

SINOPTIK VA KOSMIK METEOROLOGIYA

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta ta'lim
vazirligi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

M. Alautdinovning umumiy tahriri ostida

„NOSHIR“ nashriyoti
Toshkent — 2010

Mas'ul muharrirlar:

B.M. XOLMATJANOV— geografiya fanlari nomzodi,
M. ALAUDDINOV — fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent.

Mualliflar jamoasi:

M. Alautdinov, T.M. Muxtorov, B.M. Xolmatjanov,
Yu.V. Petrov, H.T. Egamberdiyev

Taqrizchilar:

A.K. ABDULLAYEV — geografiya fanlari doktori,
F.H. HAKIMOV— geografiya fanlari doktori.

Darslikda sinoptik va kosmik meteorologiyaning asosiy bo'limlari aks ettirilgan. Kitobda sinoptik va kosmik meteorologiya fanining nazariy savollari, sinoptik tahlilning asosiy amaliy usullari va ob-havo prognozining metodlari ko'rilgan. Sinoptik va kosmik meteorologiya fanlarining o'zaro bog'lanishiga katta e'tibor qaratilgan. Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan tasvirlarni deshifrovka qilish va amaliyotda ulardan ob-havo prognozlarini tuzishda foydalanish usullari ko'rsatilgan.

„Sinoptik va kosmik meteorologiya“ darsligi universitetlarning meteorologiya, atmosfera fizikasi, quruqlik gidrologiyasi yo'nalishlari bo'yicha tahsil olayotgan yuqori kurs talabalari uchun mo'ljallangan bo'lib, undan magistrantlar, aspirantlar, gidrometeorologik markazlar, aviameteorologik markazlar va aviameteorologik stansiyalar xodimlari ham foydalanishlari mumkin.

SO‘ZBOSHI

Taqdim qilinayotgan „Sinoptik va kosmik meteorologiya“ dan darslik davlat tilida sinoptik va kosmik meteorologiya asoslarini, bu sohalarda erishilgan yutuqlar hamda muhim natijalarni ifodalab berishning birinchi urinishidir.

Darslik ikki qismdan iborat. Birinchi qismda sinoptik meteorologiyaning asoslari, ikkinchi qismda esa kosmik meteorologiyaga taalluqli ma'lumotlar aks ettirilgan.

Rus tilida sinoptik meteorologiyani mustaqil o'rganish uchun adabiyotlar yetarli. Bunga chop etilgan bir nechta fundamental kitoblar kiradi:

1. S.P.Xромов „Основы синоптической метеорологии“, L., GMI, 1948. Bu kitobdan oldin xuddi shu muallif tomonidan tayyorlangan „Введение в синоптический анализ“ (1934) va „Синоптическая метеорология“, (1940) kitoblar chop etilgan edi.

2. A.C.Зверев „Синоптическая метеорология“, L., GMI, 1977. Bu kitobni chiqishdan oldin 1957 va 1968-yillarda ushbu kitobning dastlabki ikkita variantlari nashr etilgan edi.

3. В.И.Воробёв „Синоптическая метеорология“, L., GMI, 1991.

Bu darsliklarning har biri o'ziga xos qadr-qiymatiga ega va hozirgi paytgacha o'z kuchini yo'qotmagan.

O'zbek tilida bu sohada birorta darslik yozilgani yo'q. O'zbekiston Milliy Universitetining fizika fakulteti „Atmosfera fizikasi“ kafedrasida bu sohada o'zbek tilida yagona 3 qismdan iborat bo'lgan o'quv qo'llanma chop etilgan edi: P.Б.Билялов, М.Алаутдинов „Синоптик метеорологиядан маърузалар конспекти“, Т., Университет, 1-қисм 1995, 2-қисм 1996, 3-қисм 2002 йил. Bu o'quv qo'llanma sinoptik meteorologiyani o'rganishida o'zbek tilida yozilgan yagona manba bo'lib hanuz xizmat qilmoqda.

Kosmik meteorologiya sohasida o'zbek tilida tayyorlangan darsliklar yo'q. Ushbu kursdan tayyorlanganda turli tarqoq manbalardan foydalanishga to'g'ri keladi, bu esa ishda ancha-muncha noqulayliklarga olib keladi. Hozirgi paytda talabalarga quyidagi o'quv qo'llanmalar tavsiya qilinadi:

1. М.А.Герман „Синоптическая метеорология. Основы космических методов исследования в метеорологии“, Л.: ГМИ, 1975.

2. В.Ф.Говердовский „Синоптическая метеорология с основами астрономии“, С-Пб.: РГГМИ, 1995.

Yuqorida aytib o'tilgan vaziyat sinoptik va kosmik meteorologiyadan o'zbek tilida darsliklarni tayyorlash zaruriy muhtojlikni yuzaga keltirdi.

Mazkur darslik birorta manbaning tarjimasi bo'lmay, mavjud darslik va monografiyalar hamda O'zbekiston Milliy Universitetida mualliflarning ushbu sohada ko'p yillik ilmiy-pedagogik tajribasi asosida yozilgan. Bundan tashqari, darslikda O'rta Osiyo regioniga xos bo'lgan sinoptik jarayonlarning ba'zi xususiyatlari aks ettirilgan.

Mazkur kitob shunday katta hajmdagi darslikni tayyorlashda birinchi urinish bo'lganligi uchun matnda mazmun jihatdan ba'zi noaniqliklar uchrashi mumkin. Bu kamchiliklarga mualliflarning e'tiborini qaratgan o'quvchilarga oldindan o'z minnatdorchiligimizni bildirib, keyingi faoliyatimizda bu tilaklarni hisobga olishga harakat qilamiz.

„Sinoptik va kosmik meteorologiya“ darsligi universitetlarning yuqori kurs talabalari meteorologiya, atmosfera fizikasi, quruqlik gidrologiyasi mutaxassisligi, shuningdek, gidrometeomarkazlar, aviametmarkazlar va aviametstansiyalar xodimlari uchun mo'ljallangan.

Darslikning ikkinchi qismi (Kosmik meteorologiya), geografiya fanlari doktori Tohir Muxtorov tomonidan yozilgan.

SINOPTIK METEOROLOGIYA

I BOB. SINOPTIK METEOROLOGIYANING PREDMETI. METEOROLOGIK MA'LUMOTLAR

1.1. Ta'riflar. Sinoptik usul

Ob-havoni oldindan aytib berish maqsadida atmosferadagi jarayonlarning rivojlanish qonuniyatlarini o'rganadigan fan sinoptik meteorologiya deb ataladi.

Ob-havo deb, atmosferaning Yer sharining biror punkti yoki hududida vaqtning ma'lum paytida yoki oralig'idagi holatiga aytiladi. Ob-havo meteorologik kattaliklar qiymatlarining majmui va meteorologik hodisalar bilan belgilanadi. Havoning bosimi, harorati va namligi, shamol, bulutdorlik, yog'inlar va boshqalar *meteorologik kattaliklardir*. *Meteorologik hodisalarga* tuman, chaqmoq, qor, changli bo'ron va boshqalar misol bo'ladi.

Ob-havo to'xtovsiz o'zgarib turadi. Ob-havoning *davriy* va *nodavriy o'zgarishlarini* ajratish mumkin.

Ob-havoning davriy o'zgarishlariga meteorologik kattaliklar va ob-havo hodisalarining sutkalik hamda yillik o'zgarishlari kiradi.

Ob-havoning nodavriy o'zgarishlari xususiyatlari har xil bo'lgan havo massalarining almashishi bilan bog'liq. Bundan tashqari, ikkita qo'shni havo massalari orasidagi o'tish zonasida ob-havoning keskin o'zgarishlari kuzatiladi. Ular ham nodavriy o'zgarishlarga kiradi.

Sinoptik meteorologiyaning asosiy vazifasi ob-havoning o'zgarishlarini o'rganish va oldindan aytib berishdan iborat.

Ob-havo o'zgarishini oldindan aytib berish faqat ulkan hudud-dagi (qit'a va okeanlar o'lchamlariga teng bo'lgan) geografik hududlar ustida meteorologik kattaliklarning taqsimlanishiga asoslangan. Ulkan hududda ob-havoni tahlil qilish uchun geografik

xaritalar blankasiga maxsus shartli belgilar va raqamlar yordamida meteorologik kattaliklar tushiriladi. Bundan tashqari, bu xaritalarda meteorologik stansiyalarda bir vaqtda kuzatilgan ob-havo hodisalari ham ko'rsatiladi. Bu xaritalar *sinoptik xaritalar* deb ataladi. „Sinoptik“ atamasi grekcha „Sinoptikos“ so'zidan kelib chiqqan bo'lib, „bir vaqtda kuzatuvchi“ ma'nosini anglatadi. Hozirgi paytda „sinoptik xarita“ atamasining o'rniga „ob-havo xaritasi“ atamasi qo'llanilmoqda.

Ob-havo xaritalari Yer shari sathidagi kuzatishlar hamda har xil sathlar va yuzalar uchun aerologik kuzatishlar asosida tuziladi. Bu esa uch o'lchamli tahlil o'tkazishga imkon yaratadi.

Ob-havoni o'rganuvchi va oldindan aytib beruvchi sinoptik usul sinoptik xaritalar nomidan kelib chiqqan. Bu usul sinoptik xaritalar yordamida atmosfera jarayonlari rivojlanishining fizikaviy qonuniyatlarini aniqlashga asoslangan.

Sinoptik usul yirik masshtabli atmosfera jarayonlarini o'rganishda kuchli vositadir. Geografik shaklga ega bo'lgan bu usul chuqur fizikaviy mohiyatga ega: bu usul fizikaviy qonunlar asosida atmosferani tahlil qilishga va ob-havo o'zgarishi sabablarini aniqlashga imkoniyat yaratib beradi.

Sinoptikaviy usul muntazam rivojlanib, takomillashib bormoqda va bu jarayon davomida asta-sekin sifat tahlilidan miqdoriy tahlilga o'tilmoqda. Hozirgi kunda tahlilning obyektiv shakllari va meteorologik elementlarning maydonini oldindan aytib beruvchi gidrodinamik (miqdoriy) usulning yaratilishi unga yangi mazmun baxsh etmoqda.

Sinoptik tahlilning asosiy usuli, bu ob-havo xaritalariga tushirilgan ob-havo xarakteristikalarini taqqoslashdan iboratdir. Uning asosiy qonun-qoidalari quyidagilardan iborat:

1. Tahlil kompleks bo'lishi kerak. Ob-havo xarakteristikalari bir-biriga bog'liq holda tahlil qilinishi lozim.

2. Tahlil uch o'lchamli bo'lishi kerak. Atmosferaning xususiyatlari nafaqat pastki gorizontaal sathda, balki troposfera va pastki stratosferaning turli sathlarida ko'rilishi lozim.

3. Tahlil davomida tarixiy izchillik (ketma-ketlik) saqlanishi kerak. Keyingi tuzilgan ob-havo xaritasining sinoptik tahlili o'zidan

oldin tuzilgan ob-havo xaritasining tahliliga muvofiq kelishi kerak. Atmosferada yuz beradigan hodisalar, odatda, uzoq vaqt davomida kuzatiladi va shu sababli bir nechta ketma-ket tuzilgan xaritalarda ko'zga ko'rinadi. Tahlil xatosiz bajarilgan bo'lsa, atmosfera jarayonlari rivojlanishining mantiqiy izchilligi buzilmasligi kerak. Sinoptik usulning alohida afzalligi uning ko'rgazmaliligida va tezkorligidadir. Bitta xaritaga katta geografik hudud, yarimshar yoki butun Yer shari bo'yicha meteorologik ma'lumotlarni tushirish mumkin va Yer sharining ixtiyoriy hududi bo'yicha (hatto bu hudud prognoz berilayotgan joydan uzoqda joylashgan bo'lsa ham) ob-havoni oldindan aytib berish mumkin. Bu, xususan, havo kemalarining uchishi uchun aviatrassalar bo'yicha prognoz tuzilganda juda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Sinoptik usul meteorologik ma'lumotlarning yetishmasligi, ularning fazo va vaqt bo'yicha uzluksizligi ta'minlanmagan sharoitda yuzaga keladigan qiyinchiliklarni iloji boricha bartaraf qilishga imkon beradi. Bu maqsadda sinoptik tahlilda interpolatsiya va ekstrapolyasiya usullari keng qo'llaniladi. Interpolatsiya va ekstrapolatsiya fazoda (gorizontal va vertikal bo'yicha) hamda vaqt bo'yicha (kuzatish muddatlari orasida va bu oraliqdan oldinga) amalga oshirilishi mumkin. Ko'rilayotgan meteorologik kattalikni fazoda va vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyatlari qancha oddiy bo'lsa, interpolatsiyalangan va ekstrapolyasiyalangan qiymatlar haqiqatga shuncha yaqin bo'ladi.

Albatta, barcha ob-havo hodisalarini meteorologik stansiyalarda qayd etishning imkoni yo'q, chunki stansiyalar orasidagi masofa bir necha ming kilometrgacha yetishi mumkin. Sinoptik usulning o'ziga xos xususiyati shundaki, u yirik yoki boshqa sinoptik ko'lamdagi ob-havo hodisalarini o'rganadi.

Mezomasshtabli jarayonlarni (jala yog'inlari, mammoqaldiraq, do'l va boshq.) o'rganish uchun mavjud bo'lgan sinoptik stansiyalar tarmog'i yetarli emas, chunki ularning orasidagi masofa mezomasshtabli ob-havo hodisalarining o'lchamlaridan ancha katta. Shu sababli qo'shimcha kuzatish vositalari (radiolokatsion meteorologik stansiyalar va Yerning meteorologik sun'iy yo'ldoshlari) qo'llaniladi.

Ko'rilayotgan masalaga qarab sinoptik usul turli shakllarga ega bo'ladi. Masalan, qisqa muddatli va uzoq muddatli ob-havo prognozlarida qo'llanilayotgan sinoptik usullarda sezilarli farqlarni ko'rish mumkin.

1.2. Sinoptik meteorologiyaning asosiy tushunchalari.

Sinoptik tahlilning obyektlari

Ma'lum hududda yoki punkt uchun ob-havo prognozini tuzishda katta hududdagi atmosfera holatini o'rganish lozim. Atmosferadagi jarayonlar nafaqat vaqt bo'yicha, balki fazoda ham rivojlanayotganligi sababli ularning tahlilini turli balandliklarda o'tkazish kerak. Tajribadan ma'lum bo'ldiki, ob-havo prognozlarini tuzayotganda troposfera va balandligi 20—25 km bo'lgan pastki stratosferadagi atmosfera qatlami holatining tahlili kifoya.

Demak, mutaxassis (sinoptik) ob-havo prognozi tuzilayotganda keng fazodagi atmosfera holatini bilishi kerak. Atmosferada kuzatilayotgan fizikaviy jarayonlarning murakkabligiga qaramay, ob-havo xaritalari yordamida doimo bir qator sinoptik obyektlarni ajratish mumkin. Bu obyektlarning o'rganilishi katta hududda rivojlanayotgan jarayonlar haqida umumiy ma'lumot beradi. Bunday sinoptik obyektlarga havo massalari, atmosfera frontlari, barik tizimlar, yuqori planetar frontal zonalar va tez havo oqimlari kiradi.

Yer yaqini ob-havo xaritalarida doimo nisbatan birjinsli, katta hududni egallagan havo massalarini ajratish mumkin. Bu havo massalariga gorizontal bo'yicha kam o'zgaradigan havo harorati va namligi, bir xil bulutlilik hamda yog'inlar xosdir. Bir jinsli havo massalarining gorizontal o'lchamlari bir necha ming kilometr ga teng bo'lishi va vertikal bo'yicha esa troeopauzagacha cho'zilishi mumkin.

Kundalik ob-havo xaritalarida xossalari turlicha bo'lgan bir nechta havo massalarini uchratish mumkin. Ikki qo'shni havo massalarining orasida nisbatan tor o'tish zonasi mavjud. Bu tor o'tish zonasida meteorologik kattaliklar keskin o'zgaradi, vertikal bo'yicha qalin bulutlar tez-tez paydo bo'ladi, yog'ingarchilik kuzatiladi. Bunday tor o'tish zonalar *atmosfera frontlari* deb ataladi.

Atmosfera frontlari uch o'ldhamli obyekt bo'lib, u gorizontga nisbatan shunday og'ganki, bunda iliq havo massasi sovuq havo massasining ustini qoplagan bo'ladi. Yer yaqini atmosfera qatlamida o'tish zonasining eni, odatda, 100 km dan oshmaydi. Shu sababdan atmosfera fronti qabul qilingan masshtabdagi (1:1500000) ob-havo xaritalarida chiziq bilan belgilanadi. Vertikal kesimda o'tish zonasining qalinligi, asosan, 1 km dan oshmaydi. Shunday qilib, o'tish qatlamini sirt bilan tasvirlash mumkin. Bunday sirt *frontal sirt* deb ataladi. Uning gorizontga nisbatan og'ish burchagi 1° dan oshmaydi. Atmosfera frontlarining uzunligi havo massalarining gorizonttal o'ldhami kabi bir necha ming kilometrgacha yetadi.

Yaqqol ifodalangan atmosfera frontlari, odatda, siklon va botiqliklarga bog'liq, chunki bu yerda har xil xususiyatli ikkita havo massalarining bir-biriga yaqinlashuvi natijasida meteorologik kattaliklarning katta farqlari kuzatiladi.

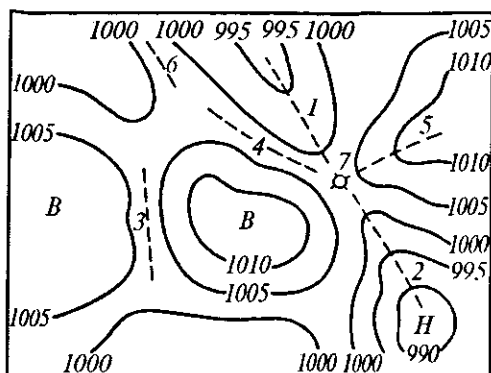
Butun troposferaga yoki uning katta qismiga cho'zilgan atmosfera frontlari *troposfera* yoki *baland frontlar* deb ataladi. Ulardan farqli ravishda atmosferaning faqat chegara qatlamiga cho'zilgan frontlar *yer yaqini* yoki *past frontlar* deyiladi.

Agar atmosfera fronti sovuq havo massasi tomoniga harakatlansa u *iliq atmosfera fronti* deb ataladi. Agar front iliq havo massasi tomonga harakatlansa — sovuq front, front o'z joylanishini deyarli o'zgartirmasa — *statsionar front* deb ataladi. Frontlarning harakati havo oqimlarining tizimi bilan aniqlanadi.

Iliq havoda front sirti yaqinida, odatda, havoning turg'un ko'tariluvchi harakati rivojlanadi hamda frontal bulutlar tizimining paydo bo'lishi va frontal yog'inlarning yog'ishi u bilan bog'liq bo'ladi.

Ob-havoning keskin nodavriy o'zgarishlari atmosfera frontlarining ma'lum hudud yoki punktdan o'tishiga bog'liq. Bundan tashqari, siklonlarning paydo bo'lishi va rivojlanishi atmosfera frontlarida kuzatiladi, shuning uchun ham ob-havo xaritalarida frontlarni aniqlash sinoptik tahlilning eng muhim masalasi hisoblanadi.

Barik tizimlar havo massalari va frontlarning harakat mexanizmlaridir. Bosimning notekis taqsimlanishi natijasida paydo



1.1- rasm. Yer sirti yaqini xaritasidagi asosiy barik tizimlar:
P (past) — siklon, Yu (yuqori) — antisiklon, 1 — botiqlik,
2 — o'rkach, 3 — past bosimli soha, 4 — yashiringan botiqlik,
5 — o'rkach, 6 — yuqori bosimli soha, 7 — barik egar.

bo'lgan atmosfera bosimining past yoki yuqori sohalari **barik tizimlar** deb ataladi. Barik tizimlarga havo oqimlarning xarakterli taqsimoti xosdir, chunki bosim va shamol maydonlari bir-biri bilan uzviy bog'liq. Barik tizimlarning majmui barik relfni tashkil qiladi (1.1-rasm).

Ob-havo xaritalarida barik tizimlar bosimi bir xil bo'lgan nuqtalarni tutashtiruvchi izochiziqlarni o'tkazish yo'li bilan aniqlanadi. Bu izochiziqlar **izobaralar** deb ataladi. Past bosimli sohalarga siklon, botiqliklar, yuqori bosimli sohalarga antisiklon va o'rkach (cho'qqi)lar kiradi.

Siklon — bu bir necha yopiq izobaralardan tashkil topgan, markazida eng past bosim kuzatiladigan barik tizim. Siklonda shimoliy yarimsharda gorizontal yuzada havo sirkulatsiyasi soat strelkasiga teskari (janubiy yarimsharda — soat strelkasi bo'ylab) bo'ladi. Siklonda izobarik sirtlar chetdan markazga tomon tobora pasayib boradi. Siklonning diametri (gorizontal o'qi) 1000—3000 km gacha yetadi, vertikal qalinligi — 15—20 km, o'rta kengliklarda siklon markazida bosim 950 dan 1030 gPa gacha bo'lishish mumkin. Siklon markazida bosim o'rtacha 1000 gPa ga teng. Tropik kengliklarda paydo bo'lgan siklonlar markazida bosim 900 gPa va undan past bo'lishi mumkin.

Havo oqimlari maydoni (shamol maydoni)da siklon — ulkan uyurmadir. Atmosferaning ishqalanish qatlamida havo oqimlari siklonning markazi tomon intiladi. Erkin atmosferada shamolning yoʻnalishi gradiyent shamolning yoʻnalishiga yaqinlashadi, yaʼni oqim chiziqlari izobara (izogipsa) chiziqlari bilan mos keladi. Vertikal kesimda siklonga havoning koʻtariluvchi harakatlari xosdir. Ob-havo koʻpincha bulutli boʻlib, yogʻinlar kuzatiladi.

Siklonning biror tomonga choʻzilgan qismi **botiqlik** (lojbina) deb ataladi. Botiqlik — bu ikki yuqori bosimli sohalar orasida joylashgan past bosimli zona. Botiqlikdagi eng past bosimli nuqtalardan tashkil topgan chiziq, **botiqlikning oʻqi** deb ataladi. Botiqlikda izobarik sirtlar chetdan oʻqqa tomon pasayib boradi. Havo oqimlari maydoni siklonik xususiyatiga ega. Atmosferaning chegaraviy qatlamida havo oqimlarining yoʻnalishi botiqlikning oʻqi tomonga ogʻgan boʻladi. Botiqlikda havoning koʻtariluvchi harakati kuzatiladi. Ob-havo bulutli boʻlib, yogʻinlar kuzatiladi.

Antisiklon — bu bir nechta yopiq izobaralardan tashkil topgan, markazida bosim eng yuqori boʻlgan barik tizim. Antisiklonda shimoliy yarimsharda havo harakati (sirkulatsiyasi) soat strelkasi boʻyicha (janubiy yarimsharda — soat strelkasiga teskari) boʻladi.

Antisiklonda izobarik sirtlar chetdan markaz tomon borgan sari koʻtarilib boradi. Antisiklonlarning oʻlchamlari siklonlarning oʻlchamlari bilan tenglashadi. Antisiklon markazida bosim 1020 gPa dan 1080 gPa gacha yetishi mumkin. Atmosferaning ishqalanish qatlamida antisiklonda havo oqimlari markazdan qochma boʻladi. Erkin atmosferada havo oqimlari izobara chiziqlariga parallel boʻladi. Antisiklonda havo oqimlari pastga yoʻnalgan boʻladi va shu sababli kam bulutli ob-havo kuzatiladi.

Oʻrkach bu ikkita past bosimli sohalar orasida joylashgan yuqori bosimli zona yoki antisiklonning biror tomonga choʻzilgan yuqori bosimli zonasidir. Oʻrkachda eng yuqori bosimli nuqtalardan tashkil topgan chiziq oʻrkachning oʻqi deb ataladi. Izobarik sirtlar chetdan oʻqqa tomon koʻtarilib boradi. Atmosferaning ishqalanish qatlamida havo oqimlari markazdan qochma boʻladi. Oʻrkachda havo oqimlari pastga yoʻnalgan boʻladi, kam bulutli ob-havo kuzatiladi.

Egarsimon barik tizim bu ikki qarama-qarshi joylashgan siklon va antisiklonlar orasidagi bosim sohasidir (1.1-rasmga qarang). Izobarik sirtlar antisiklon tomonga borgan sari ko'tariladi, siklon tomoniga esa pasayib boradi. Egarsimon barik maydon uchun kuchsiz shamollar xarakterli.

Barik topografiya xaritalarida ko'zga ko'rinadigan va sinoptik vaziyatning tahlili hamda prognozi uchun katta ahamiyatga ega bo'lgan yana bir sinoptik obyektни ko'raylik.

Havo massalari tropopauzagacha cho'zilgan bo'lishi mumkin, shuning uchun ham sovuq va iliq havo massalari orasidagi o'tish zonaları o'rta hamda yuqori troposferada kuzatilishi mumkin. Bu yerda ularning eni 500 1000 km gacha yetishi mumkin. O'tish zonasi harorat va bosim (geopotensial)ning katta gorizonta gradientlari va kuchli shamollar bilan xarakterlanadi. O'rta va yuqori troposferadagi sovuq siklonlar va iliq antisiklonlar orasidagi o'tish zonaları yuqoridagi frontal zonalar (YuFZ) deb ataladi. YuFZ ning uzunligi bir necha ming kilometrgacha yetishi mumkin. Ba'zan bir YuFZ ikkinchi YuFZ ning davomi bo'lishi mumkin. Bunda u butun yarimsharni o'rab oladi. Mazkur uzun YuFZ planetar yuqoridagi frontal zonasi (PYuFZ), uning tarkibida kuzatilayotgan kuchli shamollar esa *tez havo oqimlari* deb ataladi.

Mazkur bobda asosiy sinoptik obyektlar faqat sxematik ko'rib chiqildi. Keyinchalik ularning har biri mufassal o'rganiladi. Shuni alohida ta'kidlab o'tish kerakki, havo massalari, atmosfera frontlari, siklonlar va antisiklonlar ob-havo o'zgarishlarining sababchilaridir. Sinoptik tahlil esa ushbu obyektlarni o'rganib, ob-havoni oldindan aytib berishga imkon yaratadi.

1.3. Meteorologik ma'lumotlarning turlari va manbalari, ularga qo'yiladigan talablar

Atmosfera jarayonlari tahlilining to'g'riligi va tuzilayotgan prognozlarning muvaffaqiyatligi meteorologik ma'lumotlarning o'z vaqtida yetib kelishiga hamda uning sifatiga bog'liq.

Atmosfera yoki alohida ko'rilayotgan meteorologik katta-liklarning holati to'g'risida ma'lumotlar majmui *meteorologik ma'lumot* deb ataladi.

Meteorologik ma'lumotlar ikki turga bo'linadi:

1) bevosita meteorologik kuzatishlar natijasida qabul qilingan ob-havo to'g'risidagi birlamchi ma'lumotlar;

2) ikkilamchi ma'lumotlar — bu turli jadvallar, sinoptik xaritalar, aerologik diagrammalar, vertikal qirqimlar, yer sun'iy yo'ldoshlaridan qabul qilingan bulutlar xaritalari ko'rinishida kuzatilayotgan ob-havo to'g'risidagi meteorologik ma'lumotlardir. Bular ob-havoni oldindan aytib berish va tahlil qilishning vositalaridir.

Meteorologik prognozlar tuzishda atmosferaning holati bir qator parametrlar bilan xarakterlanadigan murakkab tizim sifatida qaralishi kerak. Bu parametrlarning kompleksiga atmosfera bosimi, havoning harorati va namligi, shamolning yo'nalishi hamda tezligi, bulutlilik, yog'inlar, tuman va turli atmosfera hodisalari (chaqmoq, changli bo'roni va h.k.) kiradi.

Ob-havo xizmati uchun kuzatishlar zichligini va optimal tezligini aniqlash muhim masala bo'lib, bunda o'lchash tarmog'ining zichligi ko'zda tutiladi. Bunday o'ta murakkab masalaning yechimi asosida boshlang'ich ma'lumotlar, bizni qiziqtiradigan atmosfera jarayonlarining vaqt va fazo bo'yicha tuzilishi, prognozlarining davri va ularning oldindan aytib berilishi, texnik va iqtisodiy imkoniyatlar yotadi. Bu omillarni taxminan hisobga olinishi shuni ko'rsatadiki, qisqa muddatli meteorologik prognozlar (1—2 sutka) tuzishda taxminan 107 km² ga teng bo'lgan maydonda, kuzatish zichligi 200—300 km va bir sutkada 4—6 marta o'lchangan ma'lumotlar bo'lishi kerak.

Ob-havo xizmatida qo'llaniladigan birlamchi meteorologik ma'lumotlar ba'zi umumiy talablarga javob berishi kerak. Bu talablar, birinchidan, atmosfera jarayonlarining tuzulishi va rivojlanishi qonuniyatlari, tahlil hamda prognoz usullari bilan, ikkinchidan, meteorologik ma'lumotlarga iste'molchi tomonidan bildirilgan istaklar bilan belgilanadi. Shu talablarga binoan meteorologik ma'lumot **global, uch o'lchamli, kompleks, sinxron, muntazam va operativ** bo'lishi lozim. Alohida ta'kidlash kerakki, bu talablar majmuada bajarilishi kerak, chunki ulardan bironta-

sining bajarilmasligi kelgan ma'lumotlarning qimmatini ancha pasaytiradi.

Meteorologik ma'lumotning globaligi, bu ma'lumot qit'a va okeanlar bilan, ba'zida yarimsharga teng bo'lgan huddudlardan olinishini anglatadi.

Meteorologik ma'lumotning uch o'lchamligi bu ma'lumot nafaqat Yer sirti yaqinidan, balki atmosferaning yuqori qatlamlaridan ham olinishini bildiradi.

Meteorologik ma'lumotning kompleksligi, bu ma'lumot barcha meteorologik kattaliklar va hodisalarni qamrab olishi lozimligini bildiradi.

Meteorologik ma'lumotning sinxronligi deyilganda, barcha meteorologik stansiyalarda kuzatishlar bir xil vaqt momentida olib borilishi tushuniladi.

Meteorologik ma'lumotning muntazamligi kuzatishlar muntazam ravishda olib borilishini anglatadi.

Meteorologik ma'lumotning operativligi kuzatish natijalari mumkin bo'lgan qisqa vaqtda iste'molchiga yetkazib berilishining zarurligini bildiradi.

Meteorologik ma'lumotlarga qo'yilgan talablarning bajarilishi murakkab masaladir. Ularni bajarish uchun xalqaro miqyosda tashkil qilingan va mukammal meteorologik ma'lumotlarni kuzatish tizimi mavjud bo'lishi kerak.

Hozir meteorologik ma'lumotlarni olishning quyidagi tizimlari mavjud:

1. Yer usti sinoptik stansiyalari tarmog'i;
2. Yer usti aerologik stansiyalari tarmog'i;
3. Kemalarda o'rnatilgan, stasionar va erkin suzuvchi avtomatik dengiz gidrometeorologik stansiyalari;
4. Meteorologik radiolokasion stansiyalar;
5. Kosmik meteorologik tizim;
6. Ob-havoni aviatsion kuzatish.

Meteorologik ma'lumotlarning asosiy manbalarini va turlarini ko'rib chiqamiz.

1.3.1. Sinoptik stansiyalar tarmog'i

Butun Yer shari gidrometeorologik stansiyalar tarmog'i bilan qoplangan (bir necha ming stansiyalar).

Aholi zich yashaydigan joylarda stansiyalar orasidagi masofa 100—150 km ni tashkil etadi, boshqa joylarda (sahro, tog'li hududlar, botqoqlik, o'rmonlar va h.k.) va Dunyo okeanida masofa ancha katta.

Bu stansiyalarda yer sirti yaqinida atmosfera holati sutkasiga 8 marta (o'rta grinvich vaqti bo'yicha soat 00, 03, 06, ..., 21 larda) kuzatiladi. Atmosferaning 15 ga yaqin xarakteristikallari vizual va asboblardan yordamida aniqlanadi, jumladan havoning bosimi, harorati hamda namligi, shamolning yo'nalishi va tezligi, bulutlarning turi, miqdori hamda quyi chegarasining balandligi, gorizontali yo'nalishdagi ko'rinishchanlik masofasi, yog'inlarning turi va miqdori hamda shu bilan birga atmosferaning o'ziga xos hodisalari (tuman, chaqmoq, changli bo'ron, yaxmalak va h.k.) kuzatiladi. Gidrometeorologik stansiyalardan olingan meteorologik ma'lumotlar asosida yer yaqini ob-havo xaritalari tuziladi. Kuzatishlarning asosiy sinoptik muddatlarida (o'rtacha grinvich vaqti bo'yicha soat 00, 06, 12, 18) qit'alar o'lchamiga teng bo'lgan katta hududlar bo'yicha ob-havo xaritalari tuziladi. Qo'shimcha kuzatish muddatlarida esa (soat 03, 09, 15, 21) kichik hududlar bo'yicha „halqa“ ob-havo xaritalari tuziladi.

Yer sirtining 3/5 qismini Dunyo okeani egallaydi. Dunyo okeani atmosferani suv bug'i bilan ta'minlab turuvchi asosiy manbadir. Dunyo okeani yozda o'zida issiqlikni to'plab, qishda uni atmosferaga beradi va shu sababli atmosferada rivojlanayotgan ob-havo jarayonlariga nihoyatda katta ta'sir ko'rsatadi. Atmosferaning umumiy sirkulatsiyasi, issiqlik va namlik almashinuvi jarayonlarida Dunyo okeanining ahamiyati beqiyos. Shuning uchun ham Dunyo okeanining akvatoriyasidan meteorologik ma'lumotlarga ega bo'lish nihoyatda katta ahamiyat kasb etadi.

Dunyo okeanidan muntazam ravishda meteorologik ma'lumotlarni yetkazib beradigan manbalar — bu orollarda tashkil qilingan gidrometeorologik stansiyalar va „ob-havo“ kemalaridir.

Orollardagi gidrometeorologik stansiyalarda kuzatishlar tizimi va tartibi quruqliklarda joylashgan gidrometeorologik stansiyalar kabi olib boriladi.

„Ob-havo“ kemalari — maxsus meteorologik kuzatish asboblari bilan jihozlangan dengiz kemalari. Bu kemalarda kuzatishlar to‘liq dastur bo‘yicha bajarilib, tezkorlik bilan prognostik markazlarga jo‘natiladi.

Tabiiyki, bu meteorologik ma’lumotlar yetarli emas. Meteorologik ma’lumotlar hajmini yanada o‘rttirish maqsadida barcha yo‘lovchi, yuk tashuvchi va baliq ovlovchi kemalarda avtomatik rejimda ishlaydigan gidrometeorologik stansiyalar o‘rnatiladi. Hozirgi vaqtda Dunyo okeanida bunday kemalarning soni 7000 dan ortiq. Bundan tashqari, stasionar va erkin suzuvchi platformalarda ham avtomatik rejimda ishlaydigan kuzatish komplekslari o‘rnatilib, meteorologik kuzatishlar olib boriladi. Kuzatish natijalari kodlangan holda radio orqali prognostik markazlarga yuboriladi.

