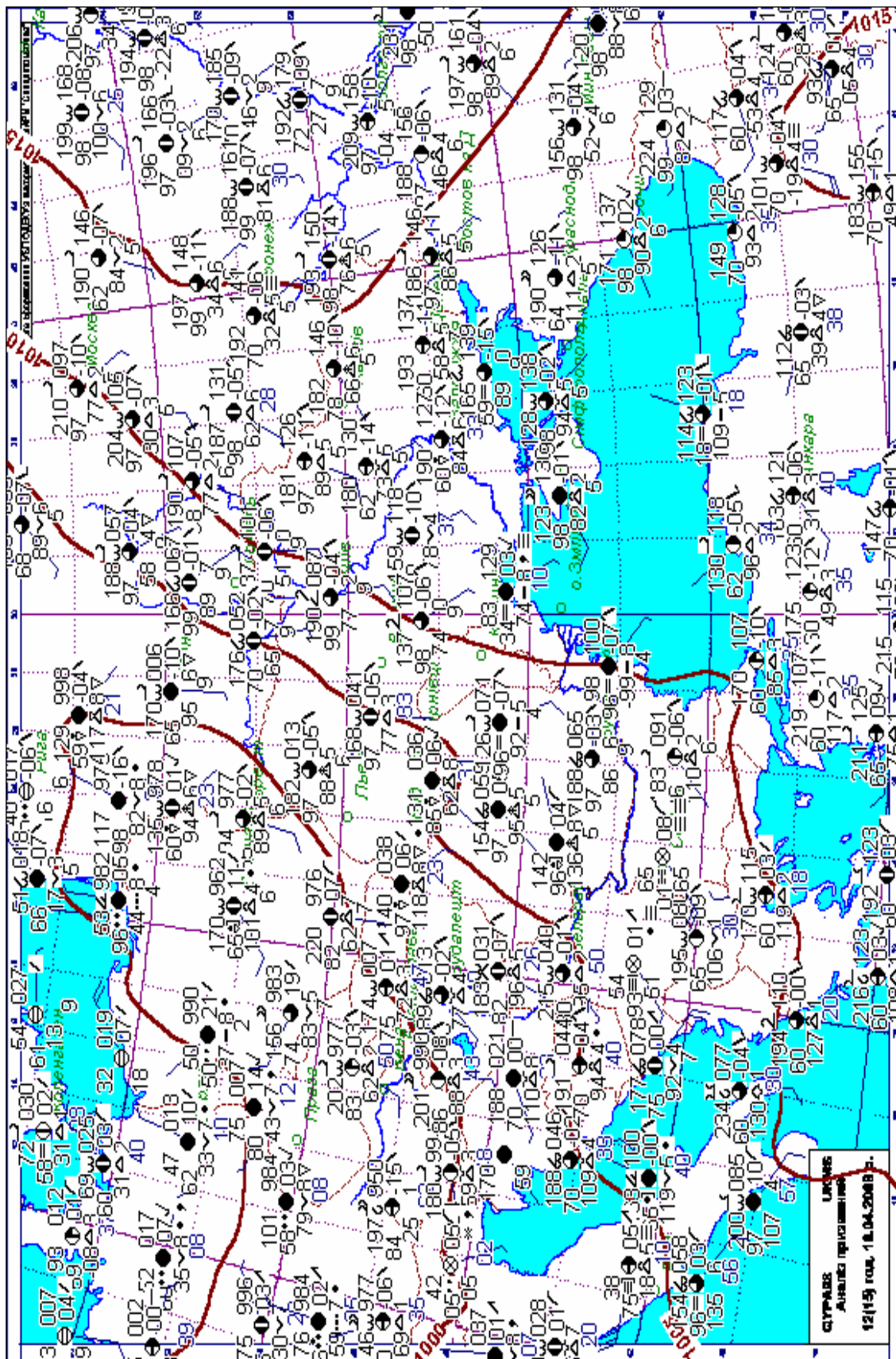


Рисунок А.8 – Приземна карта погоди 10.04.08, 12 СГЧ

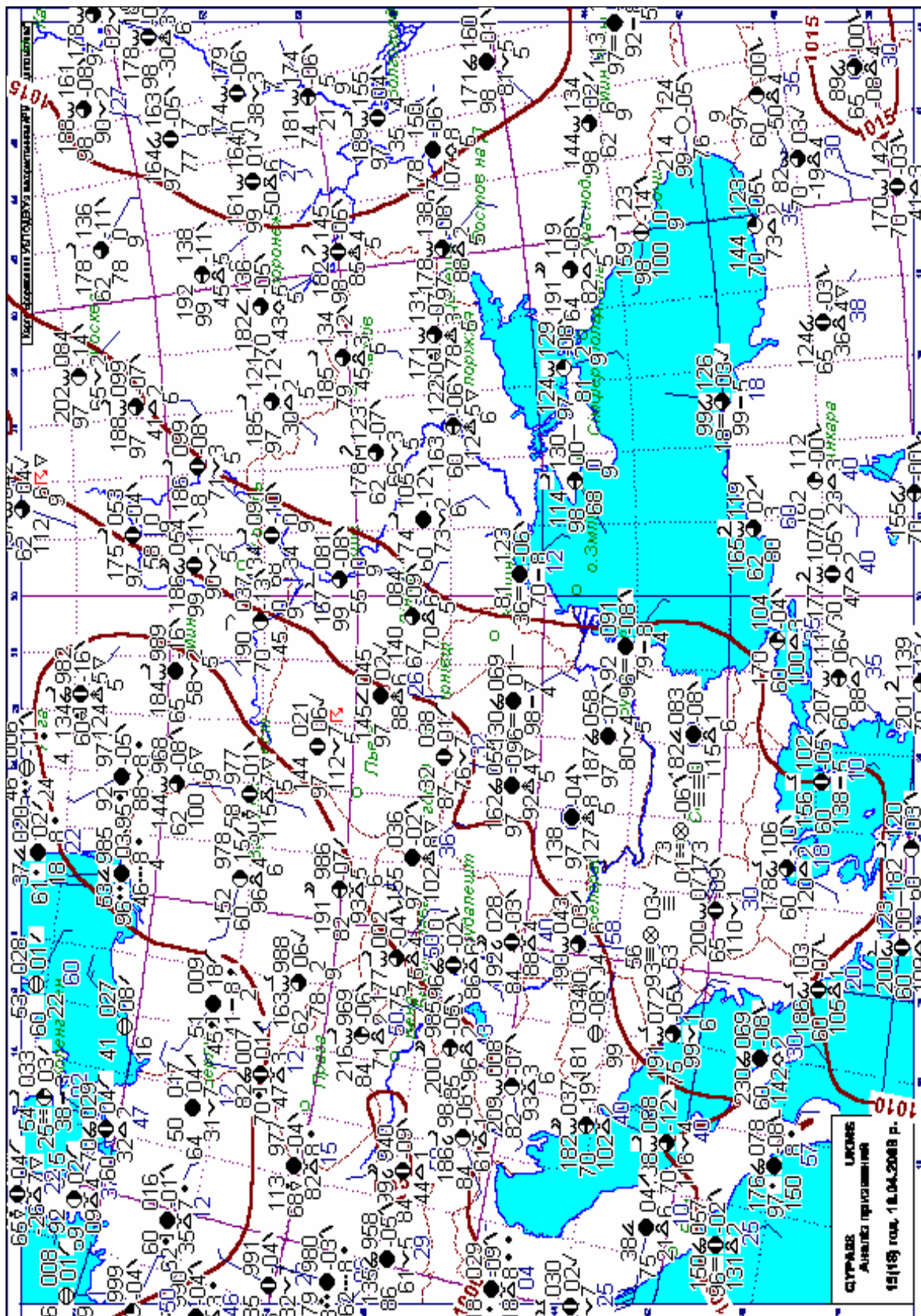


Рисунок А.9 – Приземна карта погоди 10.04.08, 15 СГЧ