Dunyo okeani akvatoriyasini meteorologik ma’lumotlar bilan yoritish maqsadida ko‘rilayotgan choralar muammoni hal qilmaydi. Bu maqsadda keng ko‘lamda Yer sun‘iy yo‘ldoshlarini ishlatish lozim.

1.3.2. Aerologik stansiyalar tarmog‘i

Atmosferadagi jarayonlar uch o‘lchamli fazoda va vaqt bo‘yicha rivojlanganligi sababli ularni o‘rganish uchun faqat meteorologik stansiyalardan olingan ma’lumotlar yetarli emas. Atmosfera parametrlarni turli balandliklarda o‘lchash uchun aerologik stansiyalarning tarmog‘i mavjud. Yer sharining aholi zich joylashgan hududlarida radiozondlash punktlari bir-biridan taxminan 350—500 km uzoqlikda joylashgan.

1930-yilda P.A.Molchanov tomonidan ixtiro qilingan radiozond asbobi yordamida atmosferaning vertikal tuzulishi bilvosita usullar yordamida emas (yer sirti kuzatishlari asosida), balki bevosita kuzatishlar natijasida aniqlanadigan bo‘ldi.

Aerologik stansiyalarda masofaviy vosita — radiozond yordamida atmosferani vertikal zondlash amalga oshiriladi. Yengil gaz bilan to‘ldirilgan rezina qobiqqa radiozond bog‘lanib uchiriladi. Yuqoriga ko‘tarilgan sari radiozond 30—35 km gacha turli balandliklardagi havoning bosimi,

harorati va namligi, shamol yo'nalishi hamda tezlik qiymatlarini avtomatik rejimda o'lchab, radio orqali qabul markaziga yuboradi. Atmosferani radiozondlash bir sutkada 4 marta o'tkaziladi. Bulardan o'rtacha grinvich vaqt bo'yicha soat 00 va 12 dagi kuzatish muddatlari asosiy, soat 06 va 18 dagilari esa qo'shimcha muddat hisoblanadi.

Atmosferani radiozondlash natijasida olingan meteorologik ma'lumotlar asosida barik topografiya, maksimal shamol, tropopauza xaritalari va atmosferaning vertikal qirqimlari tuziladi.

1.3.3. Meteorologik radiolokatsiya stansiyalari

Yer sirtida joylashgan sinoptik va aerologik stansiyalar orasidagi masofa katta bo'lganligi uchun atmosferada ro'y berayotgan ba'zi mezomasshtabli meteorologik hodisalar kuzatilmasdan qolishi mumkin. Bularga, birinchi navbatda, to'p-to'p yomg'irli bulutlar, jala yog'inlar, momaqaldiroq va boshqa hodisalar kiradi. Meteorologik radiolokatsiya stansiyalari tarmog'i ushbu muammoni bartaraf qilishga imkon beradi.

Zamonaviy meteorologik radiolokator o'z atrofida 150 km masofadagi fazoni kuzatishi mumkin. Meteorologik radiolokatsiya stansiyalarining yordamida bulutlar zonasi, ularning mikro-tuzulishi, suvliligi, 0°C izotermaning joylashishi, ya'ni bulutlilikni eng muhim fizikaviy xarakteristikalar hamda yog'inlarning jadalligi aniqlanishi mumkin.

Meteorologik radiolokatsiya stansiyalari xavfli atmosfera hodisalarini aniqlash va prognoz qilishda, tropik siklonlarni aniqlab, ularning tuzulishini o'rganishda katta rol o'ynaydi.

Dopler radiolokatorlari yordamida shamol tezligi va yo'nalishi ham o'lchanishi mumkin.

Meteorologik radiolokatsiya stansiyalari tarmog'i birlamchi meteorologik ma'lumotlar beradigan tizimda o'ziga munosib muhim o'rini egallaydi.

1.3.4. Kosmik meteorologik tizim

Yer sun'iy yo'ldoshlarining (ESY) yaratilishi va uchirilishi fan uchun, shu jumladan, meteorologiya fani uchun ham yangi

keng ko'lamdagi imkoniyatlar ochdi. Yo'ldoshlardan olingan dastlabki ma'lumotlar nafaqat ilmiy maqsadlarda, balki ob-havo xizmatida ham qo'llanilishi mumkin.

Yer shariga yaqin joylashgan kosmik fazoda uchayotgan kosmik apparatlarni uchga bo'lish mumkin: navbatchi rejimda ishlaydigan avtomatik YeSY („Meteor“, „Molniya“, „Raduga“ va h.k.), boshqariladigan kosmik kemalar („Soyuz“) hamda yashash mumkin bo'lgan va avtomatik rejimlarda ishlaydigan orbital kosmik stansiyalar („Salyut“).

Meteorologiya fani, ob-havo xizmatining operativ faoliyati uchun to'g'ri keladigan va eng qulay ma'lumot — bu maxsus meteorologik avtomatik YeSY tizimidan olingan meteorologik ma'lumotdir.

Meteorologik kosmik tizim (MKT) ikki tarmoqdan iborat: kosmik va Yerda joylashgan tizimlar. Kosmik tarmoqqa orbitada joylashgan maxsus YeSY lar kiradi, Yerda joylashgan tarmoq esa Yerdagi ma'lumotlarni qabul qiladigan, uni qayta ishlaydigan va tarqatadigan komplekslarni o'z ichiga oladi.

Meteorologik YeSY lar maxsus ilmiy qurilmalar bilan jihozlangan. Bu qurilmalar elektromagnit spektrning turli uchastkalarida (optik ko'rinuvchan, infraqizil va radiodiapazon) atmosferani faol yoki passiv zondlash prinsiplarida ishlaydi. „Meteor“ YeSY dan televizion va infraqizil diapazonlarda bulutlilik maydonlari, qor va muz qoplamlarining zonalari, yog'inlar zonalari joylanishining rasmlari qabul qilinadi. Yo'ldoshda o'rnatilgan aktinometrik asboblari Yer va atmosfera nurlagan va qaytargan oqimlar haqida ma'lumotga ega bo'lishga imkon beradi.

Kelajakda YeSY da spektral asboblari yordamida havo harorati, namligi va bir qator boshqa meteorologik kattaliklarning vertikal kesim (profil)larni qayta tiklash imkoniyati vujudga kelishi mumkin. Shu holdagina meteorologik ma'lumotlar bilan ta'minlash muammosi hal bo'ladi va sinoptik hamda aerologik stansiyalar tarmog'ining hojati qolmaydi. Bir nechta aylana qutbiy orbitalarda uchadigan YeSY lar qisqa muddat davomida deyarli butun Yer sharidan meteorologik ma'lumotlarni ta'minlab beradi, ya'ni prognostik markazlar global meteorologik ma'lumotga ega bo'ladi.

YeSY lar ikkita rejimda ishlashi mumkin: eslab turish va bevosita uzatish rejimlarida.

Birinchi rejimda ishlayotgan YeSY bir nechta aylanishlar (vitok)da meteorologik ma'lumotlarni xotirasida ushlab, Yerdagi qabul punkti ustidan uchib o'tganida meteorologik ma'lumotni uzatadi. Bu ma'lumot — global masshtabga ega bo'lgan ma'lumotdir.

Bevosita uzatish rejimida ishlayotgan YeSY o'lchashlar bajarilgan zahoti uni Yerdagi qabul punktiga uzatadi. Katta hududlar qamrab olingan bo'lsa ham, bu meteorologik ma'lumot lokal (mahalliy) xarakterga ega bo'ladi.

Yerdagi qabul punktlariga kelgan kosmik meteorologik ma'lumot qayta ishlanib, tegishli tashkilotlarga jo'natiladi.

YeSY dan olingan meteorologik ma'lumot siklon, antisiklon, tropik tayfun va tez havo oqimlari tahlilida katta yordam beradi. Bundan tashqari, sinoptik stansiyalar siyrak joylashgan hududlarda atmosfera holatini tahlil qilishda yo'ldosh ma'lumotlari bebaho hisoblanadi.

1.4. Butunjahon ob-havo xizmati

O'tgan asrning 60-yillarida ilmiy-texnika imkoniyatlarining mislsiz rivojlanib, meteorologiya fanining tarraqiyotida yangi imkoniyatlar ochilishi munosabati bilan Butunjahon ob-havo xizmatini tashkil etish haqida fikrlar yuzaga keldi. Butunjahon ob-havo xizmatini tashkil etish rejalarini ishlab chiqishda dunyodagi barcha yirik olimlar, shu jumladan, V.A.Bugayev, E.K.Fedorov, K.Ya.Kondratev va boshqalar ishtirok etdi.

Butunjahon ob-havo xizmati oldida sanoat, qishloq xo'jaligi, aviatsiya, suv va quruqlikdagi transportlarning meteorologik ta'minotini yaxshilash hamda o'ta xavfli ob-havo hodisalarini yanada aniqroq va vaqtida ogohlantirish imkoniyatlarini yaratish maqsad qilib qo'yilgan.

1967-yilda Butunjahon meteorologik anjumani Butunjahon ob-havo xizmatini tashkil etish haqidagi rejani qabul qildi.

Hozirgi vaqtdagi Butunjahon ob-havo xizmati faoliyati Butunjahon meteorologik tashkiloti tomonidan muvofiqlashti-

riladigan milliy moliyalashtirish va xizmatlardan tashkil topgan jahon meteorologik tizimidir. Bu tizim Butunjahon meteorologik tashkilotiga a'zo bo'lgan mamlakatlarning ilmiy va operativ ishlari uchun kerak bo'lgan birlamchi hamda qayta ishlangan meteorologik ma'lumotlar bilan ta'minlaydi.

Butunjahon ob-havo xizmati uch asosiy tarkibiy qismlardan iborat.

1. Kuzatishlar global tizimi. Bunga sinoptik va aerologik stansiyalar tarmog'i hamda meteorologik ma'lumotlarni yetkazib beradigan boshqa vositalar kiradi.

2. Meteorologik ma'lumotlarni qayta ishlash global tizimi. Bunga ma'lumotlarni qayta ishlaydigan va saqlaydigan xizmatlarni o'z ichiga olgan meteorologik markazlar kiradi.

3. Telealoqa global tizimi. Bu tizim kuzatish va qayta ishlangan meteorologik ma'lumotlar bilan tezkor almashish maqsadida tuzilgan.

Kuzatishlar global tizimi 4000 ga yaqin sinoptik va aerologik stansiyalarni o'z ichiga oladi. Yerdagi stansiyalar orasidagi masofa 500 km dan oshmaydi. Okeanlarda stansiyalarning bunday zichligiga erishish mumkin emas. Okeanlardan meteorologik ma'lumot orollardan, kemalardan, stasionar va suzuvchi platformalardan keladi. Aerologik ma'lumotlarga alohida katta e'tibor berilmoqda. Butunjahon meteorologik tashkiloti hozir maxsus ASAM dasturini amalga oshirmoqda (avtomatik aerologik kuzatishlar tizimi). Bu maqsadda dengiz kemalari avtomatik aerologik zondlash stansiyalar bilan jihozlanmoqda.

YeSY dan olinayotgan meteorologik ma'lumot katta ahamiyatga ega. Butunjahon meteorologik tashkilotining rejalari bo'yicha kamida 5 ta geliostasionar va 2 ta qutbiy orbitali yo'ldoshlar uchirilishi kerak. Bundan tashqari, „Tayros“ Yer sun'iy yo'ldoshidan atmosferani tezkor vertikal zondlash rejalashtirilgan.

Ma'lumotlarni qayta ishlash global tizimi uch xil meteorologik markazlardan iborat: jahon meteorologik markazlar (JMM), regional meteorologik markazlar (RMM) va milliy meteorologik markazlar (MMM).

Butunjahon meteorologik tashkiloti qoshida uch jahon meteorologik markazlari tashkil qilingan — Vashington, Moskva va Melburnda. Jahon meteorologik markazlari butun Yer sharidan meteorologik ma'lumotlarning barcha turlarini qabul qiladi, sinoptik tahlil va prognozlarni tayyorlab, telealoqa global tizimi orqali boshqa meteorologik markazlarga tarqatadi. Meteorologik ma'lumotlarni boshqarish vazifasi ham (standartlarga muvofiqligini tekshirish, kodlash, saqlash va tegishli manzillarga tarqatish) JMM larga yuklatilgan.

Regional meteorologik markazlarining vazifalari JMMlarning vazifalari bilan bir xil. Farq shundaki, RMMlar faqat o'z hududi bo'yicha xizmat ko'rsatadi. Jahon meteorologik markazlariga qarashli 24 regional meteorologik markazlar tashkil qilingan, ulardan 4 tasi MDH hududida joylashgan — Moskva, Toshkent, Novosibirsk va Xabarovsk. Misol tariqasida Toshkent regional meteorologik markaziga qarashli hududni ko'rsataylik: O'rta Osiyo, Kavkazorti, Shimoliy Kavkaz, MDH ning Yevropadagi katta qismi, Sibirning bir qismi, Turkiya, Yaqin Sharq mamlakatlari, Pokiston, Afg'oniston, Hindistonning bir qismi.

Milliy meteorologik markazlar milliy meteorologik dasturlar bilan belgilanadigan vazifalarni bajaradi. Milliy meteorologik markazlar o'zi bo'ysinuvchi regional meteorologik markaz bilan bog'lanib, u bilan meteorologik ma'lumotlar, tahlil va prognozlar bilan almashadi.

Telealoqa global tizimi meteorologik kuzatish natijalarini yig'ish va tarqatish, qayta ishlangan ma'lumotlar bilan markazlararo almashish maqsadida tuzilgan.

Telealoqa global tizimi uch pog'onali asosda tashkil qilingan.

1. Bosh magistral zanjir jahon meteorologik markazlarini boshqa meteorologik markazlar bilan bog'laydi.

2. Regional telealoqa tarmoqlari.

3. Milliy telealoqa tarmoqlari.

Bosh magistral zanjir markazlararo meteorologik ma'lumotlar bilan tez va ishonchli almashuvni ta'minlab beradi. Barcha meteorologik markazlar Bosh magistral zanjir bilan bog'langan.

Regional telealoqa tarmog'i punktlararo aloqani ta'minlab berish tizimidir. Bu tarmoq yordamida hudud ichida meteorologik ma'lumotlarni yig'ish va tarqatilishi, qayta ishlangan ma'lumotlar bilan almashinuv amalga oshadi.

Milliy telealoqa tarmog'ini tuzish tegishli mamlakatlarning zimmasiga yuklatilgan. Lekin, milliy telealoqa tizimi shunday tashkil qilinishi kerakki, magistral va regional telealoqa tarmoqlari bilan bog'lanish hech qanday qiyinchiliksiz bajarilishi kerak.

O'zbekiston Respublikasida ob-havo hizmati bo'yicha bosh tashkilot — bu O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Gidrometeorologiya Xizmati Markazidir (O'zgidromet). O'zgidromet gidrometeorologiya va atrof-muhitning ifloslanish darajasini kuzatish sohasida tarmoqlararo boshqaruvni amalga oshiradi.

O'zgidrometning asosiy vazifalariga gidrometeorologik kuzatishlar davlat tizimini rivojlantirish va takkomillashtirish, xalq xo'jaligining barcha tarmoqlarini gidrometeorologik ma'lumotlar bilan ta'minlash, ob-havo hamda atrof-muhit holatini prognozlash va bir qator boshqa vazifalar kiradi.

O'zgidromet kuzatuv tarmog'iga 400 ga yaqin turli — meteorologik, aviameteorologik, agrometeorologik, aerologik, gidrologik, baland meteorologik kompleks — gidrometeorologik stansiyalar va postlar kiradi.

O'zgidrometga gidrometeorologiya bo'yicha 13 viloyat boshqarmasi, ob-havo prognozlari bilan xalq xo'jaligi va aholini ta'minlaydigan Gidrometeorologiya Ta'minoti Xizmati (Gidrometeor-markaz), meteorologik ma'lumotlarni yig'adigan, qayta ishlov beradigan va tarqatadigan muassasa — informasion-texnik boshqarma „Meteoinfosistem“, O'rta Osiyoda yagona gidrometeorologik asboblarni ishlab chiqaradigan korxona — „Gidrometasbob"lar kiradi.

O'zgidromet qoshida „Gidrometeorologiya ilmiy-tadqiqot instituti“ (GMITI) va yagona o'rta maxsus o'quv yurti — Toshkent gidrometeorologiya kasb-hunar kolleji mavjud. 1994-yildan boshlab gidrometeorologiya kolleji BJMT ga qarashli regional meteorologik o'quv markazi sifatida faoliyat ko'rsatmoqda.

O'zgidromet uchun oliy ma'lumotli mutaxassislar O'zbekiston Milliy universitetida „Atmosfera fizikasi“ va „Quruqlik gidrologiyasi“ kafedralarida tayyorlanadi.

1.5. Meteorologik ma'lumotlarni kodlash.

KN-01 kodi

Butunjahon Meteorologik Tashkiloti (BJMT)ning reglamentiga ko'ra Yer yuzida kuzatishlar 8 muddatda olib boradigan meteorologik tarmoq, Yer yuzidan 30 km va undan yuqori balandlikkacha bo'lgan qatlamdagi atmosferaning holatini bilish uchun hech bo'lmaganda sutkasiga 2 muddatli kuzatishlar olib boriladigan aerologik stansiyalar tarmog'i (harorat, shamolni zondlash) bo'lishi kerak.

Hozirgi vaqtda dunyoda har 3 soatda Yer yuzida kuzatish olib boradigan 10000 ga yaqin meteorologik stansiyalar hamda 800 dan ko'proq aerologik zondlash stansiyalari mavjud. Bundan tashqari, Yer yuzida 350 ta avtomatlashtirilgan yoki qisman avtomatlashtirilgan meteorologik stansiyalarda kuzatishlar olib borilmoqda, shuningdek, Yerning meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida har kuni o'rtacha 8 marta katta hudud bo'yicha bulutlarning fotosurati, boshqa muhim ma'lumotlar olinmoqda.

Ob-havo haqidagi ma'lumotlar radio va telegraf orqali so'z bilan emas, balki sonli belgi — kod bilan prognostik markazlarga uzatiladi. Meteorologik kodni bilgan har bir kishi telegrammaning qaysi mamlakatdan kelganiga qaramay, unda nimalar yozilganligini bilishi mumkin. Meteorologik stansiyalardan kod bilan berilgan ob-havo haqidagi har bir axborot beshta sondan iborat bo'lgan, bir necha sonlar guruhi bilan ifodalanadi. Natijada so'z bilan yozilganda 20 satrni egalaydigan ob-havo ma'lumoti bir satrga joylashadi.

Dunyoning barcha meteorologik stansiyalarida bir xil dastur asosida, bir vaqtda kuzatilgan ob-havo ma'lumotlari teleradioaloqa yordamida butun Yer shari bo'ylab tarqatiladi.

Bu ma'lumotlarni JMM va RMM (yoki MMM) lari qabul qilib, ularni qayta ishlaydi.

Barcha ma'lumotlarni qabul qilish va uzatish uchun zamonaviy texnika uskunalariga ega bo'lgan aloqa va ma'lumotlarni qayta ishlash boshqarmalari mavjud.

Quyida KN-01 kod tizimi va uning tavsifi keltirilgan.

0 BO'LIM	M ₁ M ₁ M ₁ M ₁	YYGGi _w	Iiii	
1 BO'LIM	i _R i _h VV	Nddff	1s _a TTT	2s _a T _d T _d T _d
	3P _o P _o P _o P _o	$\left\{ \begin{array}{l} 4PPP \\ \text{yoki} \\ 4a, hhh \end{array} \right\}$	5appp	6RRRt _R
	7wwW ₁ W ₂	8N _h C _L C _M C _H		
3 BO'LIM	333	<u>1S_aT_xT_xT_x</u>	<u>2S_nT_nT_nT_n</u>	<u>4E'///</u>
	55SSS	8N _s Ch _s h _s	9S _p S _p S _p S _p	
5 BO'LIM	555	<u>1ES_aT_fT_f</u>	<u>2S_nT_nT_nT_n</u>	<u>4Es_aT_fT_f</u>
	<u>4E'sss</u>	<u>52s_nT₂T₂</u>	<u>6RRRt_R</u>	<u>7R₂₄R₂₄R₂₄</u>
	<u>88R₂₄R₂₄R₂₄</u>			

Eslatma.

1. Tagi chizilmagan guruhlar barcha kuzatuv muddatlari uchun beriladi.

2. Tagi bir chiziq bilan chizilgan guruhlar ilovada ko'rsatilgan kuzatuv muddatlari uchun beriladi.

3. Tagi ikki chiziq bilan chizilgan guruhlar kuzatuv muddatlari o'rtacha grinvich vaqti (O'GV) bilan soat 00 va 12 da, faqat asosiy tarmoqqa kiruvchi stansiyalar uchun beriladi (balandligi 1000 m dan yuqorida joylashgan stansiyalardagi 3P_oP_oP_oP_o guruh ma'lumotlari barcha kuzatuv muddatlari uchun beriladi). „Asosiy“ tarmoq deganda O'GV bilan soat 00 va 12 da (boshqa muddatlar uchun ham yoki faqat o'sha ikki muddatlar uchun) yuborilishi uchun jalb qilingan stansiyalar tushiniladi.

Nazorat savollari

1. *Ob-havo deganda nima tushuniladi va u qanday meteorologik kattaliklar majmuasi bilan xarakterlanadi?*
2. *Ob-havo prognozi sinoptik usulining mazmuni nimada?*
3. *Meteorologik ma'lumot deganda nima tushuniladi?*

II BOB. ATMOSFERA OB-HAVO XARITALARI, AEROLOGIK DIAGRAMMALAR VA VERTIKAL QIRQIMLARNING BIRLAMCHI TAHLILI

2.1. Yer yaqini ob-havo xaritalarini tuzish va ularga ishlov berish

Ob-havoni oldindan aytib berish maqsadida atmosfera holatini o'rganish uchun maxsus vositalar mavjud. Ular yordamida meteorologik va aerologik stansiyalardan, meteorologik radiolokatsiya stansiyalaridan (MRL) va Yer meteorologik sun'iy yo'l-doshlaridan qabul qilingan birlamchi meteorologik ma'lumotlar (bosim, harorat, namlik, shamol, bulutlar yog'in va h.k.) tahlil uchun qulay ko'rinishga keltiriladi.

Ob-havoni oldindan aytib berish va tahlil qilishning asosiy vositalariga sinoptik xaritalar deb ataluvchi yer yaqini hamda balandliklar uchun ob-havo xaritalari kiradi.

Tahlilning qo'shimcha vositalariga aerologik diagrammalar, atmosferaning vertikal qirqimlari, bulutlarning fotomontajlari, ekstremal (maksimal yoki minimal) haroratlar va yog'inlar xaritalari hamda MRL ning kompleks xaritalari kiradi.

Quyida yer yaqini ob-havo xaritalarini tuzish va tahlil qilish sxemasi ko'rib chiqiladi. Meteorologik stansiyalarda kuzatishlar sutkasiga 8 marta (O'GV bo'yicha soat 00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 larda) olib borilganligi uchun yer yaqini ob-havo xaritalari ham sutkasiga 8 marta tuziladi. 00, 06, 12 va 18 soatdagi muddatlar asosiy muddatlar hisoblanadi va bu muddatlarda yer yaqini xaritalari katta hudud ($s = 10^7 \text{ km}^2$) uchun tuziladi. 03, 09, 15 va 21 soatdagi

muddatlar qo'shimcha muddatlar hisoblanadi va yer yaqini xaritalari halqa ob-havo xaritalari deb nomlanib, nisbatan kichik hudud uchun tuziladi.

Yer yaqini xaritalari geografik xarita blanklarida tasvirlanadi, bu blanklarda xalqaro tarmoqqa kiruvchi barcha asosiy meteorologik stansiyalarning joylanishi indekslar orqali ko'rsatiladi. Kuzatish natijalari shifrovkadan chiqarilganidan keyin raqamlar va belgilar yordamida stansiya atrofiga maxsus sxemaga mos holda qat'iy belgilangan tartibda xaritada tasvirlanadi (2.1- a rasm).

Bu rasmda: N — bulutlilikning umumiy miqdori (ballda);

C_n — yuqori yarus bulutlarning turi (C_i , C_s , C_c);

C_m — o'rta yarus bulutlarning turi (A_s , A_c) va yomg'irli qatlamdor bulutlar (N_s);

C_L — quyi yarus bulutlarning turi (S_r , S_c) va vertikal o'suvchan bulutlar (C_u , C_v);

N_h — C_L turdagi bulutlarning miqdori (kod raqamlarida);

h — bulutlarning quyi chegarasi balandligi (kod raqamlarida);

$S_n T T T$ — havo haroratining ishorasi va o'ndan bir (0,1) aniqlikdagi qiymati (gradusda);

$S_n T_d T_d T_d$ — shudring nuqtasi haroratining ishorasi va o'ndan bir (0,1) aniqlikdagi qiymati (gradusda);

WW — kuzatish muddatidagi ob-havo hodisalari;

VV — gorizontallik ko'rinishchanlik (kod raqamlarida);

PPP — dengiz sathiga keltirilgan o'ndan bir aniqlikdagi (0,1) havo bosimi (gPa da, birinchi 9 yoki 10 raqami tushiriladi);

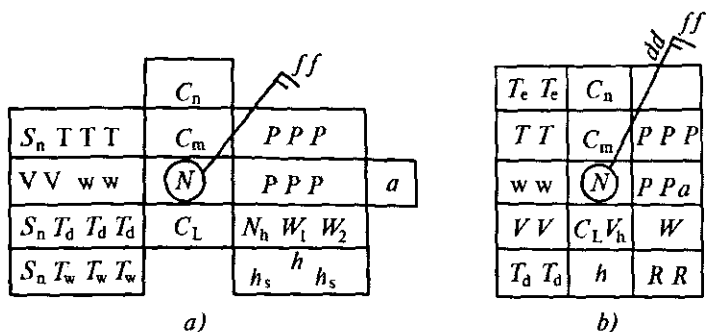
ppp — barik tendensiya (bosimning oxirgi uch soatdagi o'zgarishi) o'ndan bir aniqlikda (gPa da);

a — barik tendensiya xarakteristikasi (bosim o'zgarishining chizig'i);

$W_1 W_2$ — bo'lib o'tgan (avvalgi kuzatish muddatidagi) ob-havo hodisalari;

dd, ff — shamolning yo'nalishi va tezligi.

Ob-havo xaritalarga N_h , h va VV kod raqamlarida tushiriladi. 1982-yil 1-yanvargacha ob-havo xaritalariga kuzatish natijalarini tushirishining boshqa sxemasi mavjud edi. Amaliy ishlarda, ayniqsa,



2.1-rasm. Yer yaqini ob-havo xaritasiga meteoma'lumotlarni tushurish sxemasi: a) yangisi, b) eskisi.

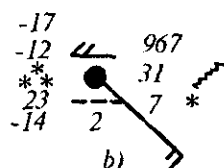
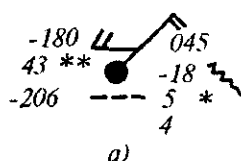
ilmiy tadqiqot ishlarida, 1982-yilgacha tuzilgan ob-havo xaritalaridan foydalanishga zaruriyat tug'ilishi mumkin, shu sababli eski sxemani ham o'rganish lozim. U 2.1- b rasmda ko'rsatilgan:

Eski sxema yangisidan ko'p farq qilmaydi — farqi quydagida:

$T_E T_E$ — ekstremal harorat (kunduzgi maksimum yoki tungi minimum, gradusda), RR — 12 soat mobaynida yog'ingarchilik miqdori (mm da), $T_E T_E$, TT va $T_d T_d$ kattaliklar 1° aniqlikda beriladi. Kod raqamida faqat N_h ko'rsatiladi.

Yer yaqini ob-havo xaritalariga belgilar va raqamlar shaklida ko'p miqdordagi meteorologik ma'lumotlar tushiriladi. Tahlil qilinmagan (ishlanmagan) xaritani „o'qish“ qiyin. Bunday xaritalardan atmosferadagi jarayonlarning rivojlanishi to'g'risida xulosa chiqarish va ob-havoni oldindan aytib berish amalda mumkin emas. Shuning uchun tahlil qilinganda birinchi navbatda xaritani ko'rgazmali qilish zarur. Bu masalani hal qilish jarayonida meteorologik kattaliklarning taqsimot qonuniyatlari va sinoptik obyektlar, ya'ni siklon hamda antisiklonlar, havo massalari va frontlarning geografik joylashishlari aniqlanadi, shuningdek, avval tuzilgan ob-havo xaritalarining tahlilida va meteoma'lumotlar tushirilganida xatolar ham yaqqol namoyon bo'ladi. Bu masala xaritani birlamchi tahlili (ishlovi) jarayonida hal qilinadi.

Ikkinchi masala sinoptik obyektlarning tuzilishi, ularning rivojlanishi va harakati, sinoptik jarayonlar rivojlanishining tene-



2.2-rasm. Yangi (a) va eski (b) sxemalar bo'yicha meteoma'lumotlarni ob-havo xartasiga tushirish na'munalari.

densiyalarini hamda ob-havo sharoitlarining o'zgarishini aniqlashdan iborat.

Yer yaqini ob-havo xaritalarining birlamchi tahlili (ishlovi) quyidagi amallarni bajarishdan iborat:

1. Izobara chiziqlari o'tkaziladi va ustidan yozib qo'yiladi;
2. Izotendensiya chiziqlari (3 soat mobaynida bosim o'zgarishlari bir xil bo'lgan nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqlar) o'tkaziladi va ustidan yozib qo'yiladi;
3. Yog'ingarchilik va boshqa ob-havo hodisalari aniqlanib, rangli qalamlar bilan ko'rsatiladi;
4. Atmosferadagi front chiziqlari o'tkaziladi.

Izobara chiziqlarini o'tkazish — yer yaqini ob-havo xaritalarining ishlovida eng muhim amallardan biridir. Izobaralar dengiz sathida fazoda bosim taqsimoti qonuniyatlarini hamda siklonlar, antisiklonlar va boshqa barik tizimlarning joylashishini yaqqol tasavvur qilishga yordam beradi. Bu bilan atmosfera sirkulatsiyasining asosiy mexanizmlari ochiladi.

Izobaralar oddiy qora qalam yordamida har 5 gPa dan uzluksiz tekis ko'rinishdagi chiziqlar bilan o'tkaziladi (5 ga qoldiqsiz bo'linishi kerak, masalan, 995, 1000, 1005 gPa va h.k.). Yirik masshtabdagi qo'shimcha (halqaviy) ob-havo xaritalarda izobaralar har 2,5 gPa dan o'tkaziladi.

Izobaralar chizilganida ikkita qo'shni stansiyalardagi bosim qiymatlari orasida interpolatsiya bajariladi va shamol tezligi hamda yo'nalishi hisobga olinadi.

Ob-havo xaritalarini tahlil qilishni tezlashtirish maqsadida izobaralar chizilganida interpolatsiya taxminan bajariladi.

Bunda albatta, xatoliklar amaliy hisoblashlar uchun zarur bo'lgan aniqlik chegrasidan chiqmasligi kerak. Sinoptikning diqqatini asosiy masalaga jalb etish maqsadida izobaralar ortiqcha egri bugri bo'lmagan chiziqlar bilan o'tkaziladi. Ammo, izobaralarning silliqqlanishi ularning to'g'ri o'tkazilishini iloji boricha buzmasligi kerak. Izobaralarning haddan tashqari silliqqlanishida ularning nisbatan kichik og'ishidan boshlanadigan yangi siklon yoki antisiklonning paydo bo'lishini „ko'rmay“ qolish mumkin.

Izobaralar bosim maydonining uzluksizligi tufayli o'zaro kesishmaydi. Butun Yer shari uchun har qanday izobara yopiq egri chiziqni tashkil qiladi. Biroq chegaralangan hududdagi ko'p izobaralar yopiq bo'lmaydi, ya'ni xaritaning chetlarida uziladi, faqatgina shu hududda joylashgan siklon va antisiklonlardagi izobaralar yopiq bo'ladi.

Xaritalarning ishlovida barcha izobaralarning ustidan to'liq sonli gPa lari yozilishi, yopiq izobaralar esa boshqa ma'lumotlardan xoliroq bo'lgan biror joyida ko'rsatilishi kerak. Xarita chetlaridagi izobaralar uzilishini bitta to'g'ri chiziq bo'ylab bajarish, yozuvlarni esa bir-birining ostida yozish tavsiya qilinadi. Bu batartiblikni saqlabgina qolmay, biror izobara bosimini tez aniqlashga imkon beradi.

Ob-havo xaritasida har qanday siklonning markazida oddiy qora qalam bilan „P“ harfi, antisiklonning markazida „Yu“ harfi yoziladi. Bu „past“ va „yuqori“ bosimni bildiradi.

Siklon yoki antisiklon markazlarini aniqlashda, ko'proq ular har 5 gPa o'tkazilgan birinchi yopiq izobaraning markazi bilan ustma-ust degan taxmin bilan chegaralanib qolinadi. Agar markazni aniqroq topish kerak bo'lsa, u holda yana har 2,5 yoki 0,1 gPa dan o'tkazilgan izobaralar chiziladi. Bu izobaralar asosiy izobaralarga nisbatan ingichkaroq chiziqlar bilan o'tkaziladi.

Asosiy ob-havo xaritalarida, odatda, siklon va antisiklonlar markazlarining avvalgi kuzatish muddatidagi joylashishi ko'rsatiladi, ularning ko'chish trayektoriyalari va kutilayotgan harakat yo'nalishlari aks ettiriladi. Buning uchun, tahlil qilinayotgan ob-havo xaritasiga oldin tuzilgan ob-havo xaritasidan siklon yoki antisiklon markazining joyi ko'chiriladi. Bu markazlar siklon uchun qora

doira bilan, antisiklon uchun oq doira bilan ko'rsatiladi. Doira-chalarni to'g'ri chiziq bo'laklari bilan tutashtirilsa, markazning ko'chish trayektoriyasi kelib chiqadi. Oxirgi bo'lak strelka sifatida chizilib, tahlil qilinayotgan xaritada markaz joyini belgilagan „P“ yoki „Yu“ harflariga taqaladi. 12 yoki 24 soatdan keyin markazning kutilayotgan ko'chishi uzilishli strelka bilan ko'rsatiladi. U markazdan boshlanib, kutilayotgan ko'chish nuqtasida to'xtatiladi.

Izotendensiyalar har 1 gPa dan oddiy qora qalam bilan uziq chiziqlar yordamida chiziladi. Xaritada xilma xil izochiziqlar ko'p bo'lganligi tufayli izotendensiyalar bosilmasdan ingichka chiziqlar bilan chiziladi. Agar izotendensiyalar haddan tashqari zich joylashgan bo'lsa, ular har 2 gPa dan o'tkazilishi mumkin. Odatda, 0 ga teng bo'lgan izotendensiya ko'rsatilmaydi.

Izotendensiya chiziqlarining ustidan yozib qo'yiladi, manfiy izotendensiyalar „minus“ ishora bilan belgilanadi. Bosim pasaygan joyning markazida qizil qalam bilan „T“ harfi yoziladi, uning o'ng tomoniga bosim tushishining eng katta qiymati gPa da o'ndan bir aniqlikda yozib qo'yiladi. Bosim ko'tarilgan joyning markazida esa qalam bilan „K“ harfi yoziladi va bosim maksimal ko'tarilishining qiymati yozib qo'yiladi.

Ob-havo xaritalarining birlamchi tahlilida bir qator amallar rangli qalamlar yordamida bajariladi. Bu ob-havoning muhim xususiyatlariga diqqatni tortadi. Bu amallar xaritani „ko'tarish“ deb ataladi. Burkama yog'inlar zonasi — yashil qalam, tumanlar zonasi — sariq qalam bilan bo'yaladi. Qolgan ob-havo hodisalari shartli belgilar bilan ko'rsatiladi, ularni 2.1-jadvalga muvofiq belgilash tavsiya qilinadi.

Atmosfera frontlarini aniqlash — sinoptik tahlilning eng mas'uliyatli amallaridan biridir. Front chiziqlarini o'tkazishda bir qator alomatlardan foydalanishadi.

1. Front chiziqlari ko'proq barik botiqliklarning o'qi bo'ylab o'tadi.

2. Front chizig'i bo'ylab shamolning yaqinlashishi yoki konvergensiya kuzatiladi: frontning ikki tomonidagi shamol yo'nalishi vektorlari davom ettirilsa, ular kesishadi. Eng ko'p uchraydigan shamolning yaqinlashish varianti — bu front orqasida

**Ob-havo xaritalarining tahlilida qo'llaniladigan ob-havo
hodisalarining shartli belgilari**

Ob-havo hodisasi	Shartli belgi	Rang
Burkama yog'inlar zonasi		yashil
Ba'zi joylarda burkama yog'inlar		"_""_"
Front tashqarisida kuchsiz qor		"_""_"
Jala yog'inlar		"_""_"
Shivalama yomg'ir		"_""_"
Momaqalldiroq		"_""_"
Yiroqdagi chaqmoq shulasi		"_""_"
Umumiy qor bo'roni		"_""_"
Yaxmalak		"_""_"
Quyun, girdob		qizil
Changli (qumli) bo'ronlar		binafsha
Tumanlar zonasi		sariq
Ba'zi joylarda tuman		sariq
Tuman shivalama yomg'ir bilan		sariq va yashil
Changli (qum) bo'ron		sariq
To'zon, ko'rinuvchanlik 2 km dan kam		sariq
Qor qoplamaning chegarasi		ko'k
Dengizda muzlarning chegarasi		ko'k
Sovushlarning chegarasi		qora

front chizig'iga shamolning perpendikular, front oldida esa front chizig'iga parallel esishidir.

3. Front chizig'idan o'tilganda havo haroratining keskin o'zgarishi kuzatiladi, tahminan 3—5° va undan ortiq.

4. Barik tendensiya frontning ikki tomonida turlicha bo'ladi. Iliq front oldida, odatda, bosimning yaqqol ifodalangan pasayish joyi, sovuq front orqasida — bosimning ko'tarilish joyi joylashadi; okkluziya frontning oldida bosimning pasayishi, orqasida esa bosimning ko'tarilishi kuzatiladi.

5. Front chiziqlari bo'ylab, qaralayotgan front turiga xarakterli bo'lgan, bulutlar tizimlari va yog'in zonalari kuzatiladi. Iliq frontga frontning oldida As, Ns bulutlar tizimi va burkama yog'inlar zonasi xosdir. Sovuq front bo'ylab yomg'irli to'p-to'p (Cb) bulutlar va yog'inlar frontning ikkala tomonida joylashgan bo'ladi, bu yerda burkama va jala yog'inlar kuzatilishi mumkin.

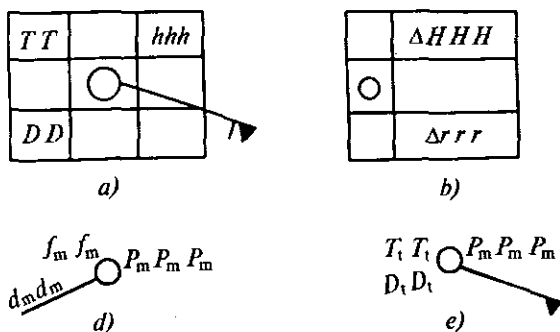
Frontlarning yuqorida ko'rsatilgan alomatlari faqat juda keskin ifodalangan frontlarda aniq va bir vaqtda kuzatiladi. Ko'p hollarda alomatlarining bir qismi uncha aniq ifodalanmagan va umuman mavjud bo'lmasligi mumkin. Shuning uchun frontlar tahlilida komplekslikka, uch o'lchamlikka va davriy ketma-ketlikka rioya qilish muhimdir. Yer yaqini xaritasida iliq front chizig'i bilan, sovuq front chizig'i ko'k, okkluziya fronti chizig'i jigar rang qalam bilan o'tkaziladi. Ikkilamchi frontlar esa mos rangdagi uzun chiziqlar bilan ko'rsatiladi. Stasionar (kam harakatlanayotgan) frontlar qizil va ko'k rangdagi ikkita chiziqlar bilan chiziladi.

2.2. Balanddagi ob-havo xaritalarini tuzish va tahlil qilish

Balanddagi asosiy xaritalarga barik topografiya xaritalari (BT) kiradi. Barik topografiya xaritalari ikki turga bo'linadi:

- mutlaq topografiya (MT) xaritalari;
- nisbiy topografiya (NT) xaritalari.

Mutlaq topografiya xaritalari biror izobarik sirtning dengiz sathiga nisbatan topografiyasini ko'rsatadi. Nisbiy topografiya xaritasida esa ko'rilyotgan izobarik sirtning boshqa biror izobarik sirtga nisbatan topografiyasi ko'rsatiladi. Balanddagi xaritalar atmosferaning radiozondlash ma'lumotlari asosida tuziladi. Asosiy kuzatish muddatlari uchun (O'GV bo'yicha 00 va 12 soat) barik topografiya xaritalari katta hudud uchun ($S > 10^7 \text{ km}^2$), qo'shimcha



2.3-rasm. Balanddagi xaritaga meteoma'lumotni tushurish sxemasi:

a) — MT, b) — NT, d) — MSHX, e) — TX.

kuzatish muddatlari uchun (O'GV bo'yicha 06 va 18 soat) — nisbatan kichik hudud uchun tuziladi.

Mutlaq va nisbiy topografiya xaritalarida radiozondlash natijalari 2.3-rasmda tasvirlangan sxema bo'yicha tushiriladi.

Bu rasmda: HHH — mutlaq geopotensial (izobarik sirtning dengiz sathiga nisbatan dekametrlarda ko'rsatilgan balandligi); TT — havo harorati (butun graduslarda); DD — shudring nuqtasi haroratining defisiti (kod raqamlarida).

hhh — ko'rilayotgan izobarik sirt va uning ostidagi sirt orasidagi havo qatlami qalinligi (dekametrlarda).

ΔHHH — nisbiy geopotensial, ikkita ko'rilayotgan izobarik sirtlar orasidagi havo qatlami qalinligi (dekametrlarda).

Δrrr — 12 yoki 24 soatdagi nisbiy geopotensialning o'zgarish qiymati.

dd, ff — shamol yo'nalishi va tezligi, ular oddiy usul bilan ifodalanadi.

Mutlaq topografiya xaritalarining ishlovida quyidagi amallar bajariladi:

1. Izogipsalar (ko'rilayotgan izobarik sirtning dengiz sathiga nisbatan bir xil balandliklarini tutashtiruvchi chiziqlar) o'tkaziladi va ustidan yozib chiqiladi. Izogipsalar uzluksiz qora chiziq bilan har 4 gp da oraliq bilan chiziladi.

Izogipsalar izobaralardan farqli o'laroq, shamol vektoriga nisbatan qiya emas, balki bu vektorga parallel chiziladi, chunki shamol vektori ishqalanish qatlamidan yuqorida izogipsaga urinma bo'lib yo'nalgan bo'ladi. AT_{400} va undan yuqoridagi xaritalarda izogipsalar har 8 gp da oraliqda o'tkaziladi.

2. Balandlikdagi siklonlar va antisiklonlar markazlari aniqlanadi hamda „P“ va „Yu“ harflari bilan belgilanadi. Kerakli hollarda, markazning joyini aniqroq ko'rsatish uchun oraliq izogipsalar ingichkaroq chiziqlar bilan o'tkazilishi mumkin.

3. Qizil rangli qalam bilan (ustidan yozilmasdan) har $2^{\circ}C$ dan izotermalar chiziladi. Iliq joyning markazi „I“ harfi bilan (qizil rangda), sovuq joyning markazi esa „S“ harfi bilan (ko'k rangda) belgilanadi.

4. Front chiziqlari faqat MT_{850} xaritalarida o'tkaziladi, chunki undan balandroq joylashgan xaritalarda frontal va izobarik sirtlarning kesishish zonalarini aniq ko'rinmaydi, ayrim hollarda frontal sirtlar balandlikda joylashgan izobarik sirtlarga yetib bormaydi.

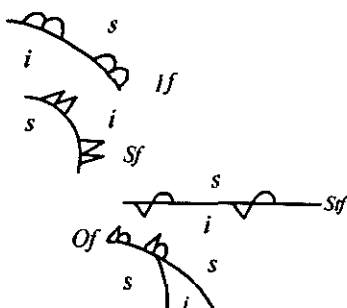
MT_{850} xaritalarida front chiziqlari izotermalardan tubdan farq qilishi uchun ular bir xil rangli nashrning shartli belgilari bilan ko'rsatiladi.

Iliq front

Sovuq front

Stasionar front

Okklyuziya fronti



MT_{850} xaritasida, faqatgina shu xaritada front alomatlari orqali topiladigan front chiziqlari o'tkaziladi, ya'ni front chiziqlari yer yaqini xaritasidan MT_{850} xaritasiga mexanik ko'chirilmaydi. Ammo bu ikkala xaritalarda front chiziqlarining joylashishi bir-biriga mos kelishi shart. MT_{850} xaritasida front izotermalar zich bo'lgan joyning markaziy qismidan izotermalar bo'ylab o'tkaziladi. Front ishorasi (iliq, sovuq, kam harakatlanuvchi) uning yo'nalishiga asoslanib

belgilanadi. Front ko'chishining yo'nalishi havo oqimlari yoki izogipsalar yo'nalishidan (shimoliy yarimsharda geopotensialning kichik qiymatlari chap tomonda qolishi kerak). Mutlaq topografiya xaritalarining fizikaviy ma'nosiga qarab aniqlanadi.

5. MT_{700} xaritalarida izallogipsalar, oxirgi 12 yoki 24 soatdagi 700 gPa izobarik sirt geopotensial balandliklarining bir xil o'zgarishlarini tutashtiruvchi chiziqlar o'tkaziladi va ustidan yozib chiqiladi. Izallogipsalar har 4 gp da oraliqda qora uzuq chiziqlar bilan bosmasdan chiziladi.

Izotendensiyalarga o'xshab, sirt tushish joyining markazida qizil rang bilan „T“ harfi qo'yilib, yoniga maksimal tushish qiymati yoziladi, sirt ko'tarilish joyining markazida esa ko'k rangda „K“ harfi qo'yiladi va yoniga maksimal ko'tarilish qiymati yoziladi.

Odatda, nisbiy topografiya xaritalaridan faqat HT_{1000}^{500} xaritasi tuziladi va uning tahlilida (ishlovida) quyidagilar bajariladi:

1. Har 4 gp da oraliqda qora rangda izogipsalar o'tkaziladi va ustidan yozib qo'yiladi, bu esa quyi 5 km li atmosfera qatlami o'rtacha haroratining har 2°C dan o'tkazilgan izotermalariga ekvivalentdir (nisbiy topografiya xaritalarining fizik ma'nosiga qarang).

2. Nisbiy geopotensialning kichik qiymatlari markazida qora rangda „sovuq“ so'zi, geopotensialning katta qiymatlari markazida „iliq“ so'zi yoziladi.

3. Yer yaqini xaritasidan rangli qalamlar bilan HT_{1000}^{500} xaritasiga front chiziqlari ko'chiriladi.

Troposferaning pastki yarmida ilqlik va sovuqlik adveksiyasi zonalarini ajratish maqsadida termobarik xarita tuziladi va tahlil qilinadi. Termobarik xaritalar HT_{1000}^{500} xaritalaridagi izogipsalarni MT_{700} xaritasiga ustma ust qo'yilganda hosil bo'ladi.

HT_{1000}^{500} dagi izogipsalar (qizil rangda) MT_{700} dagi izogipsalar bilan kesishgan joyda harorat adveksiyasi kuzatiladi, ya'ni vaqt o'tishi bilan harorat o'zgarishi ro'y beradi va MT_{700} xaritalaridagi izogipsalar bir-biriga parallel bo'lgan joylarda harorat adveksiyasi kuzatilmaydi.

Termobarik xaritalarning ishlovi issiqlik (och qizil rangga bo'yaladi) va sovuqlik adveksiyasi (och ko'k rangga bo'yaladi) zonalarini aniqlashdan iborat.

Agar izotermalar (HT_{1000}^{500} dagi izogipsalar) oqim chiziqlariga (AT_{700} dagi izogipsalar) nisbatan o'ng tomonga og'sa, u holda bu yerda issiqlik adveksiyasi kuzatiladi.

Agar izotermalar oqim chiziqlariga nisbatan chap tomonga og'sa, u holda bu yerda sovuqlik adveksiyasi ro'y beradi. Izotermalar (HT_{1000}^{500} dagi izogipsalar) va oqim chiziqlarining (MT_{700} dagi izogipsalar) yo'nalishi shunday aniqlanadiki, shimoliy yarimsharda sovuq joy („sovuq“) va geopotensialning kichik qiymatlari mos holda chap tomonda qolishi kerak.

Biror izobarik sirtidagi va termobarik xaritada harorat adveksiyasini farqlay olish lozim. Har qanday Mutlaq topografiya xaritasida (masalan, MT_{850} da) izotermalar o'tkazish va ularni izogipsalar bilan taqqoslash natijasida issiqlik hamda sovuqlik adveksiyasi zonalarini ajratish mumkin. Ular faqatgina ko'rilyotgan izobarik sirt yaqinidagi haroratning o'zgarishini ifodalaydi.

Termobarik xaritalarda esa harorat adveksiyasi zonolari 1000 va 500 gPa li izobarik sirtlar orasidagi, ya'ni troposferaning pastki yarmidagi havo o'rtacha haroratining o'zgarishlarini xarakterlaydi.

Balandlik xaritalariga yana maksimal shamol xaritalari (MShX) va tropopauza xaritalari (TX) kiradi, ular atmosferani radiozondlash ma'lumotlari natijalari asosida tuziladi. MShX va TX larga meteoma'lumotlar 2.3- d, e rasmlarda ko'rsatilgan sxema bo'yicha tushiriladi. 2.3- f rasmda $f_m f_m$ va $d_m d_m$ — maksimal shamolning tezligi (m/s) va yo'nalishi (gradusda), $P_m P_m P_m$ — maksimal shamol sathidagi bosim (10 gPa da) yoki balandlik (0,1 km da); 2.3- e rasmda tropopauza sathidagi harorat ($T_i T_i$), shudring nuqtasi defisiti ($D_i D_i$), bosim ($P_i P_i P_i$), shamol tezligi ($f_i f_i$) va yo'nalishi ($d_i d_i$) ko'rsatilgan.

MShX larda qora chiziq bilan har 10 m/s da izotaxalar chiziladi (shamol tezligi bir xil bo'lgan nuqtalarni tutashtiruvchi chiziqlar). Ular izobaralar va izogipsalar kabi ustidan yozib chiqiladi.

Shamol tezligining eng katta qiymatlari kuzatiladigan yopiq joyning markazida „maksimal shamolning joyi — MShJ“ deb yozib qo'yiladi.

Shamol tezligining eng katta qiymatlari kuzatilgan nuqtalar yo'g'on chiziq bilan tutashtiriladi va uchida qo'yilgan strelka havo oqimi yo'nalishini ko'rsatadi. Bu yo'g'on chiziq tez havo oqimi o'qiga to'g'ri keladi.

TX da quyidagilarni o'tkazish lozim:

— har 25 gPa dan qora rangli qalam bilan izobaralar o'tkaziladi, ular yer yaqini xaritasidagi izobaralar kabi yozib chiqiladi;

— har 5° dan qizil rangda izotermalar o'tkaziladi va harorat qiymatlari yozib chiqiladi.

Past bosimli joyning markazida „P“ harfi, yuqori bosimli joyning markazida „Yu“ harfi yoziladi. Iliq joyning markaz qismi qizil rangga, sovuq joyning markaz qismi esa ko'k rangga bo'yaladi. MShX va TX lar samolyotlarning uchishiga meteo xizmat ko'rsatishda keng qo'llaniladi.

2.3. Geopotensialning barometrik formulasi. Mutlaq va nisbiy topografiya xaritalarining fizik ma'nosi

Barik topografiya xaritalari yordamida turli balandliklardagi atmosfera jarayonlari tahlil qilinadi. Shuning uchun mutlaq va nisbiy topografiya xaritalar tuzilishining prinsipial asoslarini hamda fizik ma'nosini bilish zarur.

Atmosferadagi jarayonlar Yerning tortish kuchi maydonida ro'y beradi, bu esa geopotensial maydonini hisobga olishga olib keladi.

Yer sharining tortish kuchi maydonida dengiz sathiga nisbatan ko'rilayotgan z nuqtada (dengiz sathida, odatda, geopotensial nolga teng deb olinadi) birlik massaning potensial energiyasi geopotensial Φ deb ataladi:

$$\Phi = gz. \quad (2.1)$$

Odatda, amaliy hisoblashlarda, bir nuqtadan (z_1) ikkinchisiga (z_2) ko'chishdagi geopotensial o'zgarishidan foydalaniladi:

$$d\Phi = g dz. \quad (2.2)$$

Bu formula geopotensialning barometrik formulasi deyiladi va geopotensial metrlarda ifodalanadi (gp.m).

(2.1) va (2.2) formulalarda massa aniq shaklda yozilmagan bo'lsada (bu yerda u 1 ga teng), geopotensial va uning o'zgarishi energetik xususiyatlarni ifodalaydi.

Atmosfera statikasi tenglamasiga:

$$dP = - \rho g dz \quad (2.3)$$

holat tenglamasidan

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad (2.4)$$

zichlik ifodasini kiritamiz. (2.2) formuladan foydalanib, quyidagini yozish mumkin:

$$dP = - \frac{P}{RT} d\Phi, \quad d\Phi = - \frac{RT}{P} dP. \quad (2.5)$$

(2.5) formulani integrallaymiz:

$$\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} d\Phi = - \int_{P_1}^{P_2} RT \ln P. \quad (2.6)$$

Agar (2.6) dagi balandlik bilan o'zgaruvchan T haroratni P_1 va P_2 izobarik sirtlar orasida joylashgan havo qatlami o'rtacha haroratiga ($\bar{T}$) almashtirsak, (2.6) ning o'ng tomoni oson integrallanadi:

$$\Phi_2 - \Phi_1 = -R\bar{T} \ln \frac{P_2}{P_1}. \quad (2.7)$$

Balandlikka ko'tarilgan sari bosimning pasayishi munosabati bilan $P_2 > P_1$ va $\ln \frac{P_2}{P_1} < 0$, unda

$$\Phi_2 - \Phi_1 = R\bar{T} \ln \frac{P_1}{P_2} \quad (2.8)$$

bo'lganidan foydalanib, (2.8) ni hisoblash uchun qulay holatga keltiramiz. (2.8) da $\ln \frac{P_1}{P_2} = 2,3 \lg \frac{P_1}{P_2}$ va $R=287 \text{ m}^2\cdot\text{c}^{-2}\cdot\text{grad}^{-1}$ ni qo'yib, tenglamaning ikkala tomonini 9,8 ga bo'lamiz.

Geopotensialning hosil qilingan ifodalarini H_2 va H_1 orqali belgilaymiz, ularning qiymatlari z_2 va z_1 ga teng bo'ladi:

$$H_2 - H_1 = 67,4 \lg \frac{P_1}{P_2} \bar{T}. \quad (2.9)$$

Bu formula geopotensialning barometrik formulasi deyiladi. Geopotensialning o'lchov birliklari geopotensial metr(larda ifodalanadi (gp.m). Unga muvofiq, ixtiyoriy ikki izobarik sirt (P_1 va P_2) orasidagi qatlamning qalinligi ($H_1^2 = H_2 - H_1$) shu ikki izobarik sirtlarning orasidagi havoning o'rtacha haroratiga ($\bar{T}$) bog'liq. O'rtacha haroratni ($\bar{T}$) bilib, bir izobarik sirtni (P_2) ikkinchi izobarik sirtga (P_1) nisbatan topografiyasini ($H_2 - H_1$) topish mumkin, ya'ni (2.9) formula yordamida nisbiy topografiya xaritalarni hisoblash mumkin.

Har qanday juft izobarik sirtlar uchun $\bar{T}$ oldida turgan „ K_1^2 “ koeffitsiyent o'zgarmas kattalikdir. Shuningdek, HT_{1000}^{500} xaritasida geopotensialni hisoblash uchun $K_1^2 = 20,3$. Unda

$$H_{1000}^{500} = H_{500} - H_{1000} \approx 20\bar{T}. \quad (2.10)$$

(2.10) dan ko'rinib turibdiki, HT_{1000}^{500} xaritalarida har 4 gp.dam (40 gp.m.) dan o'tkazilgan izogipsalar har 2° dan o'tkazilgan havoning o'rtacha harorati izotermalariga teng kuchlidir. (2.9) ga asosan, har qanday nisbiy topografiya xaritasida izogipsalar havoning o'rtacha harorati izotermalariga mos keladi. P_1 va P_2 izobarik sirtlar orasidagi havoning o'rtacha harorati qancha katta bo'lsa, nisbiy geopotensialning ($\Delta H = H_2 - H_1$) qiymati ham shuncha katta bo'ladi. Shuning uchun nisbiy topografiya xaritalarning tahlilida geopotensial qiymati kichik bo'lgan joyning markazida „sovuq“

soʻzi, geopotensial qiymati katta boʻlgan joyning markazida „iliq“ soʻzi yoziladi, izogipsalarning zich zonasi esa iliq havo massasini sovuq havo massasidan ajratadigan frontal zonaga mos keladi. Termobarik xaritada MT_{700} xaritasiga koʻchirilgan xaritaning izogipsalari qizil rangda chiziladi va troposferaning pastki yarmi oʻrtacha haroratlari izotermalari sifatida koʻriladi.

Atmosfera bosimining maydoni ikki xil yoʻl bilan grafik usulda tasvirlanishi mumkin:

- oʻzgarmas sathdagi izobaralar yordamida;
- dengiz sathiga nisbatan koʻrilayotgan izobarik sirtning bir xil balandliklarini tutashtiruvchi chiziq boʻlgan izogipsalar yordamida.

Birinchi usulga misol sifatida yer yaqini xaritasi olinishi mumkin. U yerda izobaralar dengiz sathiga nisbatan olingan bosimning bir xil qiymatlarini tutashtiruvchi chiziqni ifodalaydi.

Barcha mutlaq topografiya xaritalari bosim maydonini grafik tasvirlashning ikkinchi usulini ifodalaydi. Rasman ixtiyoriy mutlaq topografiya xaritalarining izogipsalari koʻrilayotgan izobarik sirtning dengiz sathiga nisbatan balandligini koʻrsatsa ham, ular shu sirt yaqinidagi oʻzgarmas sathning (H) atmosfera bosimi maydonini aks ettiradi.

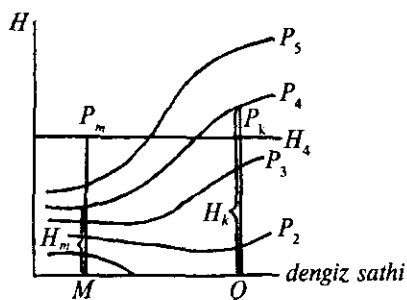
M punkti ustida P_4 izobarik sirtning balandligi H_m , K punkti ustida — H_k boʻlsin ($H_k > H_m$). P_4 izobarik sirt yaqinidagi H_4 sathda bosimning taqsimoti geopotensial taqsimotiga mos kelishini isbotlaylik, yaʼni $P_k > P_m$ (2.4-rasm).

2.4-rasmdan koʻrinib turibdiki, H_4 sathda K punkti ustidagi bosim (P_k) P_4 dan katta, chunki H_4 sathi P_4 izobarik sirtidan pastroq joylashgan. M punkti ustida H_4 sathi P_4 izobarik sirtidan balandroq joylashgani tufayli, H_4 sathida P_m bosim P_4 dan kichik. Bu yerdan $P_k > P_m$ boʻlib chiqadi. Bu ikkala punktlar orasidagi bosimning farqi ($P_m - P_k$) geopotensial farqiga ($H_k - H_m$) ga toʻgʻri keladi:

$$P_k = P_4 + \nu(H_k - H_4), \quad (2.11)$$

$$P_m = P_4 - \nu(H_4 - H_m), \quad (2.12)$$

$$P_k - P_m = \nu(H_k - H_m). \quad (2.13)$$



2.4-rasm. Geopotensial (H) taqsimotining bosim (P) taqsimotiga mosligi.

Bu yerda b — H_4 sathdagi barik pog'ona qiymatining kattaligi.

Shunday qilib, ixtiyoriy mutlaq topografiya xaritasidagi geopotensial maydoni ko'rilayotgan izobarik sirtga yaqin joylashgan sathdagi bosim maydoniga mos keladi. Shuning uchun ham mutlaq topografiya xaritalarida bosim xaritalaridagidek, barik relief formalari uchrab turadi.

Mutlaq topografiya xaritalarining yana bir muhim fizik xususiyati — izogipsalarning oqim chiziqlariga mos tushishidir.

Erkin atmosferada (ishqalanish qatlamidan yuqorida) havo zarrachasiga ta'sir etadigan kuchlar va uning harakat yo'nalishini ko'raylik. Asosiy harakatlantiruvchi kuch — bu barik gradiyent kuchidir ($\vec{G}$). U doimo izobaralarga perpendikular bo'ylab bosim past bo'lgan tomonga yo'nalgan bo'ladi. Bu kuch ta'sirida zarracha shu yo'nalishda ko'cha boshlaydi, lekin harakat boshlanishi bilan zarrachaga ikkinchi kuch (Koriolis kuchi) ta'sir eta boshlaydi.

Koriolis kuchi ($A = 2\vec{V} \cdot \vec{\omega}$) shimoliy yarimsharda doimo shamol vektoriga nisbatan perpendikular bo'ylab o'ng tomonga yo'nalgan bo'ladi. Koriolis kuchi ta'sirida zarracha o'ngga burila boshlaydi.

Shamol vektori yo'nalishining o'zgarishi Koriolis kuchi ($\vec{A}$) barik gradiyent kuchiga ($\vec{G}$) tenglashgunga qadar davom etadi.

Turg'unlashgan harakatda $\vec{G}$ va $\vec{A}$ kuchlar bir-biriga teng bo'lib, qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Shamol vektori izobara bo'ylab

yoʻnaladi va shimoliy yarimsharda past bosimli soha harakat yoʻnalishidan chap tomonda qoladi.

Asosiy harakatlantiruvchi kuch ($\vec{G}$) qancha katta boʻlsa, yaʼni izobaralar qancha zich boʻlsa, shamol tezligi shuncha katta boʻladi.

Shunday qilib, erkin atmosferada izobaralar oqim chiziqlariga teng kuchli.

Yuqorida koʻrsatilganidek, mutlaq topografiya xaritalaridagi izogipsalar koʻrilayotgan izobarik sirt yaqinida oʻzgaras sathdagi izobaralarga mos tushganligi bilan, mutlaq topografiya xaritalaridagi izogipsalar oqim chiziqlari bilan teng kuchlidir. Demak, mutlaq topografiya xaritalaridagi izogipsalar maydonidan ixtiyoriy nuqtada oqim tezligi va yoʻnalishini aniqlash mumkin.

Shamol tezligini aniqlash geostrofik shamol tezligi formulasi asosida qurilgan gradiyent chizgʻich yordamida oʻtkaziladi:

$$V_g = \frac{5.4}{\sin \varphi} \frac{dP}{dn}. \quad (2.14)$$

Oqimlar yoʻnalishi quyidagicha aniqlanadi: shimoliy yarimsharda shamol izogipsalar boʻylab esadi va geopotensialning kichik qiymatlari harakat yoʻnalishidan chap tomonda qolishi kerak.

2.4. Aerologik diagrammalarni tuzish va ularga ishlov berish

Turli balandliklardagi atmosfera jarayonlarini toʻliq oʻrganish uchun barik topografiya xaritalari yetarli emas, chunki mutlaq topografiya xaritalari asosiy izobarik sirtlar uchun (850, 700, 500, 400, 300, 200, 100 gPa) tuziladi, ular esa bir-biridan bir necha kilometrga uzoqlashgan.

Shu maqsadda aerologik diagrammalar (AD) tuziladi va tahlil qilinadi. Adiabatik diagrammalar aerologik diagrammalar deb ham ataladi. Ular atmosferani zondlash maʼlumotlarini qayta ishlash, atmosferaning stratifikatsiya sharoitlarini aniqlashga va boshqa masalalarni yechishga moʻljallangan.

Bir-biridan asosiy izochiziqlari bilan farq qiluvchi, turli xil AD lar mavjud. Ulardan eng koʻp qoʻllaniladiganlari quyidagilar:

1. Refsdal emagrammasi ($X = T, Y = -RT \ln P$);
2. Shou tefigrammasi ($X = T, y = \varphi$);
3. Refsdal aerogrammasi ($X = \ln T, Y = -RT \ln P$);
4. Rossbigramma ($X = S, Y = \theta$);
5. Shtyuvegramma ($X = T, Y = P^{\frac{AR}{C_p}}$);
6. Layxtman zondogrammasi ($X = \ln T, Y = T\varphi$).

Bunda T — harorat, P — bosim, φ — entropiya, S — solishtirma namlikka yaqin bo'lgan aralashma nisbati, θ — potensial harorat, R — gaz doimiysi, C_p — bosim o'zgarish bo'lganida havoning solishtirma issiqlik sig'imi, A — ishning issiqlik (termik) ekvivalenti.

Butunjahon meteorologik tashkiloti (BJMT) tavsiyasiga muvofiq, MDH da hozirgi kunda AD ning $X = T, Y = P^{0.288}$ koordinatali uchta blanki qo'llaniladi. Ikkita AD blankalari egri chiziqli koordinatalar tizimida chizilib, atmosferaning 1050 dan 100 gPa gacha bo'lgan qatlamida haroratning vertikal bo'yicha o'zgarishini tahlil qilish uchun mo'ljallangan. Bittasida haroratning o'zgarishi 40°C dan -25°C gacha bo'lib, bu aerologik diagramma (ADKT)-yilning iliq davrida ishlatiladi. Ikkinchisida esa haroratning o'zgarishi 10°C dan -55°C gacha va bu AD-yilning sovuq davrida ishlatiladi (ADKX) (2.5-rasm).

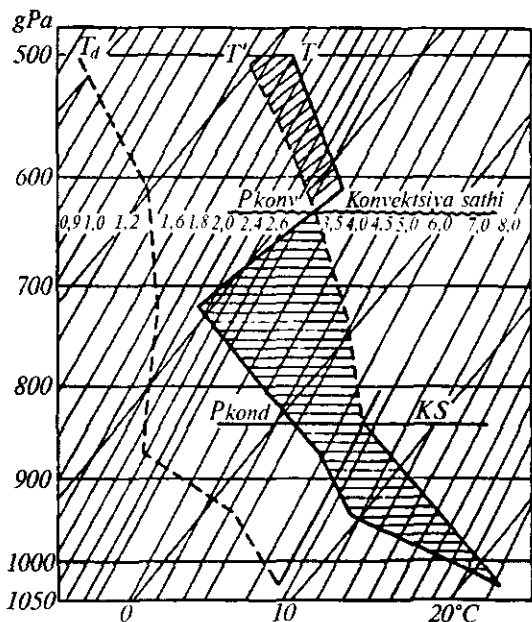
Bu AD blankalarida quyidagi izochiziqlar chizilgan:

- izobaralar — jigar rang gorizontal to'g'ri chiziqlar;
- izotermalar — izobaralarga nisbatan 50° burchak ostida o'ng tomonga og'gan jigar rang to'g'ri chiziqlar;
- izogrammalar (qiymatlari bir xil bo'lgan aralashma nisbati chiziqlari) — o'ng tomonga og'gan yashil rangdagi uzluksiz to'g'ri chiziqlar;
- quruq adiabatlar (potensial haroratning qiymatlari bir xil bo'lgan chiziqlar) — chap tomonga og'gan jigar rang to'g'ri chiziqlar;
- nam adiabatlar (pseudopotensial haroratning qiymatlari bir xil bo'lgan chiziqlar) — yashil uzuq chiziqlar.

Bundan tashqari, AD blankalarida quyidagi o'qlar tushirilgan: haroratga virtual qo'shimcha, asosiy izobarik sirtlar orasidagi masofa, noturg'unlik energiyasi, standart atmosfera balandliklari (CA 64) va standart atmosfera uchun haroratning stratifikatsiya (vertikal bo'yicha o'zgarishi) chizig'i. Bu ikkita asosiy diagrammalar radiozondlash ma'lumotlarining termodinamik tahlilida-yilning istalgan faslida 1050-10 gPa li qatlam tahliliga mo'ljallangan to'g'ri burchakli koordinata tizimida (ADP) tuzilgan AD larga nisbatan aniqroq ko'rsatkichlarga erishish imkoniyatini beradi (2.5-rasm). ADP blankasida harorat diapazoni 40°C dan -80°C gacha.

AD ma'lum punkt uchun radiozondlash ma'lumotlari asosida tuziladi. Bunda AD blankasida quyidagi chiziqlar o'tkaziladi:

- 1) Stratifikatsiya egri chizig'i — balandlik bo'yicha havo harorati o'zgarishining egri chizig'i (qizil rangli qalam bilan o'tkaziladi).
- 2) Depegramma — balandlik bo'yicha shudring nuqtasi harorati o'zgarishining egri chizig'i (uzuq qora chiziqdan iborat).



2.5-rasm. ADP aerologik diagrammasining bir bo'lagi.

3) Holat egri chizig'i — ko'tarilayotgan zarracha harorati o'zgarishini ko'rsatadi. U yer yaqinidagi haroratni xarakterlaydigan nuqtadan boshlanib, quruq adiabata bo'yicha, yer yaqinidagi shudring nuqtasi haroratidan o'tgan izogramma bilan kesishgan joygacha o'tkaziladi. Bu balandlikda kondensatsiya sathi (KS) joylashgan bo'ladi. Kondensatsiya sathidan yuqorida holat egri chizig'i nam adiabata bo'yicha o'tkaziladi. Zaruriyat tug'ilganida avvalgi kuzatish muddatidagi stratifikatsiya chizig'i uzoq qizil chiziqli bilan o'tkaziladi.

Shu yo'l bilan tuzilgan AD ishlanadi yoki tahlil qilinadi.