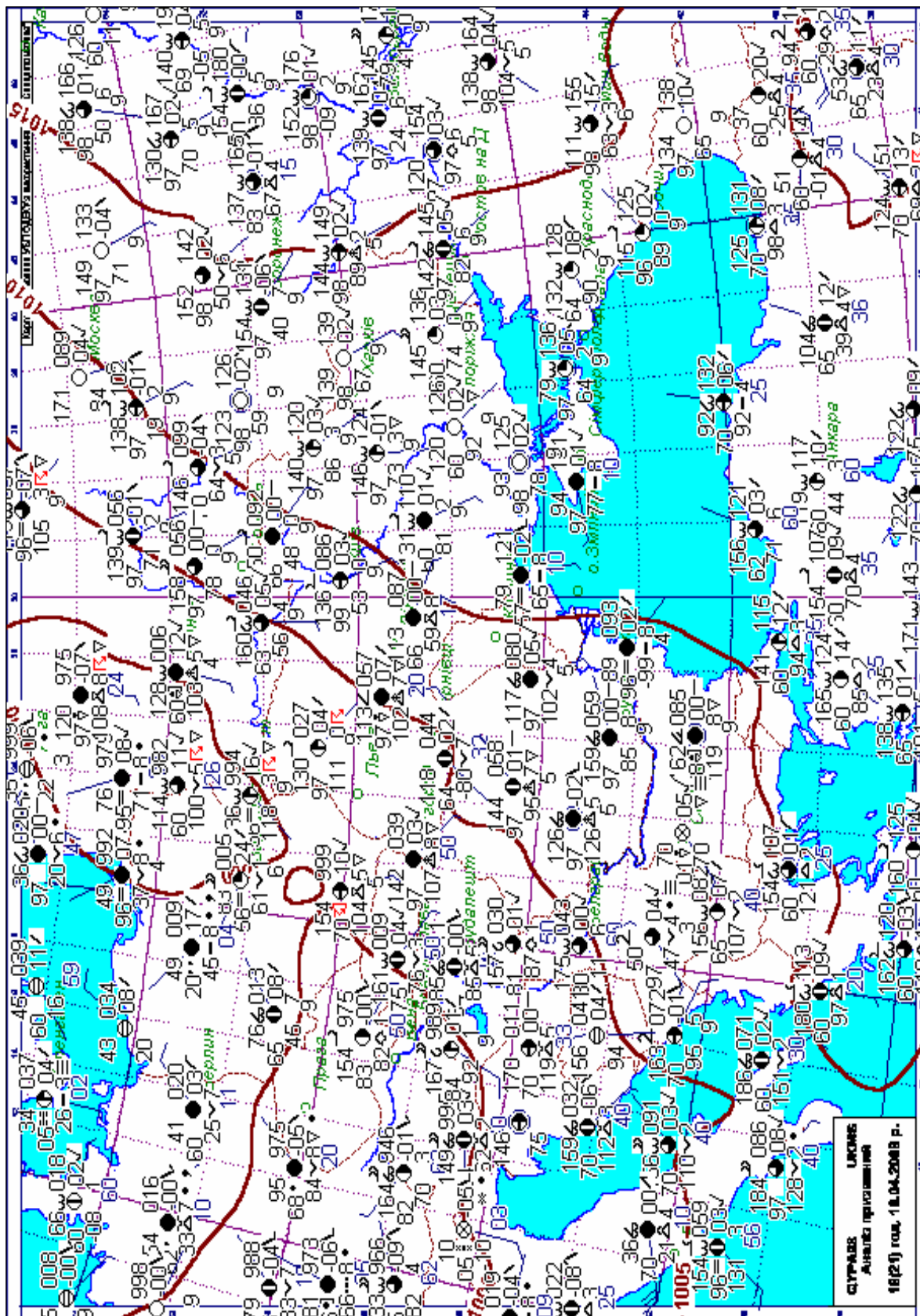


Рисунок А.10 – Приземна карта погоди 10.04.08, 18 СГЧ

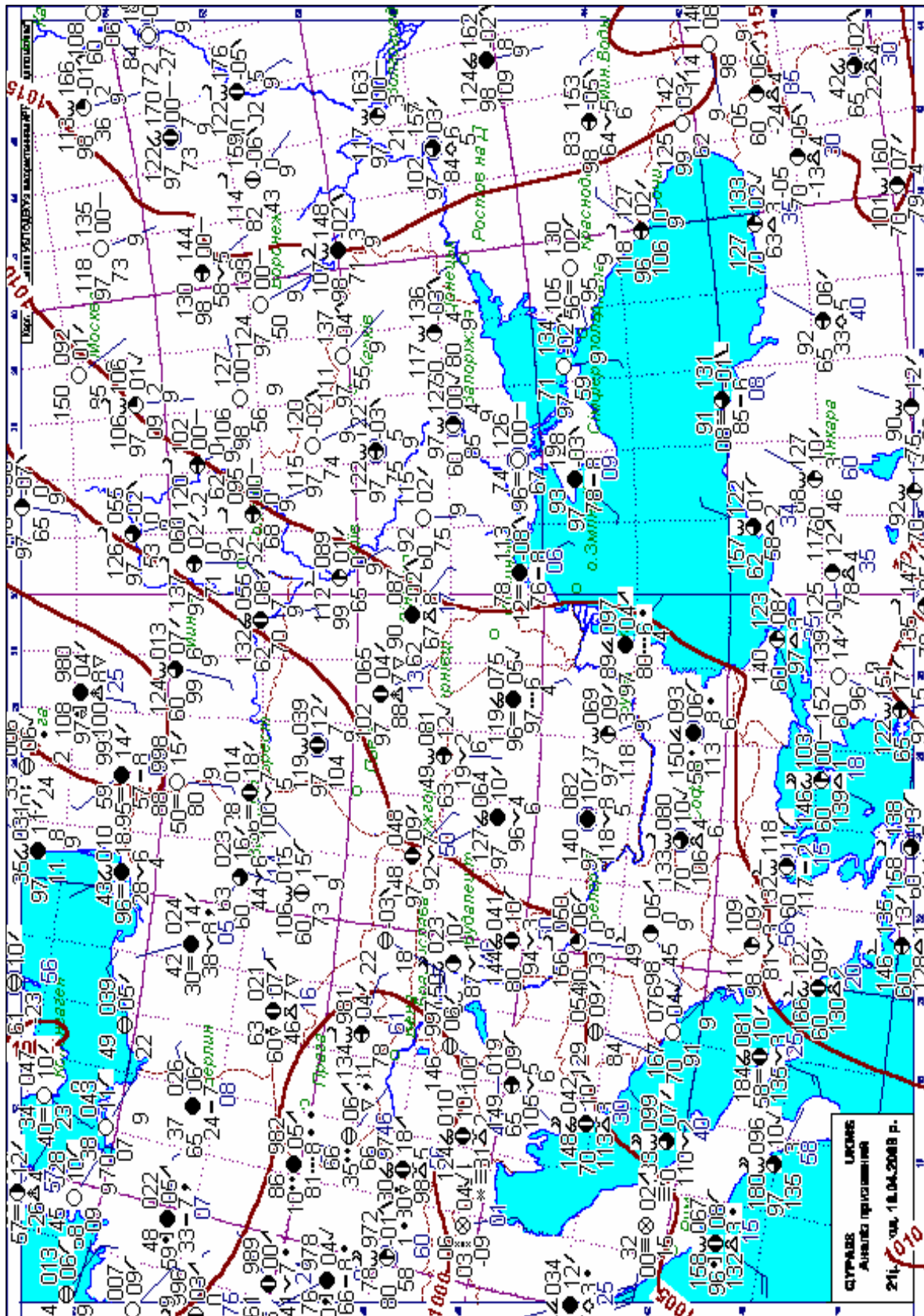


Рисунок А.11 – Приземная карта погоды 10.04.08, 21 СГЧ

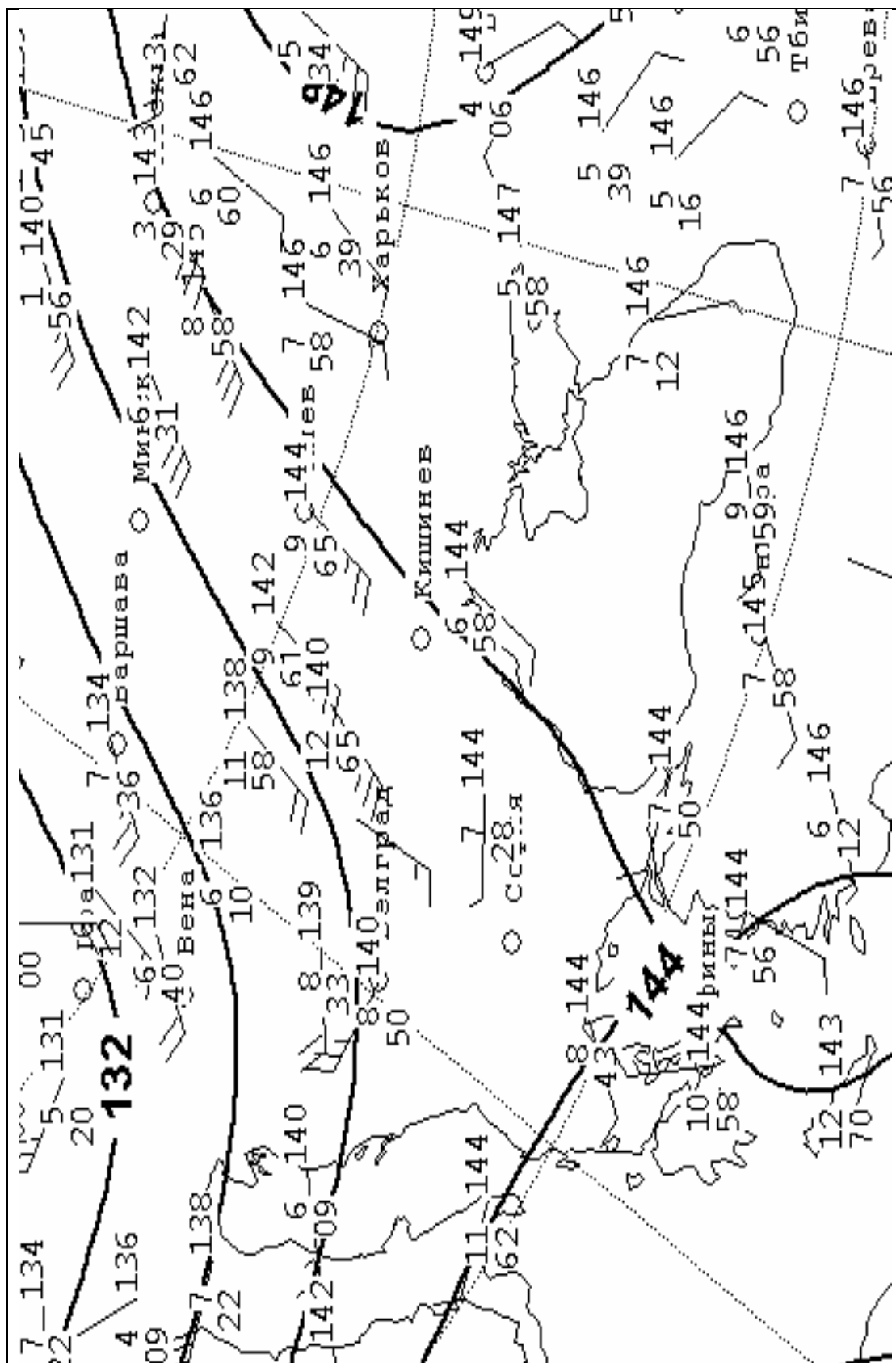


Рисунок А.12 – Карта АТ – 850 10.04.08, 00 СГЧ

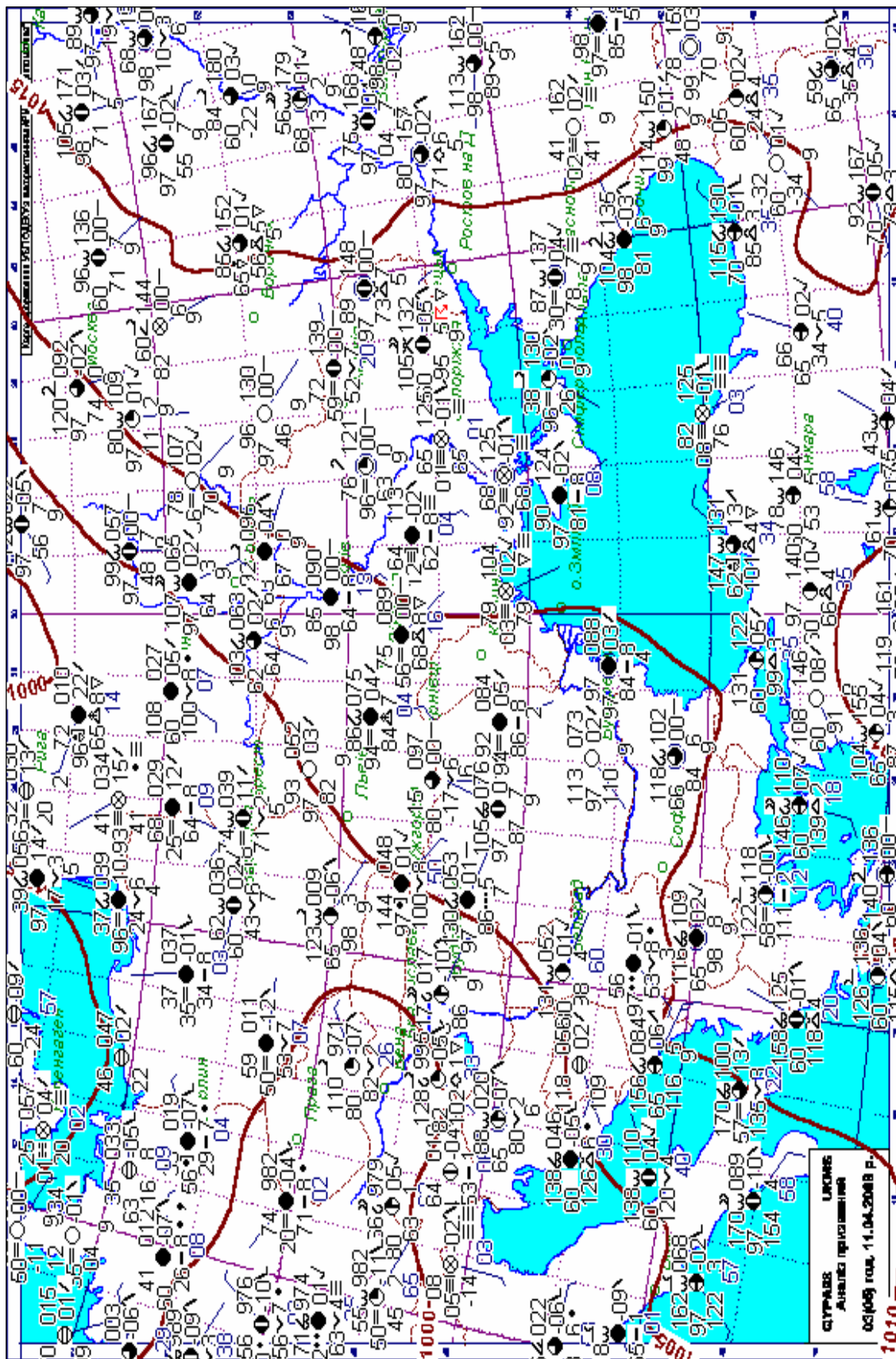