1) Harorat inversiyasi qatlamlari, ya'ni haroratning balandlik bo'yicha ortgan qatlamlari ajratiladi. Inversiya qatlamining quyi va yuqori chegaralari gorizontall chiziqlar bilan ajratiladi hamda ularning oralig'i sariq rangga bo'yaladi. Harorat inversiyasi qatlamining „chuqurligi“ (quyi va yuqori chegaralardagi haroratlar ayirmasi, $\Delta T = T_2 - T_1$) va „qalinligi“ (qatlamning qalinligi $\Delta h = h_2 - h_1$) aniqlanadi. Hisoblangan kattaliklar ΔT va Δh oddiy qora qalam bilan inversiya qatlamining ichiga yozib qo'yiladi.

2) Tropopauzadan balandroq joylashgan stratosferada harorat inversiyasi qatlami sariq rangga bo'yaladi.

3) Tropopauza jigar rang gorizontall chiziqli bilan ajratiladi. Tropopauzadan yuqorida haroratning vertikal gradiyenti $0,2^\circ/100$ m dan kichik yoki 2 km va undan qalinroq qatlamda manfiy bo'lishi kerak.

4) Rangli qalamlar bilan front qatlamlari ajratiladi (iliq front — qizil, sovuq — ko'k). Bu qatlamlarda haroratning vertikal gradiyenti keskin kamayishi yoki inversion xarakterga ega bo'lishi kerak.

Ba'zida haroratning frontal inversiyasini ko'tarilgan cho'kish inversiyasidan farq qilish qiyin bo'lib qoladi. Bunday hollarda namlikni tahlil qilish yordam beradi. Frontal inversiyasida shudring nuqtasi haroratining defisiti kamayadi (stratifikatsiya egri chizig'i shudring nuqtasi egri chizig'iga yaqinlashadi), cho'kish inversiyalarida, aksincha, defisit ortadi (egri chiziqlar o'zaro uzoqlashadi).

5) Bulutlarning quyi va yuqori chegaralari to'liqsimon ko'k chiziqlar bilan ajratiladi. Bulut qiymatlari siyrak og'ma chiziqlar bilan chiziladi va bulutlarning qisqartirilgan nomlari qo'yiladi (Ns, As, Sc, Cb va h.k.). Bulut qatlamlari chegaralarida shudring nuqtasi haroratining defisiti keskin o'zgaradi, lekin ba'zida chegaralarni qat'iy aniqlashning imkoni bo'lmaydi. Bunday hollarda yer yaqini ob-havo xaritalaridan yoki boshqa qo'shimcha ma'lumotlardan foydalanish kerak.

6) Agar bulutlardan yog'inlarning yoqqani ma'lum bo'lsa, ular AD va bulutlarning quyi chegarasidan chiqqan vertikal yashil chiziqlar bilan belgilanadi.

7) Atmosferaning turg'unligi — muhim xarakteristikalaridan biri hisoblanadi. U stratifikatsiya va holat egri chiziqlarini o'zaro taqqoslash yo'li bilan aniqlanadi. Stratifikatsiya egri chizig'i holat egri chizig'iga nisbatan o'ng tomonga og'gan bo'lsa, atmosfera qatlami turg'un deb hisoblanadi va egri chiziqlar orasidagi yuza ko'k rangga bo'yaladi. Stratifikatsiya egri chizig'i holat egri chizig'iga nisbatan chap tomonga og'gan bo'lsa, qatlam noturg'un stratifikatsiyalangan bo'ladi va qizil rangga bo'yaladi.

8) Noturg'un stratifikatsiyalangan atmosfera qatlamining yuqori chegarasi, ya'ni stratifikatsiya va holat egri chiziqlari kesishgan joy, konveksiya sathi deyiladi. Konveksiya sathi to'liqsimon qizil chiziq va uning ustiga „konveksiya sathi“ so'zni yozish bilan belgilanadi.

9) AD larda kondensatsiya sathi ko'k gorizontal chiziq bilan belgilanadi va yoniga „KS“ harflari yoziladi.

Aerologik diagramma yordamida, quyidagi bir qator amaliy masalalar yechilishi mumkin:

1. Ixtiyoriy balandlikda aralashma nisbati (q) yoki solishtirma namlik (S) kattaliklarini aniqlash. Bu kattaliklar P_z izobara va shudring nuqtasi harorati egri chiziqlari o'zaro kesishgan nuqtadan o'tuvchi izogrammadan topiladi.

2. Ushbu sathda berilgan haroratda solishtirma namlikning maksimal qiymati (q_{maks}) stratifikatsiya egri chizig'i va P izobarasi o'zaro kesishgan nuqtadan o'tgan izogrammadan topiladi.

3. P_z sathdagi nisbiy namlik quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$f = - \frac{q}{q_{\max}} \cdot 100\%$$

yoki P_z sathdagi T va T_d kattaliklarni topib, psixrometrik jadval yordamida f ning qiymati aniqlanadi.

4. Potensial haroratni (θ) bevosita A nuqtadan $\theta = \text{const}$ izochiziqlar o'tgan quruq adiabatlar orasidan interpolatsiya yo'li bilan aniqlash mumkin.

Shuningdek, A nuqtadan quruq adiabata bo'ylab 1000 gPa izobaragacha ko'chib, shu yerda harorat o'qida θ ni aniqlash mumkin.

5. Aerologik diagrammalar yordamida asosiy izobarik sirtlarning balandliklari, ularning orasidagi masofa va asosiy izobarik sirtlar orasidagi havoning o'rtacha haroratini ham hisoblash mumkin.

2.5. Atmosferaning vertikal qirqimini tuzish va tahlil qilish

Samolyotlarning uchishiga meteorologik xizmat ko'rsatish va ilmiy tadqiqot ishlarida atmosferaning holatini o'rganishi vositalaridan biri — atmosferaning vertikal qirqimlari keng qo'llaniladi.

Atmosferaning vertikal qirqimlari ikki turga bo'linadi: fazo va vaqt bo'yicha qirqimlar.

Atmosferaning fazoviy vertikal qirqimi deb, ma'lum vaqtda xOz tekisligidagi atmosferaning xususiyatlarini xarakterlovchi grafikka aytiladi. Bu yerda x o'qining yo'nalishi ixtiyoriy bo'lishi mumkin. Havo yo'li (trassa) bo'yicha ob-havoni oldindan aytib berishning grafik yordamida tasvirlanishi fazoviy qirqimlarning bir turidir.

Vaqtga bog'liq bo'lgan yoki seriyali qirqimlar deb, ma'lum bir punkt ustidagi turli balandliklarda ketma-ket vaqt oraliqlaridagi atmosfera xususiyatlarini xarakterlovchi grafikka aytiladi. Termoizopletalar (haroratning turli balandliklardagi vaqt bo'yicha o'zgarishi) grafigi vaqt bo'yicha qirqimlarning bir turidir.

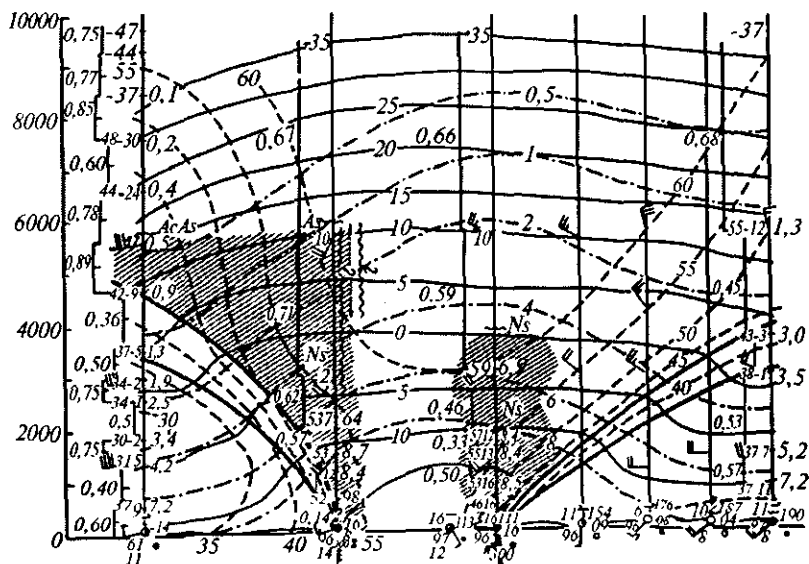
Vertikal qirqimlar ko‘pincha ilmiy-tadqiqot maqsadlarida atmosfera frontlari, siklonlar, antisiklonlar, tez havo oqimlari va boshqalarni o‘rganish uchun tuziladi.

2.5.1. Fazoviy qirqimlar

Qirqimlarning yo‘nalishi ko‘rilayotgan vazifaga qarab (ko‘proq, front chizig‘iga perpendikular holda) tanlanadi, aviatsiyaga meteorologik xizmat ko‘rsatishda esa aviatrassa bo‘ylab yo‘naladi.

Maxsus blankda yoki millimetrlangan qog‘ozda x o‘qi bo‘ylab oraliq masofa 1 sm:50 km, z o‘qi bo‘ylab balandlik 1 sm:0,5 km masshtabda belgilanib, gorizont tomonlari ko‘rsatiladi, (chapda — g‘arb (G'), o‘ngda-sharq (Sha), shuningdek, shimol (Sh) va janub (J), janubiy-g‘arb (JG'), shimoliy-sharq ($ShSha$) va h.k.) (2.6-rasm).

Yo‘nalish tanlangandan so‘ng qirqimning boshlang‘ich va oxirgi punktlari (N va K) aniqlanadi hamda ular har bir mutlaq topografiya xaritasida aniqlanib, bir-biri bilan tutashtiriladi (NK bo‘lagi). Bo‘lak o‘tkazilayotganida radiozondlash punktlarining



2.6-rasm. 1951-yil 15-sentyabr 06 soatdagi atmosferaning fazoviy qirqimi.

joylashishini hisobga olgan holda tanlangan yo'nalishdan biroz chetlanishga ruxsat beriladi (radiozondlash punktlari to'g'ri chiziqdan ± 100 km dan uzoq bo'lmagan masofada bo'lishi kerak, radiozondlash tarmog'i siyrak bo'lsa, ± 300 km dan oshmasligi kerak). Qirqim tuzilayotganida har bir radiozondlash punkti *NK* bo'lakka proyeksiyalanadi (perpendikular ko'tariladi) va xaritaning masshtabi hisobga olingan holda boshlang'ich punktdan (*N*) qolgan radiozondlash punktlarining proyeksiyasigacha masofa aniqlanadi. Aniqlangan masofalar x o'qi bo'ylab *N* punktidan boshlab (koordinatalar boshi) vertikal qirqimga tushuriladi. Har bir radiozondlash punktida perpendikular o'tkaziladi (vertikal chiziq) va uning atrofida turli balandliklardagi radiozondlash ma'lumotlari yozib boriladi. Ushbu chiziqning o'ng tomonida geopotensial (gp.m. da) yoki bosim (gPa da), chapda — harorat ($^{\circ}\text{C}$ da) qo'yiladi. Shamol esa oddiy usul bilan, yer yaqini yoki mutlaq topografiya xaritalaridagi kabi belgilanadi. Qirqim chizig'i bo'ylab, ya'ni x o'qi bo'yicha, mahalliy relefni xarakterlaydigan chiziq o'tkaziladi. x o'qining ostiga qirqim chizig'i bo'ylab joylashgan meteostansiyalardagi ma'lumotlar yoziladi.

Agar atmosferaning vertikal qirqimi aviatrassa bo'ylab qurilsa, u holda reys bajarayotgan samolyotlardan olingan ob-havo ma'lumotlari ham vertikal qirqimga kiritiladi.

Vertikal qirqimlarga ishlov berishda quyidagi amallar bajariladi:

1) Qora qalam bilan har 10°C da, tropopauza yaqinida har 5°C da, izotermalar o'tkaziladi;

2) Yashil qalam bilan har 40 km/soat (yoki har 10 m/s) oraliqda izotaxalar (shamolning tezligi bir xil bo'lgan chiziqlar) o'tkaziladi. Shamol tezligi eng katta bo'lgan joyda uning maksimal qiymati yoziladi;

3) Jigar rang qalam bilan stratosferadagi inversiya, izotermiya yoki haroratning kichik gradiyentlari ($0,2^{\circ}/100$ m dan kam) qatlamlarining quyi chegarasi bo'ylab tropopauza chizig'i o'tkaziladi;

4) Front turiga qarab rangli qalamlar bilan frontal qatlamning quyi va yuqori chegaralari belgilanadi. Frontning gorizontga nisbatan 45° og'ishi $\text{tg}\alpha=0,01$ ga to'g'ri keladi, ya'ni frontal sirtning gorizontga og'ishi $\alpha=0^{\circ}34''$ teng bo'ladi ($0,5^{\circ}$ dan biroz katta);

5) Sariq qalam bilan harorat inversiyasi qatlamining quyi va yuqori chegaralari belgilanadi;

6) Bulutlar qatlamlari ko'k chiziqlar bilan chegaralanib, ko'k rangga bo'yaladi;

7) Yog'in zonolari vertikal yashil chiziqlar bilan belgilanadi;

8) Tumanlar zonasi sariq rangga bo'yaladi;

9) Samolyotlarni muz qoplashi qatlami qizil rangli ψ belgi bilan ajratiladi, bu belgidan yuqoriga va pastga strelkalar chiqarilib, qatlam qalinligi ko'rsatiladi;

10) Xuddi shunga o'xshash silkinish qatlami Λ belgi bilan belgilanadi.

Agar ko'rilayotgan yoki boshqa qatlamda haroratning o'rtacha vertikal gradiyenti (γ) hisoblansa, u stansiyaning vertikal chizig'idan, gradiyent qiymatiga proporsional bo'lgan (1 sm da $0,5^\circ/100$ m) masofada qatlam bo'ylab vertikal qora chiziq bilan chiziladi. Bunda γ ning musbat qiymatlari vertikal chiziqning chap tomonida, manfiy qiymatlari (harorat inversiyalarida) — o'ng tomonida joylashtiriladi. Ketma-ket kelgan qatlamlardagi γ ning vertikal chiziqlari gorizontaal chiziqlar bilan tutashtiriladi. Natijada γ ning balandlikka bog'liq o'zgarishini xarakterlovchi umumiy chiziq hosil bo'ladi.

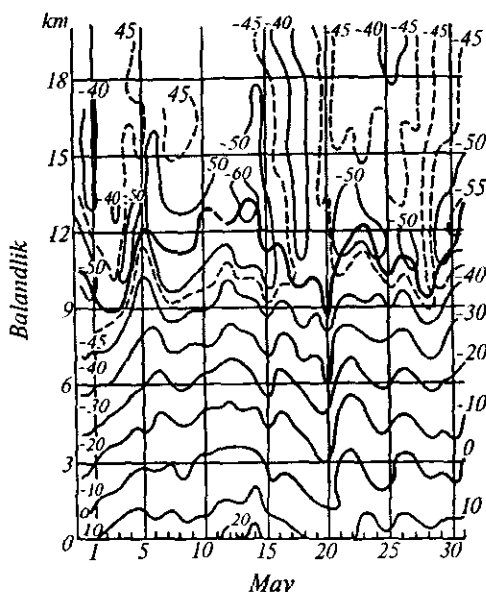
2.5.2 Vaqt bo'yicha qirqimlar

Millimetrlangan qog'ozda gorizontaal o'q bo'yicha 1 sm da 3 soat olingan masshtabda har bir zondlash muddatiga mos keluvchi vertikal o'tkaziladi. Vertikal bo'ylab kuzatish natijalari xuddi vertikal fazoviy qirqimlardagidek yozib chiqiladi.

Vaqt bo'yicha vertikal qirqimlarga ishlov berish xuddi fazoviy qirqimlarning ishlashiga o'xshab olib boriladi.

Turli vaqt uchun chizilgan izotermalar termoizopletalar deyiladi (2.7-rasm).

Termoizopletalar har 5° dan qora rangli qalam bilan chiziladi va yozib qo'yiladi. Berilgan punktda ko'rilayotgan sathda vaqt o'tishi bilan termoizopletalarning pasayishi haroratining pasayishiga, ko'tarilishi haroratning ortishiga mos keladi. Vaqt bo'yicha vertikal



2.7-rasm. Termoizopletalar grafiği.

qirqimlarda shudring nuqtasi haroratining bir xil qiymatlarini birlashtiruvchi chiziqlar ham o'tkaziladi. Bu chiziqlar 850 gPa sirt yaqinida 2°, 4° va 8°C uchun, 700 gPa sirt yaqinida 2°, 5°C va 500 gPa sirt yaqinida 2°, 7° va 15°C qiymatlar uchun o'tkaziladi. Zarur bo'lgan sharoitda shudring nuqtasi haroratlarining izochiziqlari har 10°C dan chiziladi.

Ko'pincha izotaxalar yashil qalam bilan har 10 m/s da o'tkaziladi.

Nazorat savollari

1. Yer yaqini ob-havo xaritalarining birlamchi ishlovi nimalardan iborat?
2. Barik topografiya xaritalariga qanday meteorologik kattaliklar va qanday tartibda tushuriladi?
3. Barik topografiya xaritalarining fizik ma'nosi nimada?
4. Aerologik diagrammalar nima va ular qanday maqsadda tuziladi?

III BOB. ASOSIY SINOPTIK OBYEKTLAR. HAVO MASSALARI

Biror hudud yoki punktdagi keyingi sutka davomida kuzatilishi kutilayotgan ob-havoni oldindan aytib berish uchun qit'a yoki okean o'lchamlariga taqqoslasa bo'ladigan yirik hudud ustidagi atmosfera holatini o'rganish lozim. Shuning uchun sinoptik xaritalar (yer yaqini va balandlikdagi) yordamida atmosferada bir qator sinoptik obyektlar ajratiladi, ular o'z navbatida, o'rganilayotgan yirik hududlardagi atmosfera holatini tasavvur qilishga imkoniyat yaratadi.

Sinoptik obyektlarga quyidagilar kiradi:

- havo massalari;
- atmosfera frontlari;
- planetar yuqori frontal zonalar va tez havo oqimlari;
- barik tizimlar (siklonlar va antisiklonlar).

Ob-havoning ahamiyatga ega bo'lgan o'zgarishlari sinoptik obyektlarning vujudga kelishi, rivojlanishi va ko'chishiga bog'liq.

3.1. Ta'riflar. Havo massalarining shakllanishi sharoitlari

Troposferada havo gorizontal bo'yicha bir jinsli emas. U nisbatan birjinsli mustaqil massalardan iborat bo'ladi. Har bir havo massasining ichida harorat, namlik va chang miqdori kabi atmosferaning asosiy kattaliklari gorizontal bo'yicha juda kam o'zgaradi, ya'ni bu meteorologik kattaliklarning gorizontal gradiyentlari juda kichik, ularning balandlik bo'yicha taqsimlanishi esa tegishli havo massasi uchun xarakterli ma'lum bir qonuniyatga ega.

Havo massalarining gorizontal o'lchami minglab kilometrlarda, vertikal o'lchami esa bir necha kilometrlarda o'lchanadi.

Ayrim hollarda havo massalari yer yuzidan tropopauzagacha yoyiladi, ba'zida bir-biriga ustma-ust (odatda, iliq havo massasi sovuq havo massasining ustida) joylashadi.

Qo'shni havo massalari orasidagi o'tish zonasi yetarlicha keng (200—500 km) yoki tor (30—100 km) bo'lishi mumkin — ular

atmosfera frontlari deyiladi. Bunday o'tish zonasida meteorologik kattaliklarning keskin o'zgarishlari kuzatiladi.

Shunday qilib, atmosferada o'z xossalari bilan bir-biridan keskin farq qiluvchi havo massalarining yonma-yon joylanishini ko'plab uchratish mumkin.

Katta hududda nisbatan birjinsli havo massasining shakllanish sharoitlarini ko'rib chiqaylik.

Bir jinsli havo massasi shakllanishining birinchi zaruriy sharti quyosh radiatsiyasining kelishi, aniqrog'i, quyosh nurlarning tushish burchagi, ya'ni joyning geografik kengligi bilan bog'liq. Quyosh radiatsiyasi yuqori kengliklarda quyi kengliklardagiga nisbatan ancha kam miqdorda yetib keladi va shunga mos ravishda turli kengliklarda yer sirti turlicha isiydi. Shuning uchun birjinsli havo massalari kengliklarning kichik diapozonida (20° — 25°) vujudga keladi. Birinchi zaruriy shartga muvofiq havo massalari kengliklar doiralari bo'ylab cho'zilgan bo'ladi (havo massalarining kenglik doiralari bo'yicha gorizonttal o'lchamlari meridian bo'yicha o'lchamlaridan katta bo'ladi). Meridian bo'ylab havo harorati katta o'zgarishlarga ega bo'lganligi uchun, qutbdan ekvatorga qadar to'rt turdagi — *arktik, mo'tadil, tropik va ekvatorial havo massalarini uchratish* mumkin.

Bir jinsli havo massasi shakllanishining ikkinchi zaruriy sharti — bu birjinsli yer sirtining mavjudligidir, ya'ni birjinsli havo massalari birjinsli yer sirti ustidagina vujudga keladi. Troposfera havosi issiqlikning asosiy qismini, namlikning esa barchasini yer sirtidan oladi. Shuning uchun, havo massalarining xossalari uning ostidagi yer sirti xarakteri bilan chambarchas bog'liq. Avvalo, yer sirti (quruqlik) va suv sirtini ajratish kerak. Masalan, qishda o'rta kengliklarda okean va dengizlar ustida sovuq va nam, quruqlik ustida esa sovuq va nisbatan quruqroq havo massalari vujudga keladi. Yozda esa aksincha, okeanlar ustida sovuq hamda nam, quruqliklar ustida iliq va nisbatan quruq havo massalari shakllanadi. Shuning uchun havo massalarining qayerda shakllanganligiga ko'ra ular dengiz va kontinental havo massalariga bo'linadi.

Quruqlik yuzasi ham bir jinsli emas, uning albedosi 15% dan (qora tuproq) 80% gacha (yangi yoqqan qor) o'zgarishi mumkin.

Shuning uchun suv sirti ustida (quruqlik ustidagiga nisbatan) bir jinsliroq havo massalari vujudga keladi.

Nihoyat, *havo massalari vujudga kelishining uchinchi zaruriy sharti* ma'lum geografik hudud ustidagi havo sirkulatsiyasi xarakteri va uning ko'chish tezligi bilan bog'liq.

Ma'lumki, havo massalari shakllangan hududlarda, ya'ni atmosfera sirkulatsiyasi turg'un sharoitlar bilan xarakterlanadigan geografik joyda, bir vaqtning o'zida turli xil havo massalari yuzaga kelishi mumkin.

Atmosfera sirkulatsiyasi sharoitlari o'zgarishi bilan havo massalari shakllangan hududdan boshqa qo'shni hududlarga ko'chadi. Ko'chish jarayonida u xossalari butunlay boshqa bo'lgan havo massalari bilan to'qnashadi va o'zaro ta'sirda bo'ladi.

Ko'chish davomida o'zgargan radiatsiya balansi sharoitlari ta'sirida va to'shalgan sirt bilan ta'sirlanishi natijasida havo massalarining xossalari uzluksiz o'zgarib boradi. Bu evolutsion jarayon havo massalarining transformatsiyasi deyiladi va u yangi hududda muvozanatga erishguncha, ya'ni havo massasi shakllanguncha davom etadi. Bir jinsli havo massalari shakllanishining biz ko'rib chiqqan shartlari real vaziyatni to'liq tasvirlab bera olmaydi. Real atmosferada havo massalarining shakllanishi murakkab termodinamik jarayon bo'lib, u faqat yuqorida ko'rilgan omillarga emas, balki boshqa turli omillarga ham bog'liq.

Sinoptik tahlilning vazifasi havo massalari rivojlanishining barcha bosqichlaridagi fizikaviy xossalarini o'rganish hamda havo massalarining ko'chishi, evolutsiyasi va o'zaro ta'sirlari natijasida ob-havoning kelajakdagi o'zgarishlarini aniqlashdan iboratdir.

3.2. Havo massalarining termodinamik tasnifi

Havo massalarining ikki xil — *termodinamik va geografik tasniflari* mavjud.

Termodinamik tasniflash asosida havo massalarning termodinamik xossalari yotadi. Bu tasnif bo'yicha havo massalari *iliq, sovuq* va *neytral (mahalliy)* turlarga bo'linadi.

Havo massalarning har bir turi o'z navbatida turg'un, noturg'un va befarq holatdagi havo massalariga bo'linadi.

Agar havo massasining harorati kundan-kunga pasayib borsa, biroq uning o'rtacha sutkalik harorati muvozanat haroratidan doimo yuqori bo'lsa, bunday havo *iliq havo massasi* deb ataladi.

Agar havo massasining harorati kundan-kunga ko'tarilib borsa, biroq uning o'rtacha sutkalik harorati muvozanat haroratidan past bo'lsa, bunday havo sovuq havo massasi deb ataladi.

Agar havo massasining harorati deyarli o'zgarmasa va uning o'rtacha sutkalik harorati muvozanat haroratiga teng yoki unga juda yaqin bo'lsa, bu havo neytral (mahalliy) havo massasi deb ataladi.

Muvozanat harorati bu ko'p-yillik o'rtacha harorat bo'lib, u ma'lum bir hudud yoki punktdagi ma'lum-yil fasli uchun xarakterlidir.

Amalda, sinoptik meteorologiyada havo massalarining iliq va sovuq turlarga ajratilishi ularni bir-biriga nisbatan taqqoslashga asoslangan. Qo'shni havo massasiga nisbatan iliqroq xavo massasi „iliq“ havo massasi, sovuqrog'i esa — „sovuq“ havo massasi deb ataladi. Bundan tashqari, havo massalarining geografik joylanishini ham hisobga olish lozim. Masalan, qish oylarida O'rta Osiyo ustidagi harorati 10°C ga teng bo'lgan havo massasi „sovuq“ havo massasi deb hisoblanadi. Lekin bu havo massasi Qozog'iston va G'arbiy Sibir ustidagi havo massalariga nisbatan iliq bo'ladi.

Havo massalarining muhim termodinamik xossalaridan biri bo'lgan *turg'unligini* aniqlash ancha qiyin. Agar havo massasining zarrachasi tashqi kuchlar ta'sirida muvozanat holatidan chiqarilib, tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng o'zining boshlang'ich holatiga qaytib kelsa, bunday havo massasi atmosferaning ko'rilayotgan qatlamida *turg'un havo massasi* deb hisoblanadi.

Agar havo massasining zarrachasi tashqi kuchlar ta'sirida muvozanatdan chiqarilib, tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng ham zarracha o'z ko'chish yo'nalishini o'zgartirmay harakatni davom ettirsa, bunday havo massasi *noturg'un havo massasi* deyiladi.

Agar havo massasining zarrachasi tashqi kuchlar ta'sirida muvozanatdan chiqarilib, tashqi kuchlar ta'siri to'xtatilgandan so'ng ko'chib o'tgan joyida qolsa, u *befarq havo massasi* deyiladi.

Havo massalarining turg'unligini bu usul bilan aniqlash atmosferada yuz beradigan fizikaviy jarayonlarni aks ettirsada, amalda undan foydalanish noqulay. Shuning uchun atmosferaning turg'unligi amalda aerologik diagramma yordamida *stratifikatsiya chizig'i* (qizil chiziq) va holat chiziqlarini (uzluksiz qora chiziq) taqqoslash orqali aniqlanadi.

Agar ko'rilayotgan atmosfera qatlamida stratifikatsiya chizig'i holat chizig'iga nisbatan chap tomonda joylashgan bo'lsa, u holda atmosferaning bu qatlami *noturg'un stratifikatsiyalangan*, o'ng tomonda joylashgan bo'lsa — turg'un stratifikatsiyalangan deb ataladi.

Agar stratifikatsiya va holat chiziqlari o'zaro parallel bo'lsa, u holda bu qatlam befarq stratifikatsiyalangan bo'ladi.

Real atmosferada vertikal bo'yicha harakatlarda suv bug'iga to'yinmagan havo zarrachalari bilan birga suv bug'iga to'yingan havo zarrachalari ham ishtirok etadi. Shu sababli haroratning turli vertikal taqsimotlari uchun nam (suv bug'iga to'yingan) va quruq (suv bug'iga to'yinmagan) havo uchun atmosferaning turg'unlik darajasi turlicha bo'ladi.

Agar atmosferaning ko'rilayotgan qatlamida quruq yoki nam to'yinmagan havo uchun holat chizig'i haroratning quruq adiabatik vertikal gradiyenti (γ_a), nam to'yingan havo uchun — haroratning nam adiabatik vertikal gradiyenti (γ_{na}), stratifikatsiya chizig'i uchastkasi uchun — haroratning haqiqiy vertikal gradiyenti (γ) orqali ifodalansa, u holda stratifikatsiya va holat chiziqlarining o'zaro joylashishi 5 xil ko'rinishda bo'lishi mumkin. Demak, real atmosferada turg'unlikning 5 ta variantini uchratish mumkin:

1) Quruq va nam noturg'un stratifikatsiyalangan atmosfera qatlami ($\gamma > \gamma_a > \gamma_{na}$) — aerologik diagrammada stratifikatsiya chizig'i quruq adiabata chizig'iga nisbatan chap tomonda joylashgan bo'ladi (*mutlaq noturg'unlik*);

2) Quruq befarq, nam noturg'un stratifikatsiyalangan atmosfera qatlami ($\gamma_a = \gamma > \gamma_{na}$) — stratifikatsiya chizig'i quruq adiabata chizig'iga parallel, nam adiabata chizig'iga nisbatan chap tomonda joylashgan bo'ladi;

3) Quruq turg'un, nam noturg'un stratifikatsiyalangan atmosfera qatlami ($\gamma_a > \gamma > \gamma_{na}$) — stratifikatsiya chizig'i quruq va nam adiabata chiziqlari orasida joylashgan bo'ladi;

4) Quruq turg'un, nam befarq stratifikatsiyalangan atmosfera qatlami ($\gamma_a > \gamma = \gamma_{na}$) — stratifikatsiya chizig'i nam adiabata chizig'iga parallel, quruq adiabata chizig'iga nisbatan o'ng tomonda joylashgan bo'ladi;

5) Quruq va nam turg'un stratifikatsiyalangan atmosfera qatlami ($\gamma < \gamma_{na} < \gamma_a$) — stratifikatsiya chizig'i quruq va nam adiabata chiziqlariga nisbatan o'ng tomonda joylashgan bo'ladi (*mutlaq turg'unlik*).

Yuqorida ko'rsatilgan atmosfera turg'unligining 5 xil varianti quyida ko'rsatilgan (3.1- rasm).

Atmosferaning turg'unligini aniqlash bulut, tuman, momaqaldiroq va yog'ingarchilikni tahlil qilishda va oldindan aytib berishda muhim ahamiyat kasb etadi. Noturg'un stratifikatsiyalangan atmosfera qatlamida vertikal rivojlanish bulutlari (Cu va Cb), momaqaldiroq hamda jala yomg'irlar kuzatilishi mumkin. Turg'un stratifikatsiyalangan atmosfera qatlamida esa, aksincha, bunday bulutlar rivojlanmaydi, qishda tumanlar va inversiya osti havo massalar ichidagi St hamda Sc turidagi bulutlar kuzatiladi va ulardan shivalama yomg'irlar yog'adi. Yilning iliq qismida, odatda, bulutsiz, gorizontall ko'rinuvchanlik yomonlashgan ob-havo kuzatiladi. Shuning uchun yer sirti yaqini xaritalaridagi bulutlar, yog'inlar



3.1-rasm. Real atmosferada haroratning vertikal bo'yicha o'zgarish variantlari.

va ob-havo hodisalaridan atmosferaning turg'unligi to'g'risida fikr yuritish mumkin.

Qishda mo'tadil kengliklarda yer sirti yaqinida shunday kuchli harorat inversiyasi qatlamlari rivojlanadiki, ular hatto kunduzi ham yo'qolmaydi. Odatda, bu holatlarda MT_{850} dagi havo harorati yer sirtidagi haroratdan past bo'lmaydi. Bu esa atmosfera qatlamining turg'un stratifikatsiyalanganidan dalolat beradi.

3.3. Havo massalarining geografik tasnifi.

Havo massalari turlarining shakllanish o'choqlari

Havo massalarini geografik tasniflashning asosida ular shakllanadigan geografik hududlar yotadi. Bu tasnif bo'yicha havo massalari to'rt turga bo'linadi:

- 1) arktik havo (AH);
- 2) mo'tadil kengliklar havosi (MH);
- 3) tropik kengliklar havosi (TH);
- 4) ekvatorial havo (EH).

O'z navbatida havo massalarining dastlabki uch turi ular shakllangan to'shalgan sirtning xarakteriga bog'liq holda quruqlik (q) va dengiz (d) havo massalariga bo'linadi (dAH, qAH, dMH, dTH, qTH). Ekvatorial havo o'z xossalariga ko'ra dengiz ustida vujudga kelgan tropik havoga yaqin, shuning uchun u dengiz va quruqlik havo massalariga ajratilmaydi.

3.2- va 3.3-rasmlarda havo massalari turlarining shakllanish o'choqlari tasvirlangan.

Arktik havo qishda Norvegiya dengizi va Barens dengizining muzlamaydigan qismidan tashqari Qutb doirasining ichkarisida, yozda esa asosan Arktika muzlarining ustida vujudga keladi.

Arktik havoning mo'tadil kengliklarga kirib kelishi asosan siklonlardagi sovuq frontlar orqasida va antisiklonlar rivojlanishida frontlar orqasida ro'y beradi.

Antisiklonlarning shimoliy-g'arbdan janubiy sharqqa yo'nalgan va shimoliy sharqdan janubiy g'arbgga yo'nalgan yoki B.P.Mul-tanovskiy bo'yicha normal qutbiy o'qli va ultraqutbiy o'qli trayektoriyalari ajratiladi.



3.2-rasm. Qishda havo massalari turlarining shakllanish o'choqlari:

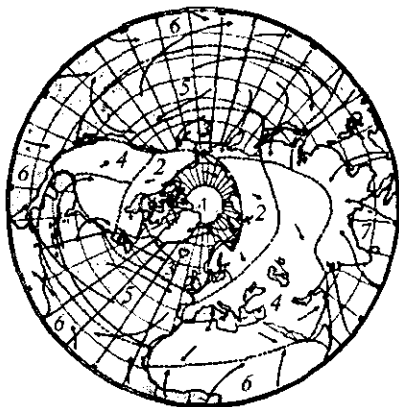
1— arktik havo; 2— quruqlik mo'tadil kenglik havosi; 3— dengiz mo'tadil kengliklar havosi; 4 va 5— o'tish zonasi havosi; 6—quruqlik tropik kengliklar havosi; 7— dengiz tropik kengliklar havosi; 8— ekvatorial havo; 9— musson havosi.

G'arbiy Evropaga dengiz Arktik havosi xarakterli. Osiyo va Shimoliy Amerikaga quruqlik arktik havosi xarakterli, chunki bu qit'alarga arktik havosi qor yoki muz bilan qoplangan sirtlar ustidan o'tib keladi. Janubda arktik havo Alp, Kavkaz va O'rta Osiyogacha yetib kelishi mumkin.

Quruqlik mo'tadil havosi mo'tadil kengliklardagi qit'alarining markaziy va sharqiy qismlarida vujudga keladi, qishda bu hudud 30° va 50° shimoliy kengliklar orasida, yozda esa 50° va 70° shimoliy kengliklar orasida joylashgan bo'ladi.