Рисунок А.16 – Приземна карта погоди 11.04.08, 03 СГЧ

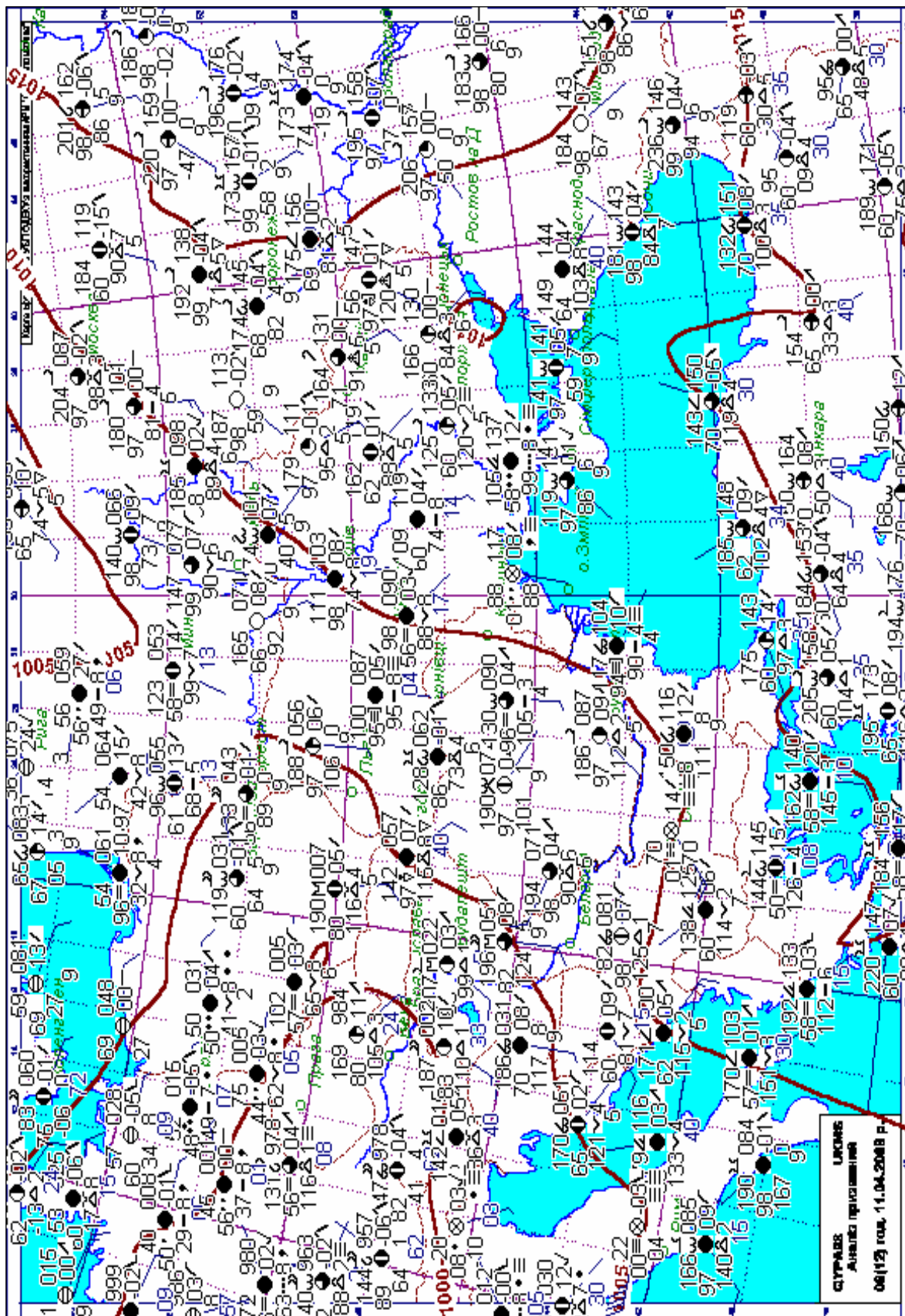


Рисунок А.18 – Приземна карта погоди 11.04.08, 09 СГЧ