Dengiz mo'tadil havosi okeanlar ustida vujudga keladi. Dengiz mo'tadil havosining xarakteristikallari ular shakllangan okeandagi o'choqlarning kengliklar zonasiga va siklonlar trayektoriyasiga bog'liq bo'lib, ba'zi hollarda dengiz arktik havosining xususiyatlariga, ba'zi hollarda esa dengiz tropik havosining xususiyatlariga yaqin bo'ladi.

Quruqlik tropik havosi yozda qit'alar ustida 15° dan 50° shimoliy kengliklar zonasida, qishda esa Afrikaning shimoliy qismi ustida vujudga keladi.



3.3-rasm. Qishda havo massalari turlarining shakllanish o'choqlari:

1— arktik havo; 2— quruqlik mo'tadil kenglik havosi; 3— dengiz mo'tadil kengliklar havosi; 4—quruqlik tropik kengliklar havosi; 5— dengiz tropik kengliklar havosi; 6— ekvatorial havo; 7— musson havosi.

Yevropaga kirib keladigan *dengiz tropik havosining* asosiy shakllanish o'chog'i qishda O'rtayer dengizi basseyni bo'lsa, yozda Atlantika okeanining subtropik kengliklaridir. Umuman, dengiz tropik havosi ekvatorga yaqin sohalarni o'z ichiga oluvchi okeanlarning tropik qismlarida vujudga keladi. Lekin, ekvatorga yaqin sohalarda shakllangan havo yer sirti yaqinida mo'tadil kengliklargacha yetib kelmaydi.

Shuningdek, quyi kengliklar ustida shakllanadigan, o'z xususiyatlariga ko'ra yozda dengiz tropik havosiga, qishda quruqlik tropik havosiga yaqin bo'lgan mavsumiy *musson havosi* ajralib chiqadi. Yozda musson havosi okeandan qit'aga qarab yo'naladi, shuning uchun uning tarkibida suv bug'i juda ko'p bo'ladi, bu esa momaqaldiroqlar va kuchli jala yomg'irlariga olib keladi. Qishda musson havosi nisbatan iliq va quruq bo'lib, quruqlikdan okeanga yo'nalgan bo'ladi. Mo'tadil kengliklar ustida (masalan, Uzoq Sharqda) musson havosi qishda quruqlik mo'tadil havosi, yozda esa dengiz mo'tadil havosi bo'ladi. Yaqin atrofda joylashgan dengizlarning past haroratlari ta'sirida bu yerda yozgi musson nisbatan sovuq bo'ladi.

3.1-jadvalda Rossiya Yevropa qismining markaziy hududi havo massalari asosiy turlarining xarakteristikallari ko'rsatilgan. Tabiiyki, boshqa hududlar uchun harorat xarakteristikallari boshqacha bo'ladi, lekin turli havo massalari o'rtasidagi haroratning o'zaro nisbati saqlanib qoladi.

3.1-jadval

**Rossiya Yevropa qismining markaziy hududi havo massalari
asosiy turlarining xarakteristikallari**

Xarakteristika	Havo massasi					
	qAH	dAH	qMH	dMH	qTH	dTH
Vertikal balandligi (km)	1—3	2—5	Odatda tropopauzgacha			
Yer sirti yaqinida o'rtacha harorat (°C): Yanvar	—20	+10	8	1	Xarakt. emas	+3
Iyul	+8	+10	+20	+15	+25	Xarakt. emas
Gorizontal ko'rinuvchanlik (km)	20—50	50	4—10	10—20	2 6	2 6
Xarakterli kondensatlanish tizimlari: Qish	Bulutsiz	Sc	Bulutsiz	Cb, Sc	—	St
Yoz	Cu	Cb	Bulutsiz, Cu	Cb	Bulutsiz,	Xarakt. emas

Havo massalari atmosfera havosining uchta parametri — harorat, namlik va chang bilan xarakterlanganda shuni ko'rish mumkinki, eng past haroratlar qishda quruqlik arktik havosi va quruqlik mo'tadil havosida, yozda esa quruqlik arktik havosida, eng yuqori haroratlar quruqlik tropik havosida kuzatiladi. Dengiz tropik havosi eng katta namlikka ega, namlikning eng kichik qiymatlari quruqlik arktik havosi va quruqlik tropik havosida kuzatiladi. Eng chang havo massasi — quruqlik tropik havosidir, eng tiniq havo massasi dengiz arktik havosidir.

3.4. Iliq havo massalarining xarakteristikalari

Yuqorida ta'kidlab o'tganimizdek, agar ko'rilayotgan hudud-da havo massasining harorati kundan kunga pasayib, uning o'rtacha sutkalik harorati muvozanat haroratidan yuqori saqlanib qolsa, havo massasi iliq bunday massasi deyiladi. Iliq havo massasi ko'p hollarda turg'un holatda bo'ladi.

Iliq turg'un havo massasi, odatda, qit'alar ustida-yilning sovuq yarmida kuzatiladi. Bu havo massasi nisbatan iliq okeanlar ustida uzoq muddat harakatlanib, qit'alarga yetib keladi (dengiz tropik havosi yoki dengiz mo'tadil havosi). Okean va dengizlar ustida bunday havo massasi-yilning iliq yarmida, ya'ni iliq havo (quruqlik tropik havosi yoki quruqlik mo'tadil havosi) qit'adan nisbatan sovuq suv sirti ustiga kelganida kuzatiladi.

Iliq turg'un havo massasining ko'rilayotgan hududga kirib kelishining sinoptik (sirkulatsion) sharoitlari turlicha bo'lishi mumkin. Iliq turg'un havo massasi siklonlarning iliq sektorlariga va ularga qo'shni bo'lgan antisiklonlarning shimoliy qismlariga xarakterlidir.

Iliq turg'un havo massasiga xos ob-havo: butunlay qatlamdor (St) yoki qatlamdor to'p-to'p (Sc) bulutdorlik, ba'zan shivalama yog'inlar yog'adi yoki advektiv tumanlar paydo bo'ladi. Yozda iliq turg'un havo massasi quruqlik ustida, ya'ni quruqlik tropik havosi mo'tadil kengliklardagi quruqlikka kirib kelganda ham kuzatiladi. Bunday iliq turg'un havo massasida bulutsiz ochiq ob-havo kuzatiladi, lekin atmosferaning yer sirtiga yaqin qatlamida chang to'planganidan gorizontall ko'rinuvchanlik yomonladi.

Dastlab, yilning sovuq yarmida qit'aga kelgan iliq havo massasi noturg'un bo'lishi mumkin, lekin qit'a ichiga siljigan sari uning holati turg'un bo'lib qoladi. Buning sababi shundaki, havo massasining sovuq to'shalgan sirtidan sovishi oqibatida atmosferaning pastki qatlamida haroratning vertikal gradiyenti tez kamayadi va inversiya qatlami paydo bo'ladi. Inversiya atmosferaning pastki qatlamida yuzaga kelmasa ham, bir necha yuz metr balandlikda ro'y berishi mumkin.

Ma'lum balandlikda vujudga kelgan inversiya qatlami havo massasining to'shalgan sirtidan qattiq soviyotgan quyi qatlamini yuqorida joylashgan atmosfera qatlamlaridan ajratib turadi.

Inversiya qatlami vertikal bo'yicha harakatlanayotgan havo zarrachalarini to'xtatuvchi (to'sqinlik qiluvchi) qatlam hisoblanadi. Darhaqiqat, ko'tarilayotgan havo zarrachasi adiabatik qonun bo'yicha soviydi. Agar bunday zarracha dastlab atrofdagi havodan issiqroq bo'lsa, inversiya qatlamida u atrofdagi havo haroratiga tez moslashadi va Arximed kuchi ta'sirida ko'tarilish imkoniyati yo'qoladi. Shuning uchun inversiya qatlami ostida pastdan ko'tarilayotgan uyumlarning yoyilishi va suv bug'i hamda chang zarrachalarining to'planishi ro'y beradi. Bu esa inversiya osti qatlami yuqori chegarasining qo'shimcha radiatsion sovishiga olib keladi. Natijada suv bug'ining kondensatsiyasi boshlanadi va inversiya qatlami balandligiga bog'liq ravishda St yoki Sc bulutlari yoki tuman paydo bo'ladi.

Iliq turg'un havo massasida meteorologik kattaliklarning sutkalik o'zgarishi juda kichik bo'ladi. Bundan tashqari, kuchli issiqlik adveksiya bilan bog'liq bo'lgan, masalan tunda, sovish o'rniga ba'zida haroratning ko'tarilishi kuzatiladi.

Iliq noturg'un havo massasi qit'alarda yozda (dengiz tropik havosi, quruqlik tropik havosi), dengiz qirg'oqlari yaqinida qishda ham kuzatilishi mumkin (dengiz mo'tadil havosi). Okean va dengizlar ustida bunday havo massasi, odatda, yilning sovuq yarmida, ayniqsa nisbatan iliq havoning (dengiz mo'tadil havosi) issiqroq suv sirti ustiga kirib kelishida kuzatiladi. Havo massasi pastdan, suv sirtidan isiganligi uchun, qishda qit'alardan okeanlarga sovuq havo kirib kelganida, suv sirtlari ustida noturg'un havo massalarining shakllanishi uchun qulay sharoitlar yuzaga keladi.

Subtropik va tropik kengliklarda suv sirti ustida hatto yozda ham noturg'un holatda bo'ladigan eng iliq havo massalari (dengiz mo'tadil havosi) shakllanadi.

Iliq havo massasi turli sinoptik sharoitlarda, shuningdek siklonlarning iliq sektorlarida va antisiklonlarning g'arbiy chekkalarida noturg'un holatda bo'lishi mumkin.

Iliq noturg'un havo massalarga tez-tez momaqaldiroqlar, jala yog'inlari, to'p-to'p (Cu) va ba'zida yomg'irli to'p-to'p (Cb) bulutlar, shuningdek, yomg'irlardan keyin yuzaga keladigan tungi radiatsion tumanlar xosdir. Meteorologik kattaliklarning sutkalik o'zgarishlari iliq turg'un havo massalaridagilardan biroz katta bo'ladi xolos.

Qit'alar ustida hatto shimolga siljigan sari iliq havo massasi vaqt o'tishi bilan noturg'unroq bo'lib qolishi mumkin. Bunga yer sirtidan havo massasi kunduzgi isishining davom etishi va bug'lanish hisobidan namlikning ortishi sabab bo'ladi.

Ayrim hollarda yer sirtining tungi radiatsion sovishi tunda konveksiyaning rivojlanishiga olib keladi. Natijada kuchli yomg'irli to'p-to'p bulutlar hosil bo'ladi, momaqaldiroq va jala yog'inlari kuzatiladi.

Umuman olganda, iliq havo massasi ko'pincha turg'un havo massasi bo'ladi (ayniqsa-yilning sovuq yarmida quruqliklar ustida).

3.5. Sovuq va mahalliy (neytral) havo massalarining xarakteristikalari

Agar ko'rilayotgan hududda havo massasining harorati kun sayin ko'tarilib, o'rtacha sutkalik harorati muvozanat haroratidan past saqlanib qolsa, bunday havo massasi *sovuq havo massasi* deyiladi. Sovuq havo massasi turg'un yoki noturg'un holatda bo'lishi mumkin.

Sovuq noturg'un havo massasi quruqlik ustida, odatda, yilning iliq yarmida, ayniqsa dengiz mo'tadil havosi va dengizi arktik havosi quruqlikka kirib kelishida kuzatiladi. Okean va dengizlar ustida bunday havo massasi, asosan,-yilning sovuq yarmida kuzatiladi. Biroq, u yozda, nisbatan sovuq havo massasi (arktik havo yoki mo'tadil havo) iliqroq suv sirti ustiga kelganida ham hosil bo'lishi mumkin.

Sovuq noturg'un havo massasining kirib kelishi uchun siklonlarning sovuq frontlar orqasidagi qismlari va ularga qisman tutashgan antisiklonlarning chegara qismlari qulay sinoptik sharoitlar hisoblanadi.

Sovuq noturg'un havo massasidagi tipik ob-havo sharoitlari: to'p-to'p bulutlar (kunduzgi soatlar ular uchun eng qulay), tez-tez takrorlanadigan jala yog'inlari, ba'zi paytda kunduzi moma-qalldiroq, kechasi esa quruqliklar ustida radiatsion tumanlar.

Sovuq turg'un havo massalari (quruqlik mo'tadil havosi va quruqlik arktik havosi) quruqliklar ustida asosan qishda, Arktika hamda Antarktika muzliklari ustida yozda ham kuzatilishi mumkin. Bunday havo massalari okean va dengizlar ustida vujudga kelmaydi.

Sovuq turg'un havo massalari uchun eng qulay sinoptik sharoitlar — bu antisiklonal tizimlar va ayniqsa ularning markaziy qismlaridir.

Sovuq turg'un havo massalaridagi xarakterli ob-havo: a) ba'zida radiasion tumanlar kuzatiladigan bulutsiz sovuq ob-havo (asosiy turi); b) ba'zida kuchsiz qor yog'ishi kuzatiladigan katta miqdordagi to'liq qatlamdor yoki to'p-to'p qatlamdor bulutli ob-havo (qo'shimcha turi).

Ob-havoning qo'shimcha turi antisiklonlarning g'arbiy va shimoliy qismlarida sovuq havoning quyi qatlami ustidan nisbatan iliq hamda nam havo adveksiyasi kuzatilganida yuz beradi.

Bulutsiz ob-havoda sovuq turg'un havo massasida meteorologik kattaliklarning sutkalik o'zgarishi iliq turg'un massadagidan katta, noturg'un havo massasidagidan esa kichik bo'ladi.

O'rta va baland kengliklarda qishda, odatda, yer sirtining radiatsiya hamda issiqlik balansi manfiy bo'ladi va quruqlik ustida radiatsion tumanlar paydo bo'ladi. Tumanlar faqat havo massalarining namligi katta bo'lganida paydo bo'lishi mumkin.

Meteorologik kattaliklarning sutkalik o'zgarishi sovuq noturg'un havo massalarida juda katta bo'ladi. Masalan, kechasi kuchsiz shamollar bilan bulutsiz sovuq ob-havo, kunduzi esa kuchli bulutlilik, yog'in-sochin, shamolning kuchayishi va haroratning 10—15° ga ortishi kuzatilishi mumkin.

Havo massasining noturg'unligi nafaqat havo massasi va to'shalgan sirt orasidagi haroratlar o'zaro nisbatiga, balki havo namligiga ham bog'liqdir. Havoning namligi qancha katta bo'lsa, havo massasi shuncha noturg'un bo'ladi. Havo massasining turg'unligiga to'shalgan sirt reliefi va sinoptik sharoitlar, ayniqsa, havo

massasining asosiy oqimlarida konvergensiya yoki divergensiya zonalarining mavjudligi katta ta'sir ko'rsatadi.

Konvergensiya bo'lgan oqimlarda divergensiya bo'lgan oqimlardagiga nisbatan noturg'unlik katta bo'ladi. Tog'ning shamolga qaragan tomonida noturg'unlik shamolga teskari bo'lgan tomonidagidan kattaroq bo'ladi. Yer sirtining birjinsli bo'lmagan relefida sovuq va zich havo pastliklarni egallab, past haroratli mahalliy o'choqlarni hosil qiladi. Pastliklarda ayrim hollarda harorat atrofdagi tepaliklarga nisbatan 10° — 20° ga past bo'lishi mumkin (balandliklar farqi bir necha o'n metr bo'lishiga qaramay).

Sovish jarayonida kun sayin kuchli sovigan qatlamning vertikal cho'zilganligi ortadi va 1—2 km yoki undan kattaroq bo'lishi mumkin. Dastlab, sovuq noturg'un havo (dengiz arktik havosi va dengiz mo'tadil havosi) quruqlik ichkarisiga siljigan sari turg'un havo massasiga aylanadi. Antisiklonlarning vujudga kelishi bilan havoning pastga harakati rivojlanadi va havo massasi turg'unligining tez ortishiga imkon beradi.

Mahalliy havo massalari ixtiyoriy mavsumda turg'un yoki noturg'un holatda bo'lishi mumkin. Havo massasining turg'unligi uni hosil qilgan havo massasining dastlabki xususiyatlariga va transformatsiya yo'nalishiga bog'liq.

Agar mahalliy havo massasi yer sirtidan boshlab sovish natijasida iliq havo massasidan hosil bo'lgan bo'lsa, bu havo massasi turg'un havo massasi xususiyatlariga ega bo'ladi.

Agar mahalliy havo massasi yer sirtidan boshlab isish natijasida sovuq havo massasidan hosil bo'lgan bo'lsa, bu havo massasi noturg'un havo massasi xususiyatlariga ega bo'ladi.

Qit'alar ustida yozda mahalliy havo massalari, odatda, noturg'un, qishda esa turg'un holatda bo'ladi. Okean va dengizlar ustida mahalliy havo massalari yozda, ko'pincha, turg'un, qishda noturg'un xossalarga ega bo'ladi.

Mahalliy havo massalarining ob-havo sharoitlari ularning turg'unligi, namligi, shuningdek-yil mavsumi, to'shalgan sirtning holati va sinoptik sharoitlar bilan belgilanadi.

3.6. Havo massalari xususiyatlarining transformatsion o'zgarishlari

Havo massalari xususiyatlarining to'xtovsiz o'zgarishi *transformatsiya* deb ataladi.

Havo massalarining transformatsiyasi — bu keng ma'noda, havo massalarining eng muhim xususiyatlari: harorat, namlik, turg'unlik, kondensatsiya tizimlari (bulutlar, yog'inlar, tumanlar) va boshqalarning o'zgarishlaridir. Bu ma'noda, havo massalarining transformatsiyasi amalda doim davom etib turadi va hech qachon to'xtamaydi. Ammo transformatsiya jarayonida havo xususiyatlari tez o'zgaradigan va sutkalararo o'zgarishlari kichik bo'lgan davrlarni ajratish mumkin.

Agar havo massalari xususiyatlarining o'zgarishlari kichik bo'lib, ko'rilayotgan havo massasi geografik turining xususiyatlari saqlansa, unda transformatsiya *nisbiy* deb ataladi. Havo massalarining nisbiy transformatsiyasi havoning ko'chishida yer sirti sharoitlarining o'zgarishi natijasida kuzatiladi. Agar havo massasining xossalari tubdan o'zgarsa, u o'z geografik turini o'zgartirib, boshqa asosiy turdagi havo massasiga aylanadi va bu transformatsiya *mutlaq transformatsiya* deyiladi. Masalan, arktik havo janubiy hududlarga ko'chsa, mo'tadil havoga aylanadi va aksincha.

Havo xossalariining tez o'zgarishdan sekin o'zgarishga o'tishi asta-sekinlik bilan ro'y beradi. Shuning uchun, qaysi paytdan boshlab havo massasi nomini o'zgartirish lozimligini aniqlash qiyin. Xossalari jihatdan farq qiluvchi yangi havo massasi ko'rilayotgan hududga kirib kelgandan keyingi dastlabki kunlari sutkalararo haroratning o'zgarishi 4° — 5° teng bo'ladi, keyinchalik ular 1° — 2° gacha kamayadi. Okeanlar ustida sovuq havo massalari kirib kelgan dastlabki sutkalarda haroratning o'zgarishlari 10° — 15° gacha yetishi mumkin. Shuning uchun havo massasi transformatsiyasining *tugash mezon*i sifatida yer sirti va 850 gPa sathdagi haroratning o'rtacha sutkalik o'zgarishlari 1° — $1,5^{\circ}$ dan kam bo'lib qoladigan vaqt qabul qilinadi.

Meteorologik kattaliklarning sutkalik o'zgarishi transformatsiyaning alohida ko'rinishi bo'lsada, havo massasi transfor-

matsiyasining ko'rsatkichi hisoblanmaydi, chunki u mahalliy havo massalarida ham katta bo'lishi mumkin. Transformatsiyani empirik aniqlash uchun havoning ma'lum zarrachalarini har kuni bir vaqtda kuzatib, uning xususiyatlarini taqqoslash kerak. Ma'lum bo'lishicha, yangi geografik hududga kirib kelgan havo massasining dastlabki kundagi transformatsiyasi, keyingi kundagiga qaraganda tezroq o'tadi, ya'ni meteorologik kattaliklarning xususiyatlari muvozanat holatidan qancha uzoq bo'lsa, transformatsiya tezligi shuncha katta bo'ladi. Transformatsiya davri, ya'ni havo massasining muvozanat holatiga erishish davri 5—7 sutkaga teng bo'ladi.

Havo massasining transformatsiyasini empirik o'rganishning quyidagi asosiy qoidalari mavjud.

1. *Trayektoriya usuli.* Barik topografiya xaritalari yordamida ixtiyoriy sathda ajratib olingan zarrachalarning trayektoriyalari 2-bobda ko'rsatilgan usullar bo'yicha aniqlanadi. Havo zarrachalarining ko'chishi jarayonidagi xossalarning o'zgarishi hamda havo massalari transformatsiyasining yo'nalishi aniqlanadi.

2. *Erkin aerostatlar usuli.* Erkin aerostatlarda uchish vaqtida yuklarni tashlab yuborish yoki sharoitga qarab qobiqdan gazning bir qismini chiqarish orqali ma'lum sathdagi uchish balandligi iloji boricha saqlanadi. Aerostatning gorizontaal ko'chish tezligi parvoz balandligidagi havo tezligi bilan bir xil bo'ladi, va demak, aerostatdagi kuzatishlar belgilangan havo zarrachalari xususiyatlarining o'zgarishlarini xarakterlaydi, deb taxmin qilinadi.

3. *Tezkor zondlash usuli.* Har bir sathda meteorologik kattaliklarning lokal o'zgarishlarini aniq bilish uchun tanlangan punktlarda atmosferani tezkor zondlash o'tkaziladi. Agar havo zarrachalarining gorizontaal bo'yicha harakati yuz bermaydigan sinoptik sharoitlar kuzatilsa, u holda ketma-ket zondlash natijalarini taqqoslab, bevosita transformatsiya tezligini aniqlash, ya'ni ma'lum vaqt oralig'ida (odatda, sutka) atmosfera ma'lum xarakteristikasining o'zgarishini (masalan, haroratni) aniqlash mumkin.

Yuqorida ko'rsatilgan usullar kamchiliklardan xoli emas, albatta. Lekin ular transformatsiya tezligi miqdorini taxminiyl baholashga imkon beradi.

Ko'pincha, amalda trayektoriyalar usulidan foydalaniladi, chunki u qulayroq.

Havo massalari transformatsiyasini nazariy hisoblash issiqlik uzatish, suv bug'i va nurli energiya tarqalishi tenglamalarining qo'llanilishiga asoslangan.

Issiqlik uzatish tenglamasiga binoan:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = - \left(u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{RT(\gamma_a - \gamma)}{\rho g} w + \frac{\varepsilon}{c_p \rho}. \quad (3.1)$$

O'ng tomondagi birinchi qo'shiluvchi adveksiya ta'siridagi, ya'ni havo massasi ko'chishi bilan bog'liq bo'lgan haroratning lokal o'zgarishlarini xarakterlaydi. Haroratning advektik o'zgarishlari havo massalari transformatsiyasini xarakterlamaydi, shuning uchun u hisobga olinmasligi kerak.

Ikkinchi qo'shiluvchi haroratning vertikal harakat ta'siridagi lokal o'zgarishlarini aniqlaydi:

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t} \right)_w = a_1 (\gamma_a - \gamma) w = -a_2 (\gamma_a - \gamma) w.$$

Agar γ_a va γ — °C/100m da, w — m/12 soatda bo'lsa, unda

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t} \right)_w = -0,02 (\gamma_a - \gamma)^w \text{ °C/ sutkada},$$

agar w — gPa/12 soatda bo'lsa, u holda

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t} \right)_w = 0,58 (\gamma_a - \gamma) \frac{T}{P} w \text{ °C/ sutkada bo'ladi}.$$

Masalan, MT_{700} xarita uchun

$$\left(\frac{\partial T}{\partial t} \right)_w = 0,2 (\gamma_a - \gamma) w_{700} \text{ °C/sutka}.$$

Agar havo massasi ichida vertikal ko'tarilish harakati uzoq muddat saqlansa, u holda vaqt o'tishi bilan havo massasi butun qalinlikda soviydi. Havoning vertikal bo'yicha tushishi kuzatilsa, havo massasi isiydi. Bu omil ma'lum darajada eski kam harakatlanayotgan siklonni sovuq sirkulatsion tizimga, eski kam

harakatlanayotgan antisiklonni iliq sirkulatsion tizimga aylanishiga imkon yaratadi.

(3.1) dagi uchinchi qo'shiluvchi atmosferadagi turbulent va radiasion issiqlik almashinuvi hamda suvning fazaviy aylanishlarining haroratning lokal o'zgarishlariga va havo massalarining transformatsiyasiga ta'sirini ifodalaydi.

Yuqorida ko'rsatilgan issiqlik oqimlari tashkil etuvchilarining har birini hisoblash ma'lum qiyinchiliklar bilan bog'liq. Odatda, tezkor prognostik ishda taxminiy baholash bilan kifoyalaniladi. Bu usullar haroratni oldindan aytib berishga oid bo'lgan bobda yana ko'rsatiladi.

(3.1) tenglama kabi suv bug'ining uzatilishi tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\partial q}{\partial t} = - \left(u \frac{\partial q}{\partial x} + v \frac{\partial q}{\partial y} \right) + \frac{RT}{Pg} \frac{\partial q}{\partial z} w + \frac{\partial}{\partial z} \left(k \frac{\partial q}{\partial z} \right) - \frac{\partial m}{\partial t}. \quad (3.2)$$

Bunda q — solishtirma namlik; m — kondensatsiya yoki bug'lanish jarayonida qatnashayotgan birlik havo massasidagi suv miqdori.

(3.2) dagi birinchi qo'shiluvchi solishtirma namlikning advektiv o'zgarishlarini, ikkinchisi — vertikal harakatlar bilan bog'liq bo'lgan o'zgarishlarini, uchinchisi — vertikal bo'yicha turbulent aralashish ta'siridagi o'zgarishlarini, to'rtinchisi — kondensatsiya yoki bug'lanish jarayonlari ta'sirida o'zgarishlarini ko'rsatadi.

Transformatsiya jarayonida havo namligining o'zgarishi bilan bir vaqtda havo massasining turg'unligi ham o'zgaradi.

Havo massasi turg'unligining o'zgarishiga ta'sir qiladigan asosiy omillarni ko'raylik.

1. Havo massasining yer sirtidan sovushi turg'unligining oshishiga (hech bo'lmasa yer sirti yaqinida), isishi esa noturg'unligining oshishiga olib keladi.

2. Havo massasi namligining ortishi kondensatsiya sathining pasayishiga olib keladi va bu havo massasining noturg'unligini oshiradi.

3. Agar yuqoriga ko'tarilgan sari issiqlik adveksiyasi ortsa yoki sovuqlik adveksiyasi kamaysa, bu turg'unlikni oshiradi. Balandlik ortishi bilan issiqlik adveksiyasi kamaysa yoki sovuqlik adveksiyasi ortsa havo massaning noturg'unligi ortadi.

4. $\gamma < \gamma_a$ bo'lganida havoning ko'tariluvchan harakati turli balandliklarda haroratning pasayishiga olib kelib, havo massasi noturg'unligini oshiradi (agarda yer sirti yaqinida harorat o'zgarmasa yoki ko'tarilsa), $\gamma < \gamma_a$ bo'lganida havoning tushish harakatlari havo massasi turg'unligining oshishiga olib keladi, ba'zida hatto inversiya qatlamlari vujudga keladi.

5. Havo massasi yuqori qatlamining, shu jumladan, bulutlar yuqori chegarasining radiatsion sovishi havo massasi noturg'unligining oshishiga sabab bo'ladi.

Yuqorida transformatsiyaning umumiy shartlari ko'rildi. Lekin havo massalarining quruqlik va dengiz ustidagi transformatsiyasi o'rtasida katta farqlar mavjud.

Suv massalari issiqlik sig'imining kattaligi va vertikal bo'yicha erkin aralashishning mavjudligi munosabati bilan okean sirti haroratining vaqt sayin o'zgarishi kichik bo'ladi. Suv sirtiga yaqin bo'lgan turg'un havo massasining qatlamida harorat taxminan suv sirti haroratiga teng bo'ladi. Noturg'un havo massasida suv va havo orasidagi haroratning farqi $1^\circ - 2^\circ$ dan oshmaydi. Shuning uchun havo massasi haroratining transformatsion o'zgarishlari trayektoriyani hisoblash va boshlang'ich hamda oxirgi nuqtalar orasidagi suv haroratining farqlari orqali aniqlanadi. Suv sirti haroratlari-ning katta gorizontal gradiyentlarida suv sirti yaqinidagi havo massasi qatlamida haroratning transformatsion o'zgarishlari bir sutkada $10^\circ - 15^\circ$ yoki bundan ham ortiq bo'lishi mumkin.

Tuproqning issiqlik sig'imi va issiqlik o'tkazuvchanligi suvga nisbatan kichik. Shuning uchun quruqlik ustidan harakatlanayotgan havo massasida nafaqat uning harorati, balki tuproqning harorati ham o'zgaradi. Natijada, yangi havo massasi quruqlikka kirib kelganida transformatsiya tezligi vaqt sayin $3^\circ - 5^\circ$ dan bir sutkada $1^\circ - 2^\circ$ gacha pasayadi.

Qishda qor bilan qoplangan sirt ustidan tinch ochiq ob-havoda kirib kelgan sovuq havo massasi, odatda, sovishda davom etadi. Harorat yer sirti yaqinidagi qatlamda bir kechada $10^\circ - 15^\circ$ ga pasayishi mumkin. Biroq, keyingi sutkalarda sovish ancha sekinlashadi.

Qor bilan qoplangan sirt ustida havo massasining ko'chish jarayonida harorat 0°C dan yuqori bo'lsa, bir sutkadagi sovish $1^{\circ}\text{--}2^{\circ}$ dan oshmaydi, chunki bu vaqtda, odatda, yalpi bulutlilik kuzatiladi, havo va eriyotgan qor qatlami orasidagi harorat farqi katta bo'lmaydi.

Yozda changli yoki qumli bo'rondan qattiq ifloslangan havo massasida quyosh radiyasiyasining ifloslangan qatlamdagi yutilishi undagi haroratni atrofdagi hududlarga nisbatan $5^{\circ}\text{--}8^{\circ}$ ga yuqoriroq bo'lishiga olib kelishi mumkin. Bu hodisa birinchi marta A.I. Voyeykov tomonidan kuzatilgan.

3.7. Orografiyaning havo massalarining xarakteristikalariga ta'siri

Havo massalarining harkatlanish yo'lida tez-tez tog'lar uchrab turadi va ular havo massalarining ichida kuzatilayotgan jarayonlarga va havo massalarining xarakteristikalariga katta ta'sir ko'rsatadi. Havo massalari tog'larda ushlanib qolishi, ular ustidan oshib o'tishi yoki ularning ta'sirida o'z yo'nalishini o'zgartirishi mumkin. Bunda havo massalarining gorizont va vertikal bo'yicha deformatsiyasi ro'y beradi. Bu esa havo massalarining xossalari va ulardagi ob-havo sharoitlarining o'zgarishiga olib keladi. Vertikal bo'yicha havo harakatlarining rivojlanishi ob-havoga eng katta ta'sir ko'rsatadi.

Tezlikning tog'lar ta'sirida hosil bo'luvchi qo'shimcha vertikal tashkil etuvchisi quyidagi formuladan taxminiy topiladi:

$$W_h = u \frac{\partial h}{\partial x} + v \frac{\partial h}{\partial y} \quad (3.3)$$

bunda h — tog' tizmasining balandligi.

Tog'ning shamolga qaragan tomonida $W_h > 0$, shamolga teskari tomonida esa $W_h < 0$. Shuning uchun shamolga qaragan tomonda bulutlarning rivojlanishiga va yog'inlarning yog'ishiga (orografik yog'inlar) qulay sharoitlar yaratiladi, shamolga teskari tomonda esa pastga tushuvchi harakatlar natijasida havo adiabatik isiydi va bulutlar tarqaladi.

Balandlik bo'yicha W_h quyidagicha o'zgaradi: tog' etagida $W_h = 0$, keyin u ortib, ma'lum h_m balandlikda eng katta qiymatga erishadi.

So'ngra u kamaya boshlaydi va tog' cho'qqisida yana nolga teng bo'ladi (chunki tog'ning qarama-qarshi tomoniga o'tganida W_h o'z ishorasini o'zgartiradi). Demak, $h_m < h$ bo'lgan balandlikda W_h maksimal bo'ladi.

Agar $z = \text{const}$ sathi bo'yicha harakat tekislikdan tog' yonbag'ri tomonga yo'nalgan bo'lsa, u yerda V ning qiymati (tog' tizmasiga perpendikular bo'lgan tezlik tashkil etuvchisi) tekislikdagidan kichik bo'ladi. Tog' cho'qqilari ustida tezliklar nisbati boshqacha, chunki bu yerda oqim chiziqlarining yaqinlashishi kuzatiladi va shamol tezligi tekislikdagi xuddi shu sathdagi shamol tezligidan ancha katta bo'lishi mumkin. Bu tog' dovonlari va daralarga ham tegishli — bu yerda ba'zi ma'lum yo'nalishlarda shamolning tezligi nihoyatda katta bo'lishi mumkin (uragan).

Tog'larning havo oqimlari xarakteriga ta'siri nafaqat shamolning gorizontal va vertikal tashkil etuvchilariga, balki tog' orqasida havo to'liqlarining paydo bo'lishiga ham olib keladi. Bu to'liqlar havo massasi tog' cho'qqisini oshib tushganda yuzaga keladi. Havo massalari ko'chish tezligining kichik qiymatlarida tog' orqasidagi havoning ko'chishi laminar (bir tekis), tezlik ortishi bilan havoning harakati turbulent xarakterga ega bo'ladi.

Havoning to'liqli harakatlari zonasida shamol tezligining o'zgarishlari 10 m/sek dan ortishi mumkin.

To'liqli harakatlar katta balandliklargacha tarqalishi mumkin. 25—30 km balandliklarda sadafsimon bulutlarning hosil bo'lishi ham havoning to'liqli harakatlari bilan bog'lashadi.

M.A.Petrosyans havo sirkulatsiyasi xususiyatlari bilan bog'liq holda tog'li hududlarda atmosfera qatlamlarining quyidagi bo'linishini taklif qilgan:

— tog' etagidan boshlanib, to uning o'rta qismigacha cho'zilgan mahalliy tog' sirkulatsiyasi qatlami. Bu yerda mahalliy shamollar kuzatiladi: fyon, tog'-vodiy shamollari, bora va h.k.;

— tog'ning o'rta qismidan tekislikdagi shamolning tog'dagi shamol bilan tenglashgan sathgacha cho'zilgan tog' ishqalanish qatlami. Bu qatlamda kuchli turbulent aralashish kuzatiladi va shamolning tezligi tekislikdagi shamoldan o'rta hisobda kichik bo'ladi;

— togʻ erkin atmosferasi ishqalanish qatlamning yuqori chagarasidan tropopauzagacha choʻziladi. Bu qatlam uchun kuchli shamollar xarakterli.

Bulutlar, yogʻinlar va shamolga taʼsiridan tashqari, togʻlarning havo massalarining haroratiga ham taʼsiri kuchli.

Tabiiyki, togʻ yonbagʻirlarining yoritilganligi, qor chizigʻining balandligi, shamol yoʻnalishiga va boshqalarga bogʻliq holda togʻ hududidagi havo massasining bir xil sathdagi haroratlari har xil boʻlishi mumkin.

Yirik masshtabli sinoptik jarayonlarda ham togʻlarning havo haroratiga taʼsiri bor. Masalan, yilning iliq yarmida HT_{1000}^{500} xaritalarida togʻlar ustida iliqlik oʻrkachlari joylashganligini tez-tez kuzatish mumkin.

Nazorat savollari

1. Havo massalarini taʼriflab bering.
2. Havo massalarining qanday tasniflarini bilasiz?
3. Iliq havo massalarining xarakteristikalarini aytib bering.
4. Havo massalarining transformatsiyasi deganda nima tushuniladi?
5. Orografiya havo massalariga qanday taʼsir oʻtkazadi?

IV BOB. ATMOSFERA FRONTLARI

4.1. Frontlar tasnifi (klassifikatsiyasi)

Ikki havo massalari orasidagi meteorologik kattaliklar keskin oʻzgaradigan tor oʻtish zonalarini *atmosfera frontlari* deb ataladi.

Frontlar atmosferaning umumiy sirkulatsiyasidagi salmogʻi hamda vertikal va gorzontal oʻlchamlariga qarab quyidagicha tasniflanadi:

- 1) asosiy yoki bosh troposfera frontlari;
- 2) ikkilamchi yoki yer sirti yaqinidagi past frontlar;
- 3) yuqori frontlar.

Asosiy frontlar bir necha ming kilometr uzunlikka ega, vertikal bo'yicha esa tropopauzagacha cho'ziladi va havo massalarining geografik turlarini ajratadi. Asosiy frontlar zonasida havo haroratlarning farqi kamida 5° bo'lishi kerak. Asosiy frontlar bilan bog'liq bo'lgan yuqori frontal zonada o'rta troposferadagi haroratlarning farqi, odatda, $8^{\circ}/1000$ km dan ortadi.

Asosiy frontlarda siklonlar, ko'p hollarda esa siklonlar seriyasi rivojlanadi. Ular yer yaqini va barik topografiya ob-havo xaritalarida bir necha sutka mobaynida kuzatiladi.

Ikkilamchi yoki yer sirti yaqinidagi frontlar bir necha yuz kilometrgacha cho'ziladi va faqat yer sirti yaqinidagi xaritalarda kuzatiladi (vertikal cho'zilganligi 1—1,5 km). Ikkilamchi frontlar uzog'i bilan 1—2 sutka mavjud bo'ladi, lekin qulay sharoitlarda ular asosiy frontlarga aylanishi mumkin.

Asosiy frontlarning ayrim qismlari yer sirti yaqinida yemiriladi, u holda frontlar katta gorizontal harorat gradiyentlariga ega bo'lgan zonalar ko'rinishida faqat barik topografiya xaritalarida kuzatiladi. Bunday frontlar *yuqori frontlar* deb ataladi. Yuqori frontlar yer sirti yaqinida juda sovuq havoning ingichka qatlami mavjud bo'lganida ham vujudga keladi, bunday holda frontlar faqat barik topografiya xaritalarida kuzatiladi.

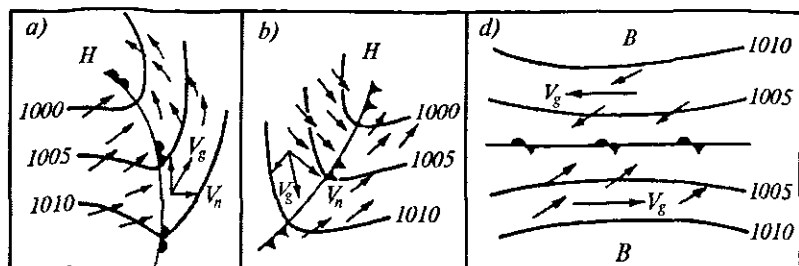
Yuqori frontlar okklyuziya frontlari tizimida ham qayd etiladi.

Yuqori frontlar sifatida yer yaqini ob-havo xaritalaridagi frontlar bilan bog'liq bo'lmagan yaxshi ifodalangan ixtiyoriy yuqori frontal zona (YuFZ) ni ham ko'rish mumkin.

Yuqorida sanab o'tilgan frontlar anafrontlar va katafrontlarga bo'linadi. Agar front tizimida iliq havo massasi sovuq havo ustidan ko'tariluvchi harakatda bo'lsa, bu front *anafront*, agar pasayuvchi harakatda bo'lsa *katafront* deb ataladi.

Ob-havo sharoitlariga va ko'chish xususiyatlariga ko'ra frontlar quyidagilarga ajratiladi:

1. *Iliq frontlar*. Ular sovuq havo massasi tomoniga harakatlanadi va o'z ortidan iliq havo massasini olib keladi. Iliq frontlar, ko'pincha, anafrontlar bo'ladi.



4.1-rasm. Turli tipdagi atmosfera frontlarida shamol va izobaralarning joylanishi.

2. *Sovuq frontlar.* Ular iliq havo massasi tomoniga harakatlanadi va o'z ortidan sovuq havo massasini olib keladi. Sovuq frontlar, ko'pincha, katafrontlar bo'ladi.

3. *Statsionar frontlar.* Ular harakatlanmaydi.

Front qismlarining siljishi atmosfera sirkulatsiyasi sharoitlari bilan belgilanadi: iliq front tizimida front chizig'iga perpendikular bo'lgan shamolning tashkil qiluvchisi sovuq havo massasida front chizig'i bo'ylab, iliq havo massasida esa front chizig'i tomon yo'nalgan. 4.1-rasmda yer yaqini xaritasida iliq, sovuq va statsionar frontlarda izobaralarning joylanishi aks ettirilgan. Ishqalanish qatlamidan yuqorida shamol izobaralar bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Yer yaqini qatlamida shamol yo'nalishi izobaralar yo'nalishidan biroz chetlanadi. Sirkulatsion sharoitlarning o'zgarishi bilan frontning siljish yo'nalishi ham o'zgarishi mumkin.

Yuqorida ko'rsatilgan uch turdagi frontlar oddiy frontlar hisoblanadi, chunki ularning har biri harorati va namligi bilan farq qiluvchi ikki havo massalarini bir-biridan ajratib turadi.

Aynan bitta siklon tizimidagi sovuq front iliq frontga nisbatan tezroq harakatlanib, uni quvib yetganidan so'ng bir-biriga qo'shilib ketadi. Natijada, murakkab front vujudga keladi va u *okkluziya fronti* deb ataladi. Okkluziya fronti zonasida, odatda, uchta havo massasi kuzatiladi: ulardan ikkitasi (biri sovuq, ikkinchisi nisbatan iliq) yer yaqini xaritasida okkluziya fronti chizig'i bilan ajralib turadi, uchinchi, ya'ni eng ilig'i yuqorida joylashgan bo'ladi.

Okkluziya frontlari uning ikki tomonidagi havo haroratining nisbatiga va siljish yo'nalishiga bog'liq holda iliq hamda sovuq okkluziya frontlariga bo'linadi.

Agar yer sirti yaqinida okkluziya frontining ikki tomonida havo harorati deyarli bir hil bo'lsa, okkluziya fronti neytral deb hisoblanadi.

Okkluziya frontlarining gorizontal cho'zilganligi ikkilamchi frontlarning o'lchamlariga yaqinlashadi — ularning o'lchamlari bir necha ming kilometrga yetishi mumkin.

Okkluziya frontlari 2—3 sutkagacha mavjud bo'lishi mumkin.

Qaysi geografik turdagi havo massalarini ajratib turishiga qarab frontlarni quyidagilarga ajratish mumkin:

- 1) arktik front (AF);
- 2) o'rta kengliklar fronti (O'KF);
- 3) tropik front (TF).

Arktik front arktik havoni o'rta kengliklar havosidan ajratib turadi. O'rta kengliklar fronti o'rta kengliklar havosini tropik havodan yoki o'rta kengliklarning nisbatan sovuq havosini nisbatan ilig'idan ajratib turadi.

„Tropik front“ tushunchasi norveg meteorologik maktabidan kirib kelgan. Frontlar bilan jiddiy shug'ullanish boshlangan davrda ular turli kengliklardan qidirilgan edi. Xususan, janubiy va shimoliy passatlar ham front hosil qiladi deb hisoblanib, uni tropik front deb atashgan. U tropik va ekvatorial havoni ajratishi lozim. Keyinchalik aniqlanishicha, bu frontning ikki yonida joylashgan havo massalari o'z xossalariga ko'ra unchalik farq qilmas ekan. Front zonasidagi „yomon ob-havo“ belgilarining boisi havo oqimlarining yaqinlashuvida ekan. Hozirgi kunda „tropik front“ atamasi o'rniga „ichki tropik konvergensiya zonasi“ (ITKZ) atamasini qo'llash qabul qilingan.

Ixtiyoriy turdagi frontlar ba'zi hollarda keskin ifodalangan yoki keskinlashgan va ayrim hollarda kuchsiz ifodalangan yoki yemirilgan holatda bo'lishi mumkin.

Agar front keskinlashgan bo'lsa, front chizig'idan o'tilganida havo harorati va boshqa meteorologik kattaliklar keskin o'zgaradi, shuning uchun yer yaqini xaritasida bunday front chiziqlarini

aniqlash juda ham oson. Agar front yemirilgan bo'lsa, front chizig'idan o'tishda havo harorati va boshqa meteorologik kattaliklarning o'zgarishi juda ham kichik bo'ladi. Bunday hollarda frontni aniqlash uchun yer yaqini va barik topografiya xaritalaridagi front belgilarini batafsil tahlil qilib, sinoptik tahlilning tarixiy ketma-ketligi prinsiplaridan foydalanish lozim bo'ladi.

Atmosferada frontlarning vujudga kelish, keskinlashish va yemirilish jarayonlari uzluksiz davom etadi. Frontlarni vujudga kelish va keskinlashish jarayonlari *frontogenez*, yemirilish jarayonlari esa *frontoliz* deb ataladi.

4.2. Statsionar frontal sirtning qiyaligi

Ixtiyoriy front (iliq, sovuq, stasionar) sovuq havo massasi tomonga og'adi, chunki sovuq havo iliq havoga nisbatan kattaroq zichlikka ega, shuning uchun u quyidan joy olishga harakat qiladi.

Stasionar frontal sirtning qiyaligini ko'raylik.

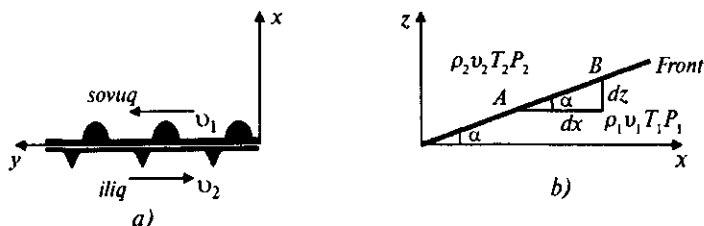
x o'qini sovuq havo massasi tomoniga, y o'qini stasionar front chizig'i bo'ylab, z o'qini esa vertikal bo'yicha yuqoriga yo'naltiramiz. Sovuq havo massasi parametrlarini 1 indeksi (ρ_1 , V_1 , T_1 , P_1), iliq havo massasi parametrlarini 2 indeksi (ρ_2 , V_2 , T_2 , P_2) bilan belgilaymiz.

Real atmosferada front tor o'tish zonasi ko'rinishida bo'ladi. Uning uzunligi bir necha ming kilometr, qalinligi esa bor yo'g'i 1 kilometr atrofida. Bu o'tish zonasining qalinligini e'tiborga olmay, frontni ikki havo massalarini bir biridan ajratuvchi sirt sifatida qabul qilishga imkon beradi.

Frontal sirt mavjudligining dinamik sharti sifatida bosim maydonida uzilish yo'qligi qabul qilinadi, ya'ni sirtning ixtiyoriy nuqtasida (A):

$$P_1 = P_2 \text{ yoki } dP_1 = dP_2 = 0. \quad (4.1)$$

Aks holda sirtida cheksiz barik gradiyentlar va mos holda katta shamol tezliklari yuzaga kelar, bu esa o'z navbatida turg'un sirtning vujudga kelishiga imkon bermas edi.



5.2-rasm. Girizontal (a) va vertikal (b) tekisliklarda statsionar front.

A nuqtadan B nuqtaga o'tishda bosim o'zgarishini ko'rib chiqaylik. (5.1) shartga muvofiq bosim o'zgarishining qiymati o'tish yo'liga bog'liq bo'lmasligi kerak, ya'ni

$$dP_1 = dP_2 \quad (4.2)$$

$$\partial P_1 = \frac{\partial P_1}{\partial x} dx + \frac{\partial P_1}{\partial z} dz \quad (4.3)$$

$$\partial P_2 = \frac{\partial P_2}{\partial x} dx + \frac{\partial P_2}{\partial z} dz \quad (4.4)$$

$$\frac{\partial P_1}{\partial x} dx + \frac{\partial P_1}{\partial z} dz = \frac{\partial P_2}{\partial x} dx + \frac{\partial P_2}{\partial z} dz.$$

Bu yerdan

$$\left(\frac{\partial P_2}{\partial x} - \frac{\partial P_1}{\partial x} \right) dx = \left(\frac{\partial P_1}{\partial z} - \frac{\partial P_2}{\partial z} \right) dz, \quad (4.5)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\partial z}{\partial x} = \left(\frac{\partial P_2}{\partial x} - \frac{\partial P_1}{\partial x} \right) / \left(\frac{\partial P_1}{\partial z} - \frac{\partial P_2}{\partial z} \right). \quad (4.6)$$

Geostrofik munosabatlar

$$\frac{\partial P}{\partial x} = l \rho v \quad (4.7)$$

va atmosfera statikasi asosiy tenglamasi

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g \quad (4.8)$$

yordamida (5.6) ifodani quyidagicha o'zgartiramiz:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2}{\rho_1 - \rho_2}. \quad (4.9)$$

(4.9) ifoda statsionar front qiyalik burchagi uchun Margules formulasi deb ataladi. Bu ifodani tahlil qilish maqsadida yanada qulay ko'rinishiga keltirish uchun $P_1 = P_2$ ekanligini hisobga olgan holda holat tenglamasi (4.10) yordamida (4.9) tenglamada ρ ni almashtiramiz:

$$\rho = \frac{P}{RT} \quad (4.10)$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{T_2 v_1 - T_1 v_2}{T_2 - T_1} \quad (4.11)$$

(4.11) ifodada quyidagi almashtirishlarni bajaramiz:

$$T_1 = T_m - \frac{\Delta T}{2}, T_2 = T_m + \frac{\Delta T}{2}, v_1 = v_m + \frac{\Delta v}{2}, v_2 = v_m - \frac{\Delta v}{2},$$

bunda $T_m = \frac{T_1 + T_2}{2}$, $v_m = \frac{v_1 + v_2}{2}$ mos holda ikki havo massalari harorat va shamol tezligining o'rtacha qiymatlari, $\Delta T = T_2 - T_1$ va $\Delta v = v_2 - v_1$ esa mos holda harorat va shamol tezligining farqlari.

Bu holda

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{\Delta v}{\Delta T} T_m + \frac{l}{g} v_m \approx \frac{l}{g} \frac{\Delta v}{\Delta T} T_m. \quad (4.12)$$

(4.12) dagi ikkinchi qo'shiluvchidan voz kechish mumkin, chunki $\frac{l}{g} v_m$ izobarik sirtning o'rtacha qiyaligini ifodalaydi va tahminan 0,0001 ga teng, birinchisi esa 0,01 ga teng ekanligidan $\operatorname{tg} \alpha \approx 0,01$ ligi kelib chiqadi.

Darhaqiqat, o'rta kengliklarda

$$l = 2\omega \sin \varphi \approx 10^{-4} \text{ c}^{-1}, \quad g \approx 10 \text{ m c}^{-2}, \quad v_1 = 10 \text{ m c}^{-1}, \\ v_2 = -10 \text{ m c}^{-1}, \quad \Delta v = 20 \text{ m c}^{-1}, \quad \Delta T = 5^\circ, \quad T_m = 300^\circ \text{ K}$$

$$\text{Unda } \operatorname{tg} \alpha = \frac{10^{-4} \cdot 20}{10 \cdot 5} \cdot 300 \approx 0,01, \text{ yoki } \alpha \approx 35'.$$

Shunday qilib, statsionar frontning qiyalik burchagi juda ham kichik, barcha sxematik vertikal qirqimlarda esa frontlar vertikal profillarining qiyalik burchaklari ancha kattalashtirib tasvirlanadi.

(4.12) dan ko'rinib turibdiki, boshqa bir xil sharoitlarda frontning qiyalik burchagi geografik kengliklarga va ikki havo massalarining o'rtacha haroratiga bog'liq. Geografik kenglik va o'rtacha harorat qancha katta bo'lsa, qiyalik burchagi shuncha katta bo'ladi. Barcha teng sharoitlarda atmosfera fronti qutbga qancha yaqin bo'lsa, uning qiyaligi shuncha katta bo'ladi. Ekvatorda, Koriolis parametri $l = 0$ bo'ladi, geostrofik shamol tushunchasi o'z ma'nosini yo'qotadi va, demak, qiya statsionar frontning hosil bo'lishi mumkin emas.

Front qiyalik burchagining shamol tezligi va harorat farqlariga bog'liqligi murakkabroq. Ikki havo massasi haroratlarning farqi ortib borishi bilan shamol tezligi kuchayadi va uning harorat farqlari ortib borishidan kattaroq ortishi kuzatiladi. Demak, front zonasida havo massalari orasidagi haroratlarning farqlari ortishi bilan frontal sirtning qiyaligi ham ortadi.

4.3. Harakatlanayotgan frontal sirtlarning qiyaligi

Statsionar frontal sirtning qiyalik burchagi uchun Margules formulasi quyidagicha edi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{\rho_1 v_1 - \rho_2 v_2}{\rho_1 - \rho_2}. \quad (4.13)$$

Bu formulani keltirib chiqarishda geostrofik munosabatlar qo'llanilgan, ya'ni harakatning tezlanishlari hisobga olinmagan edi. Harakatlanayotgan (nostatsionar) frontlar uchun umumiyroq formulani keltirib chiqarish mumkin.

Yuqoridagiga o'xshagan usuldan foydalanib harakatlanayotgan (nostatsionar) front uchun qiyalik burchagi formulasi keltirib chiqariladi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l(\rho v_1 - \rho v_2) - (\rho_1 \dot{u}_1 \rho_2 \dot{u}_2)}{g(\rho_1 - \rho_2) + (\rho_1 \dot{w}_1 - \rho_2 \dot{w}_2)}, \quad (4.14)$$

bunda $\dot{u} = \frac{du}{dt}$, $\dot{w} = \frac{dw}{dt}$ — x va z o'qlari bo'ylab tezlanishlar.

Tezlanishlar bo'lmagan holda (4.14) formula (4.13) ga aylanadi. $\dot{w} \ll \dot{u}$ bo'lgani uchun mahrajdagi qo'shimcha hadni hisobga olmaslik mumkin.

Agar $\rho_2 \dot{u}_2 > \rho_1 \dot{u}_1$ munosabat bajarilsa, ya'ni iliq havo massasidagi front chizig'iga perpendikular yo'nalgan tezlanish tashkil etuvchisi sovuq havo massasidagi front chizig'iga perpendikular yo'nalgan tashkil etuvchisidan katta bo'lsa, frontal sirt sovuq havo massasi tomon ko'chadi, ya'ni iliq front bo'ladi va iliq havo sovuq havoning ustidan yuqoriga ko'tariladi (bunday frontlar anafrontlar deb ataladi). (4.14) va (4.13) larni taqqoslash, quyidagi xulosaga olib keladi iliq frontning qiyaligi statsionar frontning qiyaligidan katta

$$(\operatorname{tg} \alpha)_{\text{anifr}} > (\operatorname{tg} \alpha)_{\text{stas}}. \quad (4.15)$$

Agar $\rho_2 \dot{u}_2 < \rho_1 \dot{u}_1$ munosabat bajarilsa, unda front sovuq front deb ataladi. (5.14) va (5.13) larni taqqoslashdan

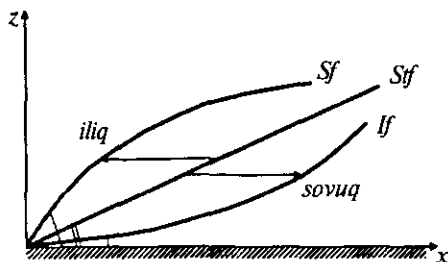
$$(\operatorname{tg} \alpha)_{\text{kanafr}} < (\operatorname{tg} \alpha)_{\text{stas}}. \quad (4.16)$$

ekanligi kelib chiqadi, ya'ni sovuq frontning qiyaligi stasionar frontning qiyalik burchagidan kichikdir.

Endi (4.15) va (4.16) ifodalarni taqqoslasak, quyidagiga kelimiz:

$$(\operatorname{tg} \alpha)_{\text{anifr}} > (\operatorname{tg} \alpha)_{\text{katafr}} \text{ yoki } (\operatorname{tg} \alpha)_{\text{il}} > (\operatorname{tg} \alpha)_{\text{sovuq}}. \quad (4.17)$$

Real atmosferada stasionar, iliq va sovuq frontlarning qiyalik burchaklari orasidagi munosabatlar erkin atmosferada o'rinli, chunki (4.13) ifoda geostrofik harakatdan foydalanilgan, ya'ni yer sirti ishqalanishi hisobga olinmagan holda keltirib chiqarilgan.



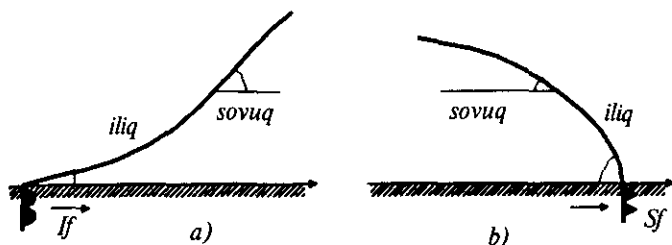
4.3-rasm. Harakatlanayotganda front qiyalik burchagining yer sirti yaqinidagi o'zgarishi.

Atmosferaning chegara qatlamida yer sirti ishqalanish kuchlari ta'sirida harakatlanayotgan frontlarning vertikal profillari keskin o'zgaradi va keltirib chiqarilgan (4.15) va (4.16) munosabatlarga mos tushmaydi.

Faraz qilaylik, stasionar frontning vertikal profili 4.3-rasmda tasvirlangan ko'rinishga ega bo'lsin (tabiiyki, qiyalik burchagi keskin kattalashtirilgan).

Agar sirkulatsiya sharoitlarining o'zgarishlari tufayli sobiq statsionar front sovuq havo massasi tomon siljiy boshlasa (chapdan o'ngga), u iliq frontga aylanadi. Bu holda frontning quyi qismi yer sirti ishqalanishi tufayli yuqori qismga nisbatan sekinroq siljiydi (4.4- a rasm).

Agar sobiq statsionar front iliq havo massasi tomon (o'ngdan chapga) siljiy boshlasa, u sovuq frontga aylanadi. Bu yerda ham frontning quyi qismi yer sirti ishqalanishi tufayli yuqori qismiga



4.4-rasm. Iliq (a) va sovuq (b) frontlarning vertikal qirqimlari.

nisbatan sekinroq siljiydi. Buning natijasida yer yaqinidagi sovuq frontning qiyalik burchagi statsionar frontning qiyaligidan kattaroq bo'ladi (4.4- b rasm).

Shunday qilib, iliq va sovuq frontlarning yer yaqinida va erkin atmosferada qiyalik burchaklari orasidagi munosabatlar turlicha bo'ladi: yer yaqinida iliq frontning qiyalik burchagi sovuq frontning qiyaligidan kichikroq, erkin atmosferada esa, aksincha, iliq frontning qiyaligi sovuq frontning qiyaligidan kattaroq (4.4-rasm).

4.4. Statsionar front zonasida bosim va shamol maydonlarining xususiyatlari

Statsionar frontning qiyalik burchagini aniqlash uchun Margules formulasi quyidagicha edi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{l}{g} \frac{\Delta v}{\Delta T} T_m. \quad (4.18)$$

Bu formulada Δv dan tashqari barcha kattaliklar real atmosferada musbatdir. Front sovuq havo massasi tomoniga qiya bo'lsin, bu holda $\operatorname{tg} \alpha > 0$ bo'ladi.

(4.18) formulani keltirib chiqarishdagidek x o'qini sovuq havo tomonga, y o'qini front chizig'i bo'ylab yo'naltiramiz.

$\Delta v > 0$ va $\operatorname{tg} \alpha > 0$ shartlar uchun barik maydonning mumkin bo'lgan holatlarini ko'raylik.

1) $\Delta v = v_1 - v_2 > 0$ agar $v_1 > 0$ va $v_2 > 0$. Shamolning bunday taqsimotida havo bosimining past qiymatlari front chizig'ida yotadi, frontning ikkala tomonida esa bosim yuqori bo'ladi. Demak, izobarik sirtlar sovuq va iliq havo massalarida front chizig'iga qiya bo'ladi, ya'ni front „tarnovchada“ (botiqlikda) joylashgan bo'lib, bosimi eng past qiymatiga ega bo'lgan izobara bilan ustma-ust bo'ladi (4.5- a rasm).

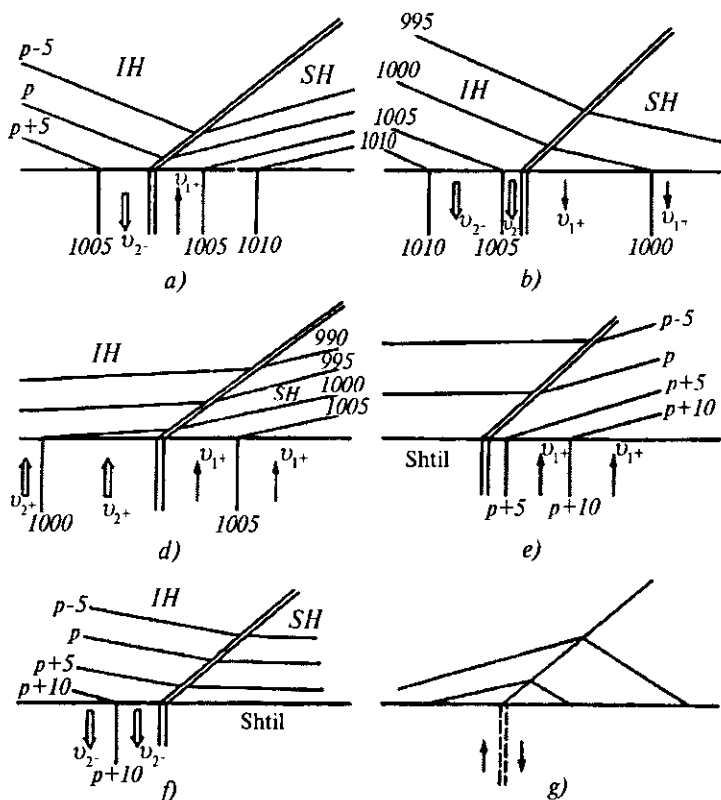
2) $\Delta v = v_1 - v_2 < 0$, agar $v_1 < 0$, $v_2 < 0$ va $|v_2| < |v_1|$.

Bunday shamol maydoni quyidagi bosim taqsimotida mavjud bo'ladi: iliq havo massasida — yuqori bosim (Yu), sovuq havo massasida — past bosim (P).

Izobarik sirtlar iliq havo massasi tomon og'ib, ularning qiyalik burchagi iliq havo massasida sovuq havodagiga nisbatan kattaroq bo'ladi. Front chizig'i bu safar ham tarnovchada joylashgan bo'ladi, ya'ni front chizig'ida izobarik sirtlar botiqsimon egilishga ega bo'ladi (4.5- b rasm).

3) $\Delta v = v_1 - v_2 > 0$, agar $v_1 > 0$, $v_2 > 0$ va $v_2 > 0$, $v_1 > v_2$.

Shamolning ushbu taqsimotida shamolning barik qonuni asosida izobaralar front chizig'iga parallel, sovuq havo massasida bosim yuqori, iliq havo massasida esa past bo'ladi. Izobarik sirtlar iliq havo massasi tomon og'ib, ularning iliq havo massasidagi qiyalik



4.5-rasm. Gorizontaal (x, y) va vertikal (x, z) sirtlardagi bosma maydonida statsionar frontning ikki xil joylanishi.

burchagi sovuq massadagiga nisbatan kichik bo'ladi. Front chizig'i tarnovchada joylashgan bo'ladi (4.5- d rasm).

Stasionar front zonasida barik maydonning yana ikki varianti mavjud: sovuq yoki iliq havo massasida shamol bo'lmasligi mumkin:

4) $\Delta v = v_1 - v_2 > 0$, agar $v_1 > 0$, $v_2 = 0$

5) $\Delta v = v_1 - v_2 > 0$, agar $v_1 = 0$, $v_2 < 0$.

Oxirgi ikki hollarda ham front „tarnovchada“ joylashgan bo'ladi (4.5- b, f rasmlar).

Agar front sirtlari izobarik sirtlarni kesib o'tgan joyini o'rkachsimon egilishli shaklda tasavvur qilsak (4.5- g rasm), biz nafaqat $\Delta v < 0$ ga kelamiz, balki izobarik sirtlarning shunday taqsimotiga ega bo'lamizki, unda barik pog'ona sovuq havo massasida iliq havo massasidagidan kattaroq bo'ladi. Bu esa fizikaviy ma'noga to'g'ri kelmay, front chizig'ining barik o'rkach o'qi bo'ylab o'tishi fizikaviy ma'noni inkor etadi.

Statsionar front zonasida bosim va shamol maydonlari shamolning barik qonuni orqali bir-biri bilan uzviy bog'liq bo'lganligi uchun bu ikki meteorologik kattaliklar birgalikda ko'riladi. Barcha ko'rib o'tilgan misollarda shamol vektori izobaralar bo'ylab yo'nalgan, izobaralar esa statsionar front chizig'i bilan parallel holda joylashgan bo'ladi.

Real atmosferada yer sirti yaqinidagi ishqalanish kuchlari hisobiga shamol vektori izobaralarga nisbatan past bosim tomonga α burchak ostida og'ib turadi. Ishqalanish kuchlari qancha katta bo'lsa, og'ish burchagi α shuncha katta bo'ladi. Quruqlik ustida og'ish burchagi o'rtacha $30^\circ - 45^\circ$, suv sirti ustida esa $10^\circ - 15^\circ$ ga teng bo'ladi. Orografik nuqtayi nazardan murakkab hududlarda (tog' vodiylarida) chetlanish burchagi 90° gacha yetishi mumkin. Yuqorida ko'rib chiqilgan 5 variantdan real atmosferada ko'proq birinchisi uchraydi. Bu variantda past bosimli izobara statsionar front chizig'i bilan ustma-ust joylashadi, front chizig'ining ikki tomonida esa bosim ortib boradi. Bu holda shamol vektorining izobaradan past bosim tomonga og'ishi natijasida front chizig'ida havo oqimlarining konvergensiya (yaqinlashuvi) kuzatiladi. Bu esa sovuq va iliq massalarning yaqinlashuviga hamda frontning keskinlashuviga olib keladi. Qolgan 4 variantda yer sirtida shamol vektorining normal

(perpendikular) tashkil etuvchisi yuzaga keladi va uning ta'sirida front chizig'i u yoki bu tomonga siljishga harakat qiladi, ya'ni stasionar front harakatlanuvchi frontga aylanish tendensiyasiga ega bo'ladi.

Barik tendensiya maydoni masalasiga kelsak, statsionar front zonasida ularning qiymatlari kichik bo'ladi. Bosim ortishining boshlanishi frontning yemirilishiga imkon yaratadi. Statsionar front zonasida bosimning faol pasayishida esa frontning keskinlashishi bilan bir paytda izobaralarning deformatsiyasi yuz beradi — ular yana ham kattaroq siklonik egrilikka ega bo'ladi va statsionar front harakatlanuvchi frontga aylanadi.

4.5. Harakatlanuvchi frontlar zonasida bosim, shamol, barik tendensiya va harorat maydonlarining xususiyatlari. Front baroklin tizim sifatida

Frontning ayrim qismlari faqat kichik vaqt mobaynidagina kam harakatlanuvchi yoki statsionar bo'lishi mumkin. Odatda, front doimo harakatda bo'lib, o'z joylanishini o'zgartiradi. Bu holda frontning ayrim qismlari iliq havo massasi tomon siljib, sovuq frontni, boshqalari esa sovuq havo massasi tomon harakatlanib, iliq frontni hosil qiladi.

Front siljishining zaruriy sharti front chizig'ining izobaralar bilan kesishishi hisoblanadi (statsionar front zonasida front chizig'i izobaralarga parallel). Bu holda shamolning normal tashkil etuvchisi vujudga kelib, front chizig'ining siljishiga olib keladi.

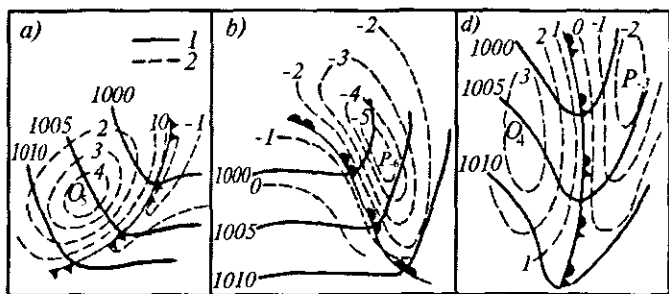
Harakatlanuvchi front barik botiqlik o'qi bo'ylab joylashadi. Bu yerda oqimlarning yaqinlashishi (havo massalarining yaqinlashishi) uchun sharoitlar mavjud, chunki yer sirti ishqalanishi hisobiga shamol vektori izobara urinmasidan past bosim tomon og'adi. Shuning uchun oqimlarining yaqinlashish varianti, ya'ni front ortida shamol perpendikular, front oldida front chizig'iga parallel esish holatlari ko'proq uchraydi. Front harakatining yo'nalishi barik maydon va havo massalarining umumiy harakat yo'nalishidan osongina aniqlanadi. Ular shunday harakatlanadiki, shimoliy yarimsharda past bosimli zona doimo chap tomonda,

janubiy yarimsharda esa o'ng tomonda qoladi. Frontlar past bosim zonasida va bosimning pasayishi davrida keskinlashadi, yuqori bosim zonasida va bosimning ortishi davrida yemiriladi. Bu past bosim zonasida ko'tariluvchi harakat va oqimlarning konvergensiya (yaqinlashishi), yuqori bosim zonasida pastga yo'nalgan harakat va oqimlarning divergensiya (uzoqlashishi) bilan bog'liq.