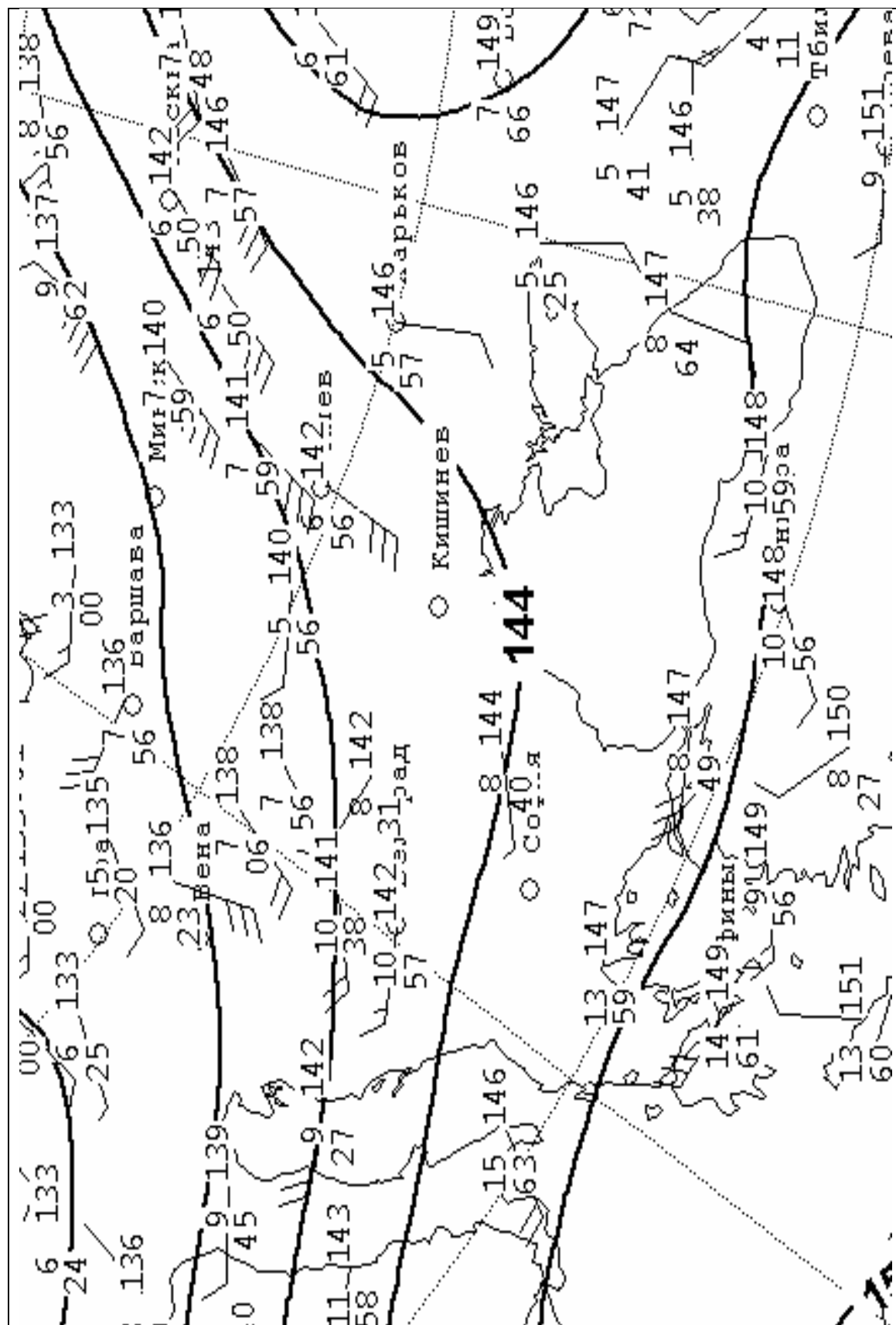


Рисунок А.19 – Карта погоды АТ-850 11.04.08, 00 СГЧ

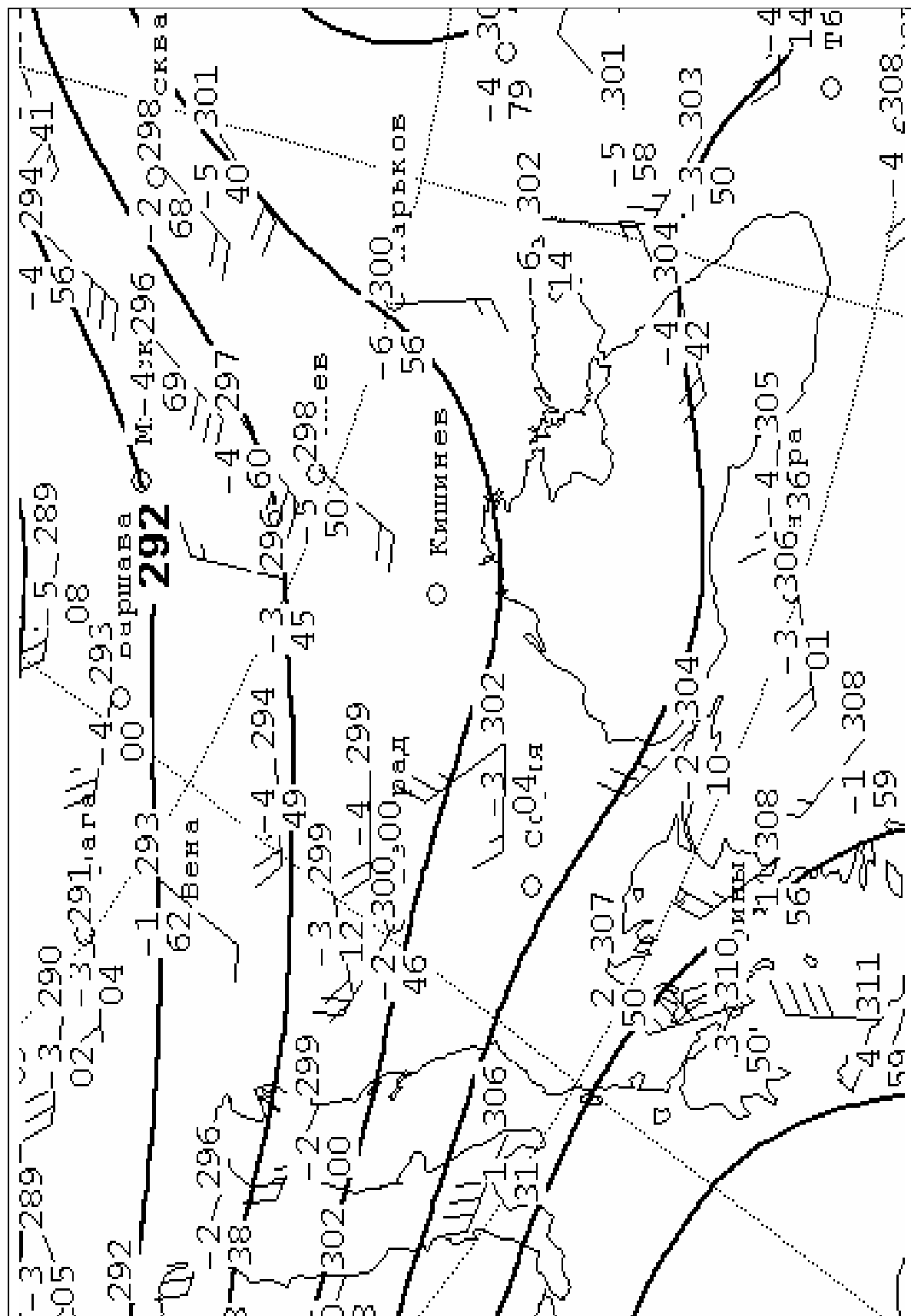


Рисунок А.20 – Карта погоди АТ-700 11.04.08, 00 СГЧ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи магістрів з дисципліни
«Авіаційна метеорологія та авіакліматологія»

Укладачі: к.геогр.н., проф. Івус Г.П.
к.геогр.н. Семергей-Чумаченко А.Б.,
к.геогр.н., Нажмудінова О.М.
Москаленко Л.М

Електронна версія © Семергей-Чумаченко А.Б., Нажмудінова О.М.

Підп. до друку _____ Формат _____ Папір офсетний

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

Надруковано з готового оригінал – макета

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