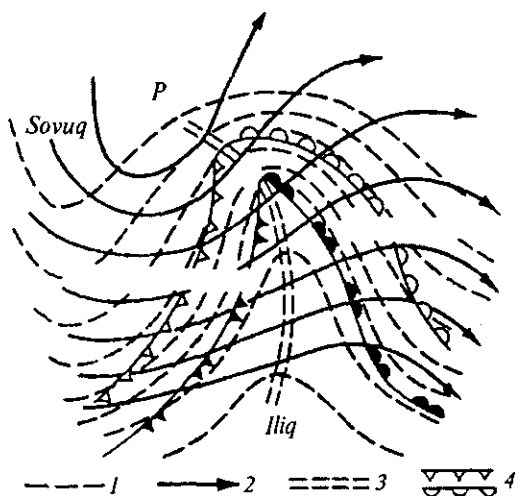
Harakatlanuvchi frontlar zonasida barik tendensiya maydoni (uch soat mobaynidagi bosim o'zgarishi) yaqqol ifodalangan. Sovuq front ortida bosim, odatda, ortadi, iliq front oldida esa pasayadi. Okkluziya fronti sovuq va iliq frontlarning qo'shilishi natijasida vujudga kelganligi uchun okkluziya fronti oldida bosim pasayadi, front ortida esa ortadi. Sovuq front ortida bosimning ortishiga, iliq front oldida bosimning pasayishiga ta'sir ko'rsatadigan ikkita asosiy omilni ko'raylik.

1. Ixtiyoriy front (iliq, sovuq, stasionar) sovuq havo massasi tomon qiya bo'ladi, shuning uchun nisbatan zich sovuq havo pastda, zichligi kamroq bo'lgan, iliq havo tepada joylashadi. Iliq frontning yer yaqini chizig'iga yaqinlashgan sari (sovuq frontning chizig'idan uzoqlashgan sari) zich sovuq havo ustunining balandligi kamayadi (ortadi), bu esa iliq (sovuq) frontning oldida (ortida) bosimning pasayishi (ortishi)ga olib keladi (4.6-rasm).

2. Iliq (sovuq) frontning yer yaqini chizig'i balandlikdagi botiqlikni old (orqa) qismi ostida joylashgan bo'ladi. Odatda, bu yerda o'rta va yuqori troposferada oqimlarning divergensiya (konver-



4.6-rasm. Iliq front oldida bosimning pasayishi, sovuq front ortida bosimning ortishiga oid.



4.7-rasm. Balandlikda havo massasining oqib ketishi (oqib kelishi)ning pastda bosimning pasayishi (ortishi)ga ta'siri.

gensiya) kuzatiladi. Balandlikda havo massaning oqib ketishi (oqib kelishi) pastda bosimning pasayishi (ortishiga) olib keladi (4.7-rasm).

Agar front bilan bog'liq bo'lgan barik tizim keskin chuqurlashsa, sovuq front ortida bosim ortishi ro'y bermasligi yoki juda kuchsiz ifodalangan bo'lishi mumkin. Agar barik tizim to'lishsa, u holda iliq front oldida bosim pasayishi juda kuchsiz ifodalangan bo'lishi mumkin.

Front nisbatan tor o'tish zonasi sifatida namoyon bo'lib, u yerda haroratning katta gorizontallari kuzatiladi. Chunki u iliq havo massasini sovuq havo massasidan ajratib turadi. Shuning uchun haroratning keskin advektiv o'zgarishlari frontlar harakati bilan bog'liq.

Atmosfera frontlari zonalarida atmosfera barokliniligi yaqqol ifodalanadi. Ma'lumki, meteorologik hisoblashlarda, atmosferaning ikki — barotrop va baroklin modellari qo'llaniladi.

Barotrop modelda havo zichligi faqat bosim yoki harorat funksiyasi deb faraz qilinadi: $\rho = \rho(P)$ yoki $\rho = \rho(T)$. Bu

izopiknik $\rho = \text{const}$, izobarik $P = \text{const}$ va izotermik $T = \text{const}$ sirtlarning o'zaro parallelligini bildiradi. Bunday holda atmosferaning chegaraviy qatlamidan yuqorida haroratning advektiv o'zgarishlari kuzatilmasligi o'z-o'zidan ravshan. Bu esa faktik ma'lumotlarga ziddir.

Real atmosferada havo zichligi bir paytda ham bosim, ham haroratning funksiyasi bo'ladi $\rho = \rho(P, T)$, unda izopiknik, izobarik va izotermik sirtlar o'zaro kesishib, termodinamik solenoidlarni hosil qiladi. Bunday atmosfera baroklin atmosfera deb ataladi.

Front zonasida harorat, potensial harorat, bosim va boshqa meteorologik kattaliklarning katta gorizontaal gradiyentlari kuzatiladi, ya'ni termodinamik solenoidlarning quyuqlashishi ro'y beradi. Termodinamik solenoidlarning mavjudligi atmosferaning baroklinligini xarakterlaydi, ularning soni esa sirkulatsiya tezlanishi kattaligini belgilaydi. Buning natijasida front zonasida shamol tezligi qo'shni hududlardagidan ortiqroq bo'ladi.

Agar izotermalar va potensial harorat izotermalarining (izenropa) fazoviy joylanishini ko'rib chiqsak, front zonasida izentropa sirtlarining qiyaligi front qatlamlari qiyaligiga yaqin ekanligiga guvoh bo'lamiz.

4.6. Iliq frontlarning xarakteristikalar

Iliq front deb sovuq havo massasi tomon harakatlanuvchi va o'z ortidan nisbatan iliq havo massasini olib keluvchi frontga aytiladi. 4.8-rasmda yer yaqini xaritasida front chizig'iga normal bo'yicha vertikal qirqimdagi iliq front qismi sxematik tarzda ifodalangan.

Iliq front bulutlar tizimining tahlilidan ko'rish mumkinki, bulutlar sovuq havo massasida yer yaqini front chizig'ining oldida joylashgan bo'lib, iliq havoning jadal ko'tariluvchi harakatlari zonasiga mos tushadi. Bu tizimning asosiy tashkil etuvchilari $Ci-Cs$ va $As-Ns$ bulutlaridir, ularning ostida, ayniqsa yog'in-garchilik zonalarida $St fr$ — parchalangan bulutlar kuzatiladi.

$Ci-Cs$ bulutlari mustaqil qatlam sifatida namoyon bo'ladi, ularning yuqori chegarasi shamolning maksimal tezliklari sathiga (tez oqimning o'qiga) mos tushadi, ya'ni tropopauzaga yaqin joylashgan bo'ladi.

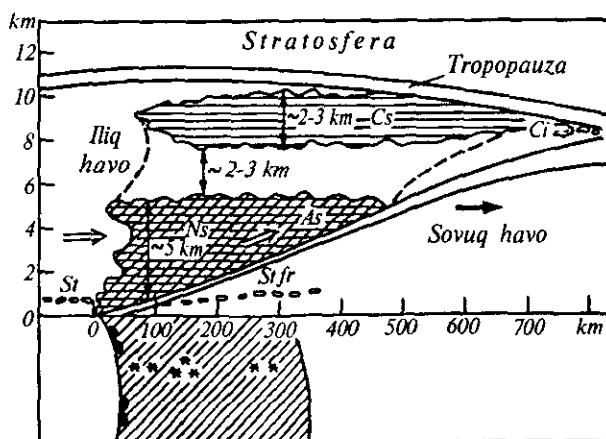
As—Ns bulutlarining yuqori chegarasi deyarli gorizontal bo'lganligi uchun iliq front bulutlari qatlamining eng katta qalinligi front chizig'i yaqinida kuzatiladi.

Siklon markazi yaqinida iliq frontning bulutlar tizimi eng rivojlangan bo'ladi, Ns va burkama yog'inlar zonasining eni 300 km, As—Ns butun tizimining eni 500—600 km ni tashkil qiladi. Ci—Cs bulutlar zonasi As—Ns tizimining oldida joylashadi va uning eni 200—300 km ga yaqinlashadi.

Ci—Cs tizimining As—Ns larning ustidagi qismi ham hisoblaganda butun bulutlar tizimining uzunligi yanada kattaroq bo'lishi mumkin (4.8-rasmga qarang).

Shunday qilib, bulutlar tizimi iliq front chizig'i oldida 700—900 km masofaga cho'ziladi, Ns va burkama yog'inlar zonaning eni 300 km gacha yetadi.

Iliq front chizig'i siklon markazidan uzoqlashgan sari havoning ko'tariluvchi harakati susayib boradi. Mos ravishda bulutlarning vujudga kelishi va yog'inlar hosil bo'lishi jarayonlari ham susayadi. Siklon markazidan ma'lum bir masofada iliq frontdagi yog'inlar to'xtaydi, keyin esa bulutlar ham asta-sekin yo'qoladi. 4.8-rasmda keltirilgan iliq front sxemasi yetarlicha tipik bo'lishiga qaramay, doim ham rasmdagidek ko'rinishda bo'lavermaydi, chunki bu iliq



4.8-rasm. O'rta kengliklardagi iliq frontning bulutlar va yog'inlar tizimi.

havo massasining namligiga, siklon mavjudligining davomiyligiga va uning jadalliligiga, turli balandliklarda havo vertikal tezligining qiymatiga, mavsumga, hududning geografik xususiyatlariga va boshqalarga bog'liq.

4.8-rasmda keltirilgan tipik sxemadan mumkin bo'lgan asosiy chetlanishlar quyidagicha:

1. Front iliq qismining va siklon vujudga kelishining boshlang'ich bosqichlarida jadal yog'inlar beradigan frontusti $As-Ns$ bulutlar tizimi rivojlanadi.

Front chizig'i yaqinida havoning ko'tariluvchi harakati konvektiv xususiyatlarga ega bo'lganda, yog'inlar jalaga aylanadi va ba'zida momaqaldiroq yuz berishi mumkin. $Ci-Cs$ bulutlar tizimi hali kuchli rivojlanmagan, shuning uchun iliq front bulutlar tizimi eni kichik bo'ladi, lekin u frontning ikkala tomonida ham joylanishi mumkin.

2. Atmosfera chegaraviy qatlamining yetarlicha namligida va uning ichida faol turbulent aralashish jarayonlari kuzatilganda front chizig'i yaqinida frontosti $St-fr$ bulutlari frontusti bulutlariga qo'shiladi, front chizig'idan uzoqroqda esa ular yoppasiga qoplam hosil qilib (ayniqsa, sovuq yarim yillikda), iliq frontning bulutlar tizimini yerda joylashgan kuzatuvchidan butunlay to'sib qo'yadi. Qishda As bulutlari beradigan yog'inlar yer sirtigacha yetishi va $St-Ss$ bulutlar tizimidan yog'inlarning yog'ishiga rag'batlantiruvchi omil bo'lishi mumkin. Bunday hollarda yog'inlar frontoldi zonasining eni 400 km va undan ortiq bo'lishi mumkin.

3. Agar atmosfera chegaraviy qatlamida iliq frontning qiyalik burchagi juda ham kichik bo'lsa, unda bulutlarning asosiy tizimi va burkama yog'inlar zonasi front chizig'idan ancha oldinga surilgan bo'ladi. Bunday holat yer sirtida katta ishqalanish mavjudligi natijasida frontning quyi qismi ushlanib qolishi, yuqori qismi esa tez harakatlanishida kuzatiladi.

4. Iliq front sekin ko'chganda (u keskin ifodalangan barik botiqlikda yoki rivojlangan siklon markazi yaqinida joylashganida) va havoning ko'tariluvchi harakatlari frontorti zonasini egallab olgan hollarda $As-Ns$ bulutlar tizimi frontning ikkala tomonida ham

joylashadi. Am.no front chizig'i e'tida bu tizim juda qatlamlashgan bo'lib, yog'in bermaydi yoki yog'inlar juda kuchsiz bo'ladi. Frontorti yog'inlari ko'pincha shivalama xarakterga ega bo'lib, *St—Ss* bulutlaridan yog'adi.

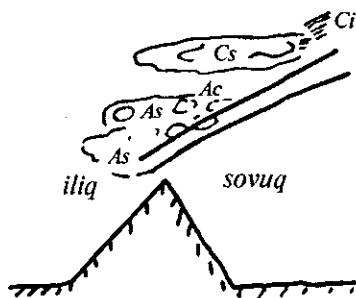
5. Eski iliq frontlarning bulutlari butun front bo'ylab juda qatlamlashgan bo'lishi mumkin. Bu qatlamlar quyida joylashgan bulut qatlamlaridan boshlab asta-sekin tarqaladi va yog'inlar to'xtaydi. Iliq frontga xos bo'lmagan *Ac*, *Cc* bulutlari paydo bo'lishi mumkin. *Ci—Cs* bulutlar tizimi ham tarqalib ketadi. Tarqoq *Ci* bulutlarini esa front yemirilganidan so'ng, hatto frontni yer yaqini xaritasida aniqlash mumkin bo'lmay qolganda ham, front chizig'idan ancha uzoq masofada kuzatish mumkin.

Iliq havo juda quruq va kondensatsiya sathi ancha yuqorida joylashganda yog'inlar va quyi bulutlar kuzatilmaydi. Yozda quruqliklar ustidagi iliq frontlar, odatda, tipik sxemadagidan ancha farq qiladi. Ularda *As—Ns* bulutlar tizimi sezilarli rivojlanishga ega bo'lmaydi. Front oldida bulutlar ko'pincha uzluksiz qatlam bo'lib joylashmaydi. *Ac* bulutlar mavjud bo'ladi, kunduzi *Ci* bulutlari rivojlanadi, siklon markazining yaqinida esa jala yog'inlari va hatto momaqaldiraq bo'lishiga olib keladigan *Cb* bulutlarini kuzatish mumkin.

6. Tog'ni oshib o'tayotgan iliq frontning bulutlar tizimi tipik sxemadan keskin farq qiladi. Unda faqat yuqori yarus *Ci—Cs* va o'rta yarus *As—Ac* bulutlari kuzatiladi. Yog'inlar yog'maydi. Bunday holatni yilning sovuq paytida O'rta Osiyoda, janubda joylashgan tog'lardan iliq frontlar oshib o'tayotganda kuzatish mumkin. O'rta Osiyoda iliq front zonasida yog'inlarning va quyi yarus bulutlarining yo'qligiga sabab, O'rta Osiyodan janubda tropik va subtropik kengliklardagi quruqlik ustida vujudga kelgan iliq havo massalari namligining kichikligidir (4.9-rasm).

Iliq frontning bulutlar tizimini birjinsli va tinch deb hisoblab bo'lmaydi. Uning ichida murakkab va oxirigacha o'rganilmagan fizikaviy jarayonlar ro'y beradi, ularning hammasi iliq frontlarning turli-tuman tuzilishlariga olib keladi.

Qishda iliq frontning oldida qor yog'ishi, ko'pincha qor bo'ronlariga olib keladi. Agar yer yaqini qatlamida manfiy haroratlarda



4.9-rasm. Tog'ni oshib o'tayotgan ilic frontning bulutlar tizimi.

frontal sirt ustida haroratlar musbat bo'lsa, unda o'ta sovuq holatda tushgan yomg'ir tomchilari yer sirtigacha yetib kelib, yaxmalak hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Ko'p hollarda ilic front oldida va, ayniqsa, uning ortida tumanlar kuzatiladi. Ilic front kuzatish punktiga yaqinlashganda ob-havoning o'zgarishlari ma'lum ketma-ketlikda ro'y beradi (4.8-rasm).

1. Front yaqinlashayotganligining birinchi belgilari *Ci* turidagi bulutlarning paydo bo'lishidir. Keyin ular *Cs* bulutlari bilan almashadi, bosimning pasayishi boshlanadi va front chizig'ining siklon markaziga nisbatan shimoliy g'arbdan janubiy sharqqa burilishi tufayli shimoliy sharqqa yo'nalgan shamollarning kuchayishi kuzatiladi.

2. *As* turidagi bulutlar paydo bo'ladi, ular zichlashib *Ns* bulutlariga aylanadi, yog'inlar boshlanadi. Bosimning pasayishi tezlashib, natijada shamol kuchayadi. Qishda haroratning sutkalik o'zgarishi buziladi, yer yaqini inversiya qatlamining buzilishi ko'p hollarda ilic front chizig'idan ancha oldinda haroratning keskin ko'tarilishiga olib keladi. Front chizig'i yaqinlashgan sari shamol kuchayishi davom etadi, bosimning pasayishi esa susayadi. Mos ravishda barogrammadagi egri chiziq botiqlikka (ya'ni, siklonlik egriqlikka) ega bo'ladi.

3. Front chizig'ining o'tishi havo haroratining tez ortishi, shamol yo'nalishining keskin o'ngga burilishi, bosim pasayishining

to'xtashi yoki keskin susayishi, yog'inlarning to'xtashi bilan belgilanadi.

Iliq frontning tezligi 30 km/soat atrofida bo'lsa, iliq front bulutlar tizimining kuzatish punktidan o'tish vaqti davomiyligi 1 sutkani, burkama yog'inlarning davomiyligi taxminan 10 soatni tashkil etadi. Ammo bu davomiylik frontning xossalari va uning ko'chish tezligiga bog'liq bo'lib, keng chegaralarda o'zgarishi mumkin.

Yozda kunduzi yerga yaqin qatlamda kuchli bulutlilikda iliq front chizig'ining orqasidagi harorat front oldidagi haroratdan unchalik farq qilmasligi mumkin. Ayrim hollarda yupqa bulutlilik kuzatilganda quruqliklar ustida kunduzi iliq front orqasidagi harorat front oldidagi haroratdan past bo'lishi mumkin. Bunday hodisa *frontning yashirinishi* deb ataladi.

4.7. Sovuq frontlarning xarakteristikalar

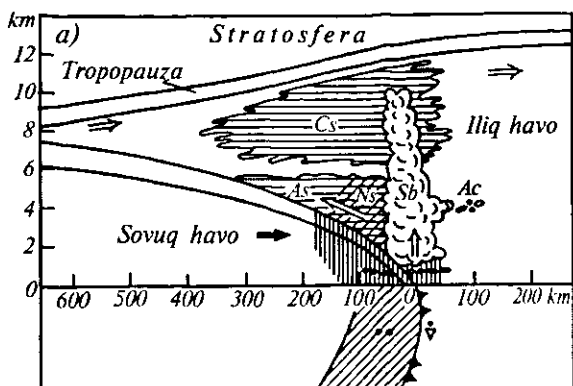
Agar front nisbatan iliq havo massasi tomon harakatlansa, u *sovuq front* deb ataladi.

Sovuq frontlarning harakat tezligiga qarab ular birinchi turdagi (sekin harakatlanuvchi) va ikkinchi turdagi (tez harakatlanuvchi) frontlarga bo'linadi. Frontning harakat tezligi ma'lum darajada uning xususiyatlariga bog'liq.

Sovuq frontning sekin harakatlanuvchi qismlari siklon paydo bo'lishining boshlang'ich bosqichlarida va umuman siklon markazi yaqinida, shuningdek, siklon markazidan uzoqda frontning sovuq qismi statsionar yoki iliq frontga o'tayotgan joylarda kuzatiladi.

Bunday sovuq frontning (birinchi turdagi sovuq front) bulutlar tizimi asosan front chizig'i ortida joylashib, iliq front bulutlar tizimining aks tasvirini eslatadi. Bevosita front oldida yomg'irli to'p-to'p *Cb* bulutlari kuzatilishi mumkin, shuning uchun front chizig'i o'tishi bilan jala yog'inlari burkama yog'inlarga aylanadi. Ammo paydo bo'layotgan siklon markazi yaqinida burkama yog'inlar sovuq frontning ham oldida, ham uning ortida kuzatiladi (5.10-rasm).

Agar havoning ko'tariluvchi harakatlari siklonning barcha markaziy qismlarini qamrab olishi va siklon markazida asosiy front



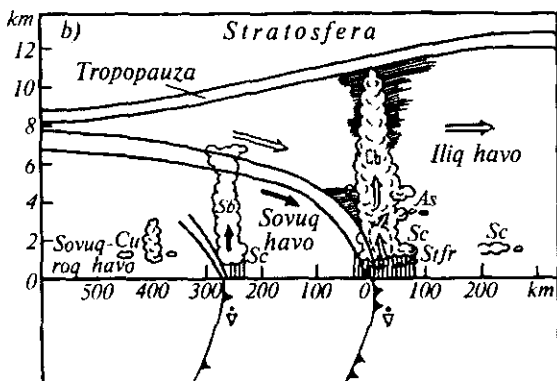
4.10-rasm. Sekin harakatlanuvchi sovuq frontlarning bulutlar va yog'inlar tizimi.

bo'ylab harakatlanganda frontning ishorasi almashishi, ya'ni iliq front uchastkasi sovuq frontga aylanishi hisobga olinsa, u holda sovuq frontning siklon markazi yaqinidagi qismida bulutlilikning rasmda ko'rsatilganidek xarakterini izohlash mumkin.

Natijada iliq frontning avval vujudga kelgan bulutlar tizimining bir qismi siklon ortida sovuq frontning orqasida qolib ketadi. Siklonning markazidan uzoqlashgan sari birinchi turdagi sovuq front ikkinchi turdagi sovuq frontga aylanadi.

Ikkinchi turdagi sovuq frontda shamolning front chizig'iga perpendikular bo'lgan tashkil etuvchisi katta bo'ladi va balandlik bo'yicha ortadi. Natijada balandlikdagi sovuq frontning harakat tezligi ishqalanish ta'sirida susaygan yer yaqini qatlamidagi tezlikdan katta bo'ladi. Bu holda front sirti profili keskin qiya bo'ladi va sovuq havo massasi traktor zanjiriga o'xshab yuqoridan pastga harakatlanib siljiydi. Sovuq havoning tez siljishi front chizig'i oldida joylashgan iliq havoning keskin ko'tarilishiga olib keladi, bu esa vertikal rivojlanish bulutlarining hosil bo'lishiga va jala yog'inlarining yog'ishiga sabab bo'ladi. Front ortidagi havoning pastga tomon harakati bulutlar tizimining bu yo'nalishda tarqalishiga to'siq bo'ladi (4.11-rasm).

Bunday sovuq frontlardagi bulutlarning asosiy shakli — kuchli to'p-to'p *Cb* bulutlari, ularning tarqalishi natijasida kam miqdorda



4.11-rasm. Tez harakatlanuvchi sovuq frontlarning bulutlat va yog'inlar tizimi.

Ci, *Cc*, *Ac* va *Sc* bulutlari hosil bo'ladi, ularning ostida jala yog'inlari zonasida, odatda *St fr* yoki *Cu fr* bulutlari kuzatiladi.

Ayrim hollarda ikkinchi turdagi sovuq frontlarning o'tishida qasirg'a va momaqaldiroqlar ro'y beradi. *Cb* bulutlari kuzatiladigan va jala yog'inlar yog'adigan frontoldi zonaning eni 50—100 km ni tashkil etadi. Shuning uchun odatdagi masshtabli (1:1500000) yer yaqini xaritalarida fron doim ham aniqlanmasligi mumkin. Buning ustiga *Cb* bulutlari front bo'ylab jipslashgan, kechasi esa umuman yo'qolib ketgan bo'lishi mumkin. Sovuq frontlarning iliq frontlardan farqlaridan biri aynan ana shunda.

Iliq frontlarda bulutlar yoppa qoplaminig yuqori chegarasida tungi radiatsion sovishi, bulutlarda haroratning pasayishi va sovuq havoning pastga tushishi tufayli vertikal almashishning kuchayishi kuzatiladi. Bu bulut ichida muz fazasining yuzaga kelishi, bulut elementlarining o'sishi va yog'in paydo bo'lishiga imkon yaratadi. Natijada kechasi keng maydonlarda burkama yog'inlar tez tez hosil bo'ladi. Yozda esa kunduzi yog'ayotgan yog'inlarning bir qismi yerga yetib kelmasdan, bug'lanib ketishi mumkin.

Sovuq frontlarning tuzilishi turlicha. Ulardan ba'zilar bilan tanishib chiqamiz.

1. Front oldidagi iliq havoning namligi katta bo'lganda sovuq frontning bulutlar va yog'inlar tizimi kengayib, eni 200 km gacha

yetaryigan frontoldi iliq sektor zonasini qamrab oladi. Havoning katta musbat vertikal tezliklari botiqlik o'qi bo'ylab keng zonada bulutlilik va yog'inlar hosil bo'lishiga imkon tug'dirganda, bulutlarning bunday tizimi chuqurlashayotgan barik botiqliklarda kuzatiladi. Ammo bu holda ham sovuq front chizig'i yaqinida *Cb* bulutlari kuzatiladi, yog'inlar esa jala xususiyatiga ega bo'ladi.

2. Ishqalanish tufayli vertikal harakatlar va turbulent vertikal harakatlari ta'siri ostida rivojlanadigan *St fr* va *Cu fr* bulutlari sovuq front bulutlar tizimini yoppasiga to'sib qo'yishi mumkin. Yog'ayotgan yog'inlar tufayli havo namligining ortishi ham *St fr* va *Cu fr* bulutlarining paydo bo'lishiga imkoniyat yaratadi. Natijada quruqlik ustida yilning sovuq yarmida yerdagi kuzatishlar orqali sovuq front bulutlar tizimining yaqinlashishini ko'rish imkoniyati juda kam.

3. Frontoldi havosining nisbiy turg'unligi va katta quruqligida sovuq frontlar yog'insiz hamda hatto yaqqol ifodalanmagan frontal bulutlar tizimisiz o'tishi mumkin. Bunday hodisalarni yilning iliq yarmida O'rta Osiyo ustida kuzatish mumkin.

4. Ko'p hollarda asosiy sovuq front ortida *Cb* bulutlari va jala yog'inlarining nisbatan tor zonasi vujudga keladi hamda ular ikkilamchi sovuq frontlar yoki noturg'unlik chizig'i deb ataladi. Ikkilamchi sovuq front bulutlarining gorizontal va vertikal uzunligi asosiy sovuq frontlar bulutlarining uzunligidan kichikroq bo'ladi. Ikkilamchi sovuq frontlar siklon ortida barik botiqliklarda vujudga keladi. Lekin shuni unutmaslik kerakki, siklon ichida jala yog'inlar nafaqat frontal, balki ichki havo massasi yog'inlari bo'lishi mumkin, chunki siklon ortidagi sovuq havo massasi noturg'undir.

4.11-rasmda ikkinchi turdagi sovuq frontning kuzatish punktidan o'tishida meteorologik kattaliklarining o'zgarishi sxemasi keltirilgan.

Ikkinchi turdagi sovuq frontning harakat tezligi 40 km/soat atrofida bo'lganida bu front bulutlar tizimining kuzatish punktidan o'tish vaqti davomiyligi 1—2 soatdan ortmaydi. Albatta, iliq frontlardagidek, bu davomiylik keng chegaralarda, frontning

harakat tezligiga va bulutlar tizimining eniga bog'liq ravishda, o'zgaradi. Birinchi turdagi sovuq front uchun bulutlar tizimining kuzatish punktdan o'tish vaqti davomiyligi 10 soat va undan ortiq bo'lishi mumkin.

Sovuq front termobarik maydonining tahlilidan ko'rish mumkinki, havo haroratining eng katta gorizontal gradiyentlari bevosita front chizig'i o'tganida kuzatiladi.

4.8. Okkluziya frontlarning xarakteristiklari

Bitta frontal siklon tizimida, odatda, iliq (siklonning old qismida) va sovuq front (siklonning orqa qismida) qismlari mavjud. Kattaroq tezlik bilan harakatlanuvchi sovuq front ma'lum vaqtdan keyin iliq frontni quvib yetgach, u bilan qo'shiladi va murakkab frontni tashkil qiladi. Bu murakkab front *okkluziya fronti* deb ataladi. Sovuq frontning iliq frontga nisbatan tez siljishining ikki asosiy sababini ta'kidlash lozim.

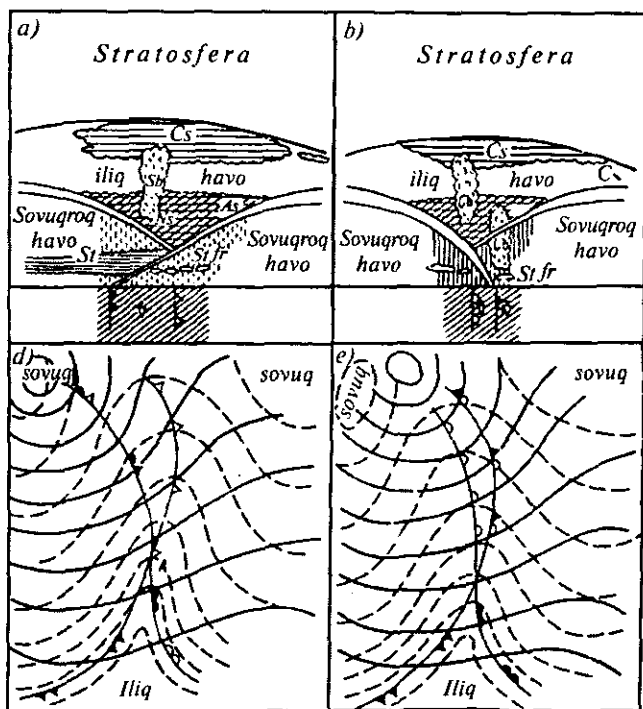
1. Iliq havo massasi tomon harakatlanayotgan sovuq front uning yo'lida joylashgan zichligi kamroq bo'lgan iliq havoni osonroq siqib chiqaradi.

2. Yer yaqini xaritasida ifodalangan sinoptik obyektlar (havo massalari va frontlar) o'rta troposferadagi yetarlicha kuchli va turg'un oqimlar bo'ylab siljiydi. Bu yetaklovchi oqimlarning tezligi qancha katta bo'lsa, sinoptik obyektlarning siljish tezligi ham shunchalik katta bo'ladi.

Agar yer yaqini ob-havo xaritasidan front chiziqlarni MT_{700} yoki MT_{500} xaritasiga ko'chirsak, u holda sovuq front yaqinlashuvchi oqimlar (konvergensiya) bilan xarakterlanadigan balandlikdagi botiqlik ortida joylashgan bo'ladi. Bu yerda uzoqlashuvchi oqimlar (divergensiya) bilan xarakterlanadigan balanddagi botiqlikning old qismidagi oqim tezligiga nisbatan oqim tezligi sezilarli darajada katta bo'ladi.

Okkluziya frontlari siklon rivojlanishining kechki bosqichlari uchun (to'lishish arafasiga) xarakterlidir. Okkluziya frontlari tizimida uchta havo massasi o'zaro ta'sirlashadi, ulardan eng ilig'i

yer sirtiga tegmaydi, qolganlari esa okkluziya frontning ikki tomonida joylashgan bo'ladi. Shuning uchun okkluziya frontlarida yerga tegib turgan frontdan tashqari yuqorida joylashgan front ham mavjud bo'ladi. Iliq okkluziya fronti holida yuqorida joylashgan front sovuq front bo'lib, yer yaqini xaritasidagi iliq okkluziya fronti chizig'iga nisbatan oldinda joylashgan bo'ladi. Sovuq okkluziya fronti holida esa yuqorida joylashgan front iliq front bo'lib, yer yaqini xaritasidagi sovuq okkluziya fronti chizig'iga nisbatan orqada joylashgan bo'ladi. Okkluziya nuqtasiga yaqinlashgan sari yuqoridagi front pasayib, yer sirtidagi frontga yaqinlashadi. Yuqoridagi front yer sirtidagi frontga yaqin joylashganligi uchun yer yaqini xaritasida ularni bir-biridan ajratish qiyin (4.12-rasm).



4.12-rasm. Iliq (a) va sovuq (b) okkluziya frontlarning sxematik vertikal qirg'irlari va termobarik maydonlari (d va e).

Yer yaqini xaritasida front chizig'ining ikki tomonidagi sovuq havoning haroratiga qarab okkluziya frontlari uchga bo'linadi.

Agar yer yaqinida sovuq front ortidagi sovuq havoning harorati iliq front oldidagidan balandroq bo'lsa, bu front iliq okkluziya fronti (IOF) deb ataladi. Bu tizimda sovuq front iliq front ustidan ko'tariluvchi harakatda bo'ladi.

Agar yer yaqinida front ortidagi sovuq havoning harorati iliq front oldidagidan pastroq bo'lsa, u holda bu front sovuq okkluziya fronti (SOF) deyiladi. Bu holatda bostirib kelayotgan sovuq front ta'sirida iliq front yer sirti yaqinida yemirilib, asta-sekin yuqori frontga aylanadi.

Agar front chizig'ining ikki tomonidagi sovuq havoning haroratlarida sezilarli farq bo'lmasa, bu front neytral okkluziya fronti (NOF) deb ataladi.

Okkluziya fronti murakkab front bo'lib, iliq va sovuq frontlar qo'shilishidan paydo bo'lganligi uchun u ham iliq, ham sovuq frontlarning xossalariga ega. Bulutlilik va yog'inlar front chizig'ining ikkala tomonida kuzatiladi. Okkluziya fronti oldida bosim pasayadi, orqasida esa ortadi.

Iliq okkluziya fronti ko'proq iliq front xossalariga ega. Bulutlilik ($A_s - N_s$) va yog'inlar (burkama) ko'proq okkluziya fronti oldida joylashgan bo'ladi. Biroq, front ortida ham bulutli, yog'inli ob-havo kuzatilishi mumkin.

Iliq okkluziya frontlari quruqliklarda-yilning sovuq yarmiga xarakterli. Bu siklonlarning janubiy g'arbdan shimoliy sharqqa ko'chishi va siklon ortidagi (sovuq front ortidagi) sovuq havo massasining harorati iliq front oldidagi mahalliy havo massasidagiga nisbatan yuqoriroq bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Iliq okkluziya frontning vertikal qirqimi va termobarik maydoni 4.12- a, d rasmda sxematik ravishda ko'rsatilgan.

Sovuq okkluziya fronti paydo bo'lganida u ko'proq sovuq front xossalariga ega bo'lib, S_i va C_b vertikal rivojlanish bulutlari kuzatiladi, yog'inlar jala xarakteriga ega bo'ladi.

Sovuq okkluziya frontlari quruqliklar ustida ko'proq yozda, sovuq front ortidagi sovuq havo massasi suv sirti ustida vujudga

kelib, o'z tarkibida ko'p suv bug'iga ega bo'lgan va nisbatan iliq quruqlik ustiga kelib, noturg'un bo'lib qolganida kuzatiladi. Quruqlik ustida iliq front oldidagi mahalliy havo massasi sovuq front ortidagi sovuq xavo massasiga nisbatan iliq bo'ladi va natijada sovuq okkluziya fronti yuzaga keladi.

4.12- b, e rasmda sovuq okkluziya fronti sxematik ravishda ko'rsatilgan.

Neytral okkluziya fronti uzoq vaqt mavjud bo'lmaydi, chunki siklonning markaziy qismini qamrab olgan nisbatan bir jinsli sovuq havo massasi siklonning to'lishi va okkluziya fronti yemirishining tezlashishiga qulaylik yaratadi. Iliq va sovuq okkluziya frontlari paydo bo'lganda siklon assimetrik bo'ladi va uning chuqurlashishi to'xtaydi yoki u sekin to'lishadi. Shuning uchun iliq va sovuq okkluziya frontlari bir sutkadan ortiqroq vaqt mobaynida mavjud bo'lishi hamda ba'zida asosiy frontlarga mos holda iliq yoki sovuq frontlarga aylanishi mumkin.

Okkluziya fronti joylashgan barik botiqlik ko'p hollarda ancha cho'zilgan va front chizig'iga nisbatan simmetrik bo'lganligi uchun okkluziya frontining o'tishi bilan shamol yo'nalishi keskin, ba'zida qarama-qarshi yo'nalishga ham o'zgarishi mumkin.

Termobarik xaritada okkluziya frontlarida frontoldi issiqlik adveksiyasi zonasi va frontorti sovuqlik adveksiyasi zonasi aniqlanadi. Issiqlik o'rkach o'qi yer yaqini okkluziya frontiga nisbatan iliq okkluziya frontida oldinga, sovuq okkluziya frontida esa orqaga siljigan bo'ladi.

Nazorat savollari

- 1. Atmosfera frontlariga ta'rif bering.*
- 2. Frontlar qanday alomatlariga binoan tasniflanadi?*
- 3. Yuqori atmosfera frontlariga ta'rif bering.*
- 4. Turli frontlar zonasida izotendensiyalar qanday taqsimlangan?*
- 5. Frontlar zonasida shamol vektori qanday taqsimlangan?*

V BOB. YUQORI FRONTAL ZONALAR VA NAYSIMON TEZ HAVO OQIMLARI

5.1. Yuqori frontal zonalarining ta'rifi va tasnifi

O'rta va yuqori troposferada hamda stratosferaning quyi qismida planetar (sayyoraviy) masshtabdagi sinoptik obyektlar — *yuqori frontal zonalar* mavjud.

Baland sovuq siklonlar va baland iliq antisiklonlar orasidagi o'tish zonalar yuqori frontal zonalar (YuFZ) deb ataladi. Ular haqiqatan ham makromasshtabdagi sinoptik obyektlar bo'lib, atmosferadagi jarayonlarda, ayniqsa, siklo- va antisiklogenez jarayonlarida katta rol o'ynaydi. YuFZ ning o'lchamlari g'oyat katta. Asosiy oqim bo'ylab gorizontal bo'yicha ularning cho'zilganligi minglab km ni, eni yuzlab km ni (1000 km gacha), vertikal qalinligi bir necha km ni (10 km gacha) tashkil qiladi.

YuFZ lar katta energiya miqdorlarini yig'uvchi atmosfera sohalaridir, chunki ularda harorat va bosim (va, demak, havo iqlimi tezliklari)ning katta gorizontal gradiyentlari kuzatiladi. YuFZ lar kinetik va ichki energiyani yirik zaxiralariga ega, ularda energiya bir turdan ikkinchisiga aylanadi.

MT_{700} , MT_{500} , MT_{300} va HT_{500}^{300} xaritalarida YuFZ lar izogipsalarning nisbatan quyuqlashgan sohasi sifatida aks etadi. Bu sohadagi markaziy izogipsa YuFZ ning o'qi deb ataladi. YuFZ ning o'qi va YuFZni hosil qiluvchi siklonning markaziy sohasi orasidagi qism YuFZ ning siklon periferiyasi (cheti), o'q va antisiklon orasidagi qism esa YuFZ ning antisiklon periferiyasi (cheti) deb ataladi.

YuFZ ning oqim yo'nalishi bo'ylab izogipsalarning yaqinlashishi kuzatiladigan qismi YuFZ ning kirishi, oqim yo'nalishi bo'ylab izogipsalarning uzoqlashishi kuzatiladigan qismi esa YuFZ ning deltasi deyiladi.

YuFZ bilan hech bo'lmaganda bitta yuqori troposfera fronti bog'liq bo'ladi. Agar yuqori troposfera frontidan tik (vertikal) fazoviy kesim o'tkzaksak, o'rta va yuqori troposferada ushbu frontni

YuFZ dan ajratish qiyin. Shuning uchun sinoptik amaliyotda o'rta va yuqori troposferada bitta sinoptik obyekt YuFZ bilan ish ko'riladi.

Ayrim YuFZ lar bir-biriga qo'shib yanada yirik planetar (sayyoraviy) masshtabdagi sinoptik obyektlarni — *planetar yuqori frontal zonalar*ni (PYuFZ) hosil qiladi.

PYuFZ lar yirik uchastkalarda ko'pincha kenglik zonalar bo'ylab joylashib, ular meridianol yo'nalishda katta amplitudali to'lqinlarga ega bo'lishi mumkin. Bu to'lqinlar ularni o'rgangan olim sharafiga *Rossbi uzun to'lqinlari* deb ataladi. Barik tizimlar — siklon va antisiklonlarning vujudga kelishi va rivojlanish jarayonlari, bir tomondan YuFZ lar bilan uzviy bog'liq bo'lsa, ikkinchi tomondan, bu jarayonlar YuFZ larning deformatsiyasi (egilishi)ga olib keladi.

PYuFZ larda to'lqinlarning vujudga kelishi, ularning tarmoqlanishi va deformatsiyasi siklo va antisiklogenez jarayonlari bilan bog'liq.

MT_{500} , MT_{300} va MT_{200} kundalik barik topografiya xaritalarida doimo ikkita PYuFZ ni ajratish mumkin. Birinchisi, yarimsharni umumiy qutbiy havza periferiyasi bo'yicha o'rab, arktik va o'rta kengliklar havo massalarni bir-biridan ajratadi. U arktik PYuFZ deb ataladi. Ikkinchisi, subtropik antisiklonlarning shimoliy periferiyasi bo'ylab o'tib, o'rta kengliklar va tropik havo massalarni bir-biridan ajratadi. U subtropik PYuFZ deb ataladi.

Yilning sovuq davrida bu PYuFZ lar orasida uchinchisini ham ajratish mumkin. U o'zining to'lqinsimon xususiyati tufayli ayrim qismlarida arktik PYuFZ, boshqalarida subtropik PYuFZ larga qo'shiladi. Bu PYuFZ o'rta kengliklar PYuFZ si deb ataladi.

PYuFZ larning paydo bo'lishi yarimsharda radiatsiya balanslari turlicha bo'lgan kenglik zonalarining mavjudligi va ularda turli geografik tipdagi havo massalarining vujudga kelishi bilan bog'liq. Turli radiatsiya balansiga ega bo'lgan geografik zonalarining mavjudligi PYuFZ larning hosil bo'lishi uchun zaruriy, biroq yetarli shart emas. Buning uchun, ma'lum hududlarda frontogenezga o'xshash jarayonlar ro'y berishi lozim va bu jarayonlar planetar masshtabga

ega bo'lishi kerak.

PYuFZ lar vujudga kelishining bir qancha gipotetik nazariyalari mavjud, lekin ulardan eng keng tarqalgani — bu turli kenglik zonalaridagi balandliklardagi botiqlik va o'rkachlar zonal ko'chish tezligining turiligi bilan tushuntiriladigan nazariya hisoblanadi.

Atmosferada uzun to'lqinlarning ko'chish tezligi uchun Rossbi quyidagi formulani keltirib chiqardi:

$$C = U - \frac{\beta L^2}{4\pi^2} \quad (5.1)$$

Bunda: C — to'lqin tezligi, U — zonal oqim tezligi, L — to'lqin uzunligi, β — Koriolis parametrlarining kenglikka bog'liq o'zgarishi.

Shimoliy va janubiy yarimsharlarda to'lqin uzunliklari turlicha, zonal ko'chish tezligi esa bir xil bo'lgan holda, vaqtning boshlang'ich momentida fazalarning mavjud bo'lgan mosligi buziladi. To'lqin uzunliklari bir xil, lekin zonal ko'chish tezligi turli bo'lganda ham o'xshash holat ro'y beradi.

Shunday qilib, ma'lum vaqt o'tgach yuqori kengliklardagi botiqlikka kichik kengliklarda o'rkach hamroh bo'ladi, ya'ni katta masshtabdagi havo oqimlarining yaqinlashuvi vujudga keladi. Bu esa bosim va harorat gorizonta gradientlarining keskinlashuviga, shamol tezligining ortishiga olib keladi, ya'ni YuFZ lar paydo bo'ladi.

5.2. Yuqori frontal zonalaridagi harorat maydoni

Yuqori frontal zonalar sovuq va iliq havo massalari chegarasida paydo bo'lganligi tufayli, ularning asosiy xarakteristikalaridan biri haroratning katta gorizonta gradienti ($\partial T / \partial n$) hisoblanadi. Biroq, bu kattalik PYuFZ larning turli tiplari uchun ularning har xil qismlarida har xil qiymatlarga ega bo'ladi va balandlik bo'yicha o'zgaradi.

Arktik va o'rta kengliklardagi PYuFZ lar uchun ($\partial T / \partial n$) ning maksimal qiymatlari 500 gPa izobarik sirt yaqinida kuzatiladi.

Harorat gradientlari MT_{500} xaritalarining ayrim qismlarida

10°/1000 km va undan ortiq qiymatlarga erishishi mumkin. Ko‘rilayotgan izobarik sirtga nisbatan quyida va yuqorida ($\partial T / \partial n$) kamayadi.

($\partial T / \partial n$) ning MT_{500} sathidan pastdagi kamayishi shartlidir. Chunki bitta YuFZ ning ostida faqat birgina emas, balki ikkita va undan ortiq frontlar joylashishi mumkin. Bundan tashqari, 700 gPa izobarik sirt dan quyi sathlarda YuFZ tushunchasi ma’noga ega emas.

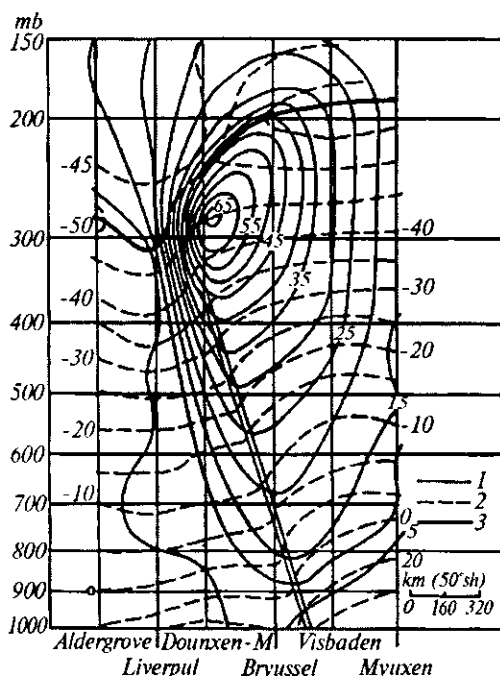
($\partial T / \partial n$) ning balandlik bo‘yicha kamayishiga kelsak — bu hodisa doimo kuzatiladi. Yuqori troposferada tropopauza yaqinida ($\partial T / \partial n$) qiymati deyarli nolga teng. Bu yerda shamolning gorizontaal tezligi maksimal qiymatga ega bo‘ladi va tez oqimning o‘qi joylashadi.

YuFZ larda tez oqimning yuqorisida haroratning gorizontaal gradiyenti o‘z ishorasini o‘zgartiradi (sovuqlik janubda, iliqlik shimolda), bu esa shamol tezligining balandlik bo‘yicha kamayishiga olib keladi. YuFZ larning ushbu qismi — YuFZ larning negativ (manfiy) yoki stratosfera qismi deyiladi. U YuFZ larning troposfera qismi bilan uzviy bog‘liq.

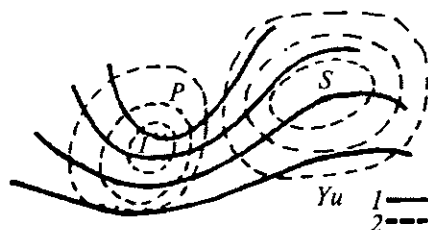
Harorat gorizontaal gradiyentining ishorasi planetar PYuFZ o‘qidan chapda joylashgan troposferadagi sovuq havoning ustida tropopauzaning pasayishi va PYuFZ o‘qidan o‘ngda joylashgan troposferadagi iliq havoning ustida tropopauzaning ko‘tarilishi bilan bog‘liq. PYuFZ larda tropopauza keskin og‘adi yoki uziladi.

($\partial T / \partial n$) ning mutlaq qiymatlari PYuFZ larning stratosfera qismida troposferadagiga nisbatan katta bo‘ladi, lekin tez oqim o‘qidan pastdagi musbat ($\partial T / \partial n$) larga nisbatan atmosferaning nisbatan yuqaroq qatlamlarida kuzatiladi (5.1-rasm).

Subtropik PYuFZ larda ($\partial T / \partial n$) ning maksimal qiymatlari 7—9 km balandliklarda (MT_{400} , MT_{300} xaritalarda) kuzatiladi, harorat gorizontaal gradiyentining aylanashi esa 200 gPa izobarik



5.1-rasm. Vertikal qiriqmda tez havo oqim.



5.2-rasm. MT_{200} xaritasida YUFZning kirishida va deltasida iliq (pastga tushuvchi harakat) va sovuq (ko'tariluvchi harakat) yopiq zonalar.

sirt yaqinida ro'y beradi.

PYuFZ lardagi harorat maydonining yuzaga kelishida nafaqat havo massalarining gorizontal ko'chishi (ularning yaqinlashuvi), balki frontlar, siklonlar va antisiklonlar hamda YuFZ lar o'qi yaqinida oqimlarning nostatsionarligi natijasida vujudga kelgan

havoning vertikal harakatlari ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Agar MT_{200} xaritasida o'rta kengliklar PYuFZ larida izotermalar o'tkazilsa, iliq va sovuq yopiq zonalarini ajratish mumkin (5.2-rasm). Tez havo oqimining o'qi yaqinidagi havoning pastga tushuvchi va ko'tariluvchi harakatlaridan iliq hamda sovuq yopiq zonalar vujudga keladi. Bu vertikal harakatlar YuFZ larda oqimlarning nostatsionarliligi natijasida yuzaga keladi: YuFZ larga kirishda havo zarrachalari tezlanish oladi, deltasida esa sekinlashadi.

5.3. Yuqori frontal zonalardagi shamol maydoni.

Tez havo oqimlari va ularning tasnifi

Erkin atmosferada shamolning balandlik bo'yicha o'zgarishi haroratning gorizontal taqsimotiga, harorat gorizontal gradiyenti ($\partial T / \partial n$) yo'nalishiga va qiymatiga bog'liq. Geostrofik harakatda bu bog'lanish P tizimida (z vertikal o'qi o'rniga P bosim qo'llaniladi) yozilgan termik shamol formulasi bilan ifodalaniladi:

$$\frac{\partial V}{\partial P} = \frac{R}{lP} \frac{\partial T}{\partial n}, \quad (5.2)$$

bunda V — geostrofik shamol tezligi, P — bosim, R — gaz doimiysi, ($\partial T / \partial n$) — haroratning gorizontal gradiyenti, l — Koriolis parametri.

Haroratning gorizontal gradiyenti ($\partial T / \partial n$) qancha katta bo'lsa, shamol tezligi balandlik bo'yicha shuncha tez o'zgaradi. Agar ($\partial T / \partial n$) < 0 (oqim yo'nalishidan chapda — sovuq, o'ngda — iliq soha joylashgan) bo'lsa, yuqoriga ko'tarilgan sari shamol tezligi ortadi. Agar ($\partial T / \partial n$) > 0 bo'lsa, balandlik bo'yicha shamol tezligi kamayadi.

YuFZ sovuq havo massasidan iliq havo massasiga o'tish zonasi bo'lganligi uchun ($\partial T / \partial n$) ning eng katta qiymatlari YuFZ da kuzati-

ladi. Natijada YuFZ da shamolning katta vertikal siljishlari ($\partial V/\partial P$) va kuchli shamollar kuzatiladi.

Yuqori troposferadagi YuFZ bilan uzviy bog'liq bo'lgan kuchli shamollar *tez havo oqimlari* deb ataladi.

Shamol tezligining eng katta qiymatlarini tutashtiruvchi chiziq tez havo oqimlarining o'qi deyiladi. Tez havo oqimlarining o'qi kvazigorizontal bo'lib, tropopauzaning keskin qiyalikka ega bo'lgan qismi yaqinida o'tadi. Tez havo oqimlarining o'qida shamol tezligi 30 m/s dan katta (5.1-rasmga qarang).

Tez havo oqimlarida shamolning gorizontaal va vertikal siljishlari (tezlik gradiyentlari) ajratiladi.

Shamolning vertikal siljishlari o'rtacha 1 km ga 5—10 m/s, gorizontaal siljishlari esa 100 km ga 5—10 m/s ga teng bo'ladi.

Qoidaga ko'ra shamolning vertikal bo'yicha siljishi tez havo oqimlari o'qining yuqorisida quyidagisiga nisbatan katta. Shamolning gorizontaal siljishi ($\partial V/\partial P$) siklonik qismda (oqimdan chapda) antisiklonik qismdagidan (oqimdan o'ngda) katta. Bundan tashqari, tez havo oqimlarining o'qi bo'ylab ham shamol siljishi ($\partial V/\partial S$) mavjud, buni maksimal shamol xaritasidan ko'rish mumkin (5.1-rasmga qarang).

Tez havo oqimlari PYuFZ larda hosil bo'lib, uning tarkibiy qismi bo'lganligi uchun tez havo oqimlari ham xuddi PYuFZ lar kabi tasnifga ega. Arktik PYuFZ lar tizimida kuzatiladigan tez havo oqimlari arktik frontal tez havo oqimi yoki arktik *frontning tez havo oqimi* deb ataladi. Uni maksimal shamol xaritasi (MShX) hamkorligida MT_{500} va MT_{400} xaritalarida ko'rish mumkin. Arktik frontal tez havo oqimining o'qi 65° kenglikdan shimolroqda 6—8 km balandlikda joylashgan. O'qdagi maksimal tezlik ko'pincha 60—80 m/s gacha yetadi.

O'rta kengliklardagi tez havo oqimi yoki o'rta kengliklar frontining tez havo oqimi o'rta kengliklar PYuFZ larida hosil bo'ladi va 65° dan 45° gacha shimoliy kengliklarda uchraydi. U 9—12 km balandlikda joylashgan va maksimal shamol xaritasi hamkorligida

MT_{300} va MT_{200} xaritalarida tahlil qilinadi. O'rta kengliklardagi tez havo oqimlari kundalik maksimal shamol xaritalarda yaxshi ifodalangan va qoidaga ko'ra o'rta kengliklar frontlariga bog'liq. Bu tez oqim o'qida shamolning maksimal tezligi 80—100 m/s gacha yetadi. Shamolning eng katta tezliklari Shimoliy Amerika va ayniqsa Osiyoning sharqiy sohalarida-yilning sovuq mavsumida o'rta kengliklar frontlarining keskinlashuvi ro'y beradigan joylarda kuzatiladi.

Subtropik tez havo oqimlari subtropik PYuFZ larda hosil bo'ladi. Uning o'qi 12—14 km balandlikda joylashadi va har ikkala yarimsharda yuqori bosimli subtropik sohaning shimoliy periferiyasidagi eng kuchli, yer sharini uzluksiz o'rab olgan g'arbiy shamol ko'rinishida MT_{200} va maksimal shamol xaritalarda kuzatiladi.

Subtropik tez havo oqimi o'qining joylanishi mavsumiy o'zgarishlarga ega. U qishda 30° kenglik doirasi bo'ylab o'tsa, yozda 10°—15° shimolga ko'chadi.

Subtropik tez havo oqimlarining o'qi bo'ylab tezlikning katta tebranishlari (o'zgarishlari) ro'y beradi. Shamolning eng katta tezliklari Osiyoning sharqiy sohilarida, Yaponiyaning janubida va AQSHning sharqiy sohilida kuzatiladi. Yaponiya ustida tez havo oqimlaridagi shamol tezligi ba'zida 180—200 m/s gacha yetadi.

Atlantika okeani va qisman Tinch okeanining g'arbiy qismlarida shimoldan qattiq sovlashlar kirishidan so'ng subtropik tez havo oqimlarini o'rta kengliklar tez havo oqimlaridan farqlash qiyin bo'lib qoladi.

Tez havo oqimlarining yuqorida sanab o'tilgan uchta turi orasida eng harakatchanlari — bu arktik frontal tez havo oqimi va o'rta kengliklar tez havo oqimlaridir. Chunki tegishli PYuFZ larda siklon va antisiklonlar hosil bo'ladi hamda rivojlanadi, atmosfera frontlari vujudga keladi va kuchayadi.

Subtropik tez havo oqimi esa nisbatan kam harakatchandir. Shuning uchun ham o'rta atmosferaning vertikal kesimlarida ular shamolning o'rtacha tezligi zonalar ko'rinishida yetarlicha aniqlikda kuzatiladi. Subtropik tez havo oqimining harakatchanligi faqat shimoliy kengliklarga tropik havoning kuchli chiqishlaridagina namoyon bo'ladi.

Arktik frontal tez havo oqimi va o'rta kengliklar tez havo oqimi zonalarida tropopauza keskin og'adi, subtropik tez havo oqimi zona-sida esa uzilgan bo'ladi. Subtropik tez havo oqimining o'qidan chapda joylashgan baland tropopauzani (9—12 km) qutbiy, o'qdan o'ngda joylashgan baland tropopauzani (16—18 km) tropik deb ataladi.

Quyi kengliklarning yuqori troposferasida tez havo oqimining to'rtinchi turi ajratiladi — bu *ekvatorial sharqiy tez havo oqimidir*. Tez havo oqimining nomida ta'kidlanganidek, bu turdagi tez havo oqimi zonasida shamollar sharqdan g'arbga esadi. „Ekvatorial“ so'zining qo'shilishi esa bu turdagi tez havo oqimining, albatta, ekvatorida emas, balki uning yaqinida joylanishi mumkin degan ma'noni beradi. Bunday tez havo oqimlari Afrika, Janubi Sharqiy Osiyo, Avstraliya ustida hamda ekvatoridan 15° shimoliy va janubiy kengliklar oralig'ida Tinch va Atlantika okeanlarining ustida kuzatiladi. Shimoliy yarimsharda ekvatorial sharqiy tez havo oqimi iyul oyida ekvatoridan eng uzoq, yanvar oyida ekvatorga eng yaqin joylashgan bo'ladi. Ekvatorial sharqiy tez havo oqimining o'qi 15—17 km balandlikda joylashgan va 40—50 m/s maksimal tezlikka ega.

Avvalgi uch turdagi naysmion havo oqimlaridan farqli o'laroq ekvatorial sharqiy tez havo oqimi va PYuFZ larning o'zaro bog'liqlik ehtimolligi kichik, chunki tropik va ekvatorial havolar o'rtasida harorat farqlari katta emas. Ekvatorial sharqiy tez havo oqimi subtropik antisiklonlarning janubiy periferiyasida hosil bo'ladi va ekvatorga yaqin barcha zonalarda sharqiy shamollar kuzatilishiga qaramay, yarimsharni o'rab olmaydi.

Yozda troposferadagi sharqiy shamollar stratosferadagi sharqiy shamollarga qo'shilib, vertikal bo'yicha yagona kuchli sharqiy havo oqimini tashkil etadi. Bu vaqtda sharqiy shamollarning eng katta tezliklari 30 km dan yuqori balandliklarda, ya'ni stratosferada kuzatiladi.

Yilning sovuq mavsumida faqat shartli ravishda tez havo oqimlar deb atalishi mumkin bo'lgan stratosfera tez havo oqimilari ajratiladi. Chunki bu kuchli shamollarning vertikal qalinligi va zonaning eni troposfera tez havo oqimlaridan sezilarli darajada katta. Bu sirkulatsiya tizimi qutbdan to 15°—20° kengliklar oralig'idagi barcha stratosfera havosini qamrab oladi.

Nazorat savollari

1. *Yuqori frontal zonalar nima?*
2. *Yuqori frontal zonalarining yuzaga kelish sabablari qanday?*
3. *Planetar yuqori frontal zonalar nima?*
4. *Yuqori va planetar frontal zonalarining o'lchamlari qanday?*
5. *Yuqori frontal zonalaridagi harorat maydonini xarakterlab bering.*
6. *Yuqori frontal zonalaridagi shamol maydonini xarakterlab bering.*
7. *Tez havo oqimlari nima, ularning tasnifini aytib bering.*
8. *Tez havo oqimlarining o'lchamlari qanday?*
9. *Tez havo oqimlari qanday balandliklarda joylashadi?*
10. *Sinoptik meteorologiyada tez havo oqimlarining ahamiyati nimada?*

VI BOB. SIKLONLAR VA ANTISIKLONLAR

6.1. Siklonlar va antisiklonlarning turlari

Siklon — bu bir necha yopiq izobara (izogipsa)lardan iborat bo'lgan, markazida bosim past bo'lgan barik tizimdir.

Siklonga havo sirkulatsiyasining muayyan shakli xarakterli. Erkin atmosferada gorizontal tekislikda (yoki izobarik sirtida) havo sirkulatsiyasi siklonda shimoliy yarimsharda soat strelkasiga teskari, janubiy yarimsharda — soat strelkasi bo'yicha kuzatiladi.

Erkin atmosferada izobara (izogipsa)lar oqim chiziqlari bilan teng kuchli bo'lib, havo harakatining yo'nalishini va tezligini ko'rsatadi. Shimoliy yarimsharda past bosimli soha izobara (izogipsa)lar bo'ylab yo'nalgan havo oqimlarining chap tomonida, janubiy yarimsharda esa o'ng tomonida joylashadi. Oqim tezligi izobar (izogipsa)lar zichligiga mos bo'ladi: izobaralar qancha bir-biriga yaqin (zich) bo'lsa, tezlik shuncha katta bo'ladi.

Yer sirti yaqinida oqim chiziqlari izobaralarga mos kelmaydi, chunki yer sirti ishqalanish kuchlari ta'sirida havo zarrachalari izobaraga urinma bo'ylab past bosim tomonga α burchakka og'ib harakatlanadi. Yer sirti ishqalanish kuchlari qancha katta bo'lsa, og'ish burchagi shuncha katta bo'ladi. Quruqlik ustida og'ish burchagi α_q 30° — 45° , suv sirti ustida esa α_s 10° — 15° ni tashkil qiladi.

Siklonning markaziy qismida oqimlarning yig'ilishi (konvergentsiyasi) havoning tartibli, yuqoriga ko'tariluvchi harakatiga olib keladi, bu esa bulutlar paydo bo'lishi va yog'inlar yog'ishi jarayonlarida katta ahamiyat kasb etadi.

Antisiklon — bu bir nechta yopiq izobara (izogipsa)lardan iborat bo'lgan markazida bosim yuqori bo'lgan barik tizimdir. Erkin atmosferada gorizontal tekislikda (yoki izobarik sirtida) shimoliy yarimsharda antisiklonda havo sirkulatsiyasi soat strelkasi bo'yich, janubiy yarimsharda esa soat strelkasiga teskari kuzatiladi.

Yer sirti yaqinida ishqalanish kuchlari ta'sirida havo zarrachalari izobarlarga urinmadan bosim past bo'lgan tomonga og'ib harakatlanadi. Oqimlarning tarqalishi (divergentsiyasi) antisiklonning markaziy qismida havoning tartibli pastga tushuvchi harakatiga va bulutlarning tarqalib ketishiga olib keladi.

Shuning uchun yaxshi rivojlangan antisiklonlarning markaziy qismida ko'pincha kam bulutli yoki ochiq ob-havo kuzatiladi.

Odatda, siklon va antisiklonlarda bosim bitta ekstremal qiymatga ega bo'ladi. Bunday barik tizimlar *bir markazli* deb ataladi.

Ba'zan siklon (antisiklon) bir necha nisbatan past (yuqori) bosimli nuqtalarga ega bo'ladi. Bu barik tizimlar *ko'pmarkazli* deb ataladi. Yuqoriga ko'tarilgan sari ko'pmarkazli barik tizimlarning takrorlanishi ancha kamayadi. Shuning uchun yer yaqini ob-havo xaritalarda mutlaq topografiya xaritalariga nisbatan siklon va antisiklonlarga oid bosim maydonlari ancha soddaroq bo'ladi.

Chuqurligi (minimal bosimi) bir xil bo'lgan ikki markazli siklon *tutash siklon* deb ataladi. Agar bu tutash siklonlardan birining o'lchami ikkinchisining o'lchamiga nisbatan kichikroq, bosimi esa yuqoriroq bo'lsa, bu siklon *ikkilamchi siklon*, ikkinchisi esa *asosiy siklon* deb ataladi.

Ayrim hollarda, antisiklonning o'rkachida asosiy antisiklondagi bosimga nisbatan bosimi pastroq bo'lgan antisiklon paydo bo'ladi va bu antisiklon ikkilamchi antisiklon yoki antisiklon tarmog'i deyiladi.

Siklon va antisiklonlarda fazoviy o'q ajratiladi — bu chiziq turli balandlik (yer yaqini xaritasi va mutlaq topografiya xarita)larida siklon (antisiklon)larning markazlarini bir-biri bilan tutashtiruvchi

chiziqli. Siklon (antisiklon)larning fazoviy o'qi, odatda, sovuq (iliq) havo massasi tomonga og'adi.

Siklon va antisiklonlarni bir necha alomatlaridan ajratish mumkin. Bu alomatlarga barik tizim paydo bo'lgan geografik hudud yoki kengliklar zonasi, barik tizim ko'rilayotgan hududga kirish joyi, frontlar bilan bog'liqligi, vertikal bo'yicha rivojlanganligi, termobarik maydonning tuzilishi, harakatning yo'nalishi va tezligi kiradi.

Siklonlar paydo bo'lgan kengliklar zonasiga qarab notropik va tropik siklonlarga, antisiklonlar esa notropik hamda subtropik antisiklonlarga bo'linadi. Bundan tashqari, stratosfera barik tizimlari ham ajratiladi: a) yilning sovuq paytida paydo bo'ladigan va rivojlanadigan qutbiy stratosfera sikloni; b) yilning iliq paytida paydo bo'ladigan va rivojlanadigan qutbiy stratosfera antisikloni.

Muayyan siklonlar va antisiklonlarni xarakterlash uchun ular paydo bo'lgan geografik hudud yoki ularning ko'rilayotgan hududga kirish joyining nomi qo'llaniladi. Masalan, Sibir antisikloni, Azor antisikloni, O'rta Yer dengizi sikloni, Qora dengiz sikloni va h.k.

O'rta Osiyodagi siklonlar 4 turga bo'linadi: Janubi-Kaspiy sikloni, Murg'ob sikloni, Yuqori Amudaryo sikloni va O'rta Osiyoning shimolidagi kam harakatlanuvchi siklon.

Frontlar bilan bog'liqligiga qarab siklonlar paydo bo'lishi frontlar bilan bog'liq bo'lgan *frontal* va *nofrontal siklonlarga* bo'linadi. Nofrontal siklonlarga yozda quruqliklarning ustida yer sirtidan havoning qattiq isishi natijasida paydo bo'lgan termik (mahalliy) va tropik siklonlar kiradi. Notropik siklonlar ko'pincha frontal siklon bo'ladi.

Harakatlanuvchi antisiklonlar sovuq havoda paydo bo'lganligi va quyi kengliklarga siklonlardagi sovuq frontning orqasida kelganligi sababli ular *oraliq hamda yakunlovchi antisiklonlarga* bo'linadi. Gorizontal bo'yicha katta masofaga cho'zilgan asosiy frontlarda, odatda, ketma-ket harakatlanuvchi bir nechta siklonlar paydo bo'ladi. Atmosferadagi frontda paydo bo'lgan siklonlarning majmui siklonlar qatori deb ataladi. Qatordagi har bir siklonning orqasida sovuq havoda yuqori bosimli zona hosil bo'ladi, ba'zida u yopiq izobarali barik tizim — antisiklon ko'rinishida bo'ladi va ular *oraliq*

antisiklonlar deb ataladi. Ular, odatda, sovuq front orqasida joylashgan bo'ladi. Siklonlar qatoridagi oxirgi siklonning orqasida paydo bo'lgan antisiklon oraliqdagi antisiklonlarga qaraganda ancha kattaroq masofaga harakatlanadi. Bu antisiklonlar yakunlovchi *antisiklonlar* deb ataladi va havo haroratining keskin katta qiymatga pasayishi ular bilan bog'liq. Nofrontal antisiklonlarga subtropik va termik (mahalliy) antisiklonlar kiradi. Termik (mahalliy) antisiklonlar qishda quruqliklar ustida havoning to'shalgan sirtidan qattiq sovishi natijasida paydo bo'ladi.

Vertikal bo'yicha rivojlanish darajasiga qarab yer yaqini sinoptik xaritalarda kuzatiladigan siklon va antisiklonlar quyidagilarga bo'linadi:

1) past siklonlar va antisiklonlar — bu barik tizimlar faqat yer yaqini va MT_{850} xaritalarda kuzatiladi;

2) o'rta siklonlar va antisiklonlar — bu barik tizimlar yer yaqinidan boshlab to MT_{700} xaritagacha kuzatiladi;

3) baland siklonlar va antisiklonlar — yer yaqini va hamma mutlaq topografiya xaritalarda kuzatiladigan barik tizimlar.

Bundan tashqari, balandda joylashgan siklonlar va antisiklonlar ajratiladi. Bu barik tizimlar yer yaqini xaritalarida kuzatilmay, faqat barik topografiya xaritalarda kuzatiladi.

Harakat yo'nalishiga ko'ra siklonlar janubiy, g'arbiy va „sho'ng'uvchi“ siklonlarga bo'linadi. Ko'pincha siklonlar janubi-g'arbdan shimoliy-sharqqa harakatlanadi va ular *janubiy siklonlar* deb ataladi. G'arbdan sharqqa harakatlanadigan siklonlar kam uchraydi va nihoyatda kam sonli siklonlar shimoldan janubga harakatlanadi („sho'ng'uvchi siklonlar“).

6.2. Termik va frontal notropik siklonlarning paydo bo'lishi va rivojlanish shartlari

Termik (mahalliy) siklonlar to'shalgan sirtidan havoning notekis isishi natijasida paydo bo'ladi. Bu ma'lum hudud ustidagi nisbatan bir jinsli relef va xususiyatga ega bo'lgan, notropik kengliklardagi siklon hamda antisiklonlar maydoniga mos keladigan katta geografik hududlarda ro'y beradi.

Termik siklonlar yozda O'rta Osiyo sahrolari va Qozog'iston cho'llari ustida to'shalgan sirt markaziy hamda chekka qismlarining notekis isishidan paydo bo'lishi mumkin. O'rta Osiyo sahrolari g'arbda Kaspiy dengizi bilan, janubda va sharqda baland tog'lar bilan chegaradosh va shu sababli bu joylarda yer sirtining harorati yozda 20°C dan ortmaydi. Shu bilan bir vaqtda sahroning markaziy qismlarida yer sirtining harorati 50°C va undan ortiq qiziydi. O'ta isigan havo yuqoriga ko'tarilib tarqaladi, natijada yer sirti yaqinida havo bosimi pasayadi va ikkitagacha yopiq izobarali siklonning paydo bo'lishiga olib keladi.

Havo nihoyatda quruq va harorati yuqori bo'lganligi uchun ko'tariluvchi havo harakati bulutlar paydo bo'lishiga hamda yog'inlarning yog'ishiga olib kelmaydi. Shuning uchun termik siklon tizimida ochiq, quruq va yuqori haroratli (40°C va undan ortiq) ob-havo kuzatiladi. O'rta Osiyodagi sinoptik jarayonlarning tasnifi bo'yicha ob-havoning bu turi „Yozgi termik depressiya“ deb ataladi.

Atmosferada notropik frontal siklonlarning paydo bo'lishi, termik siklonlarning paydo bo'lishiga nisbatan murakkabroq termodinamik jarayondir.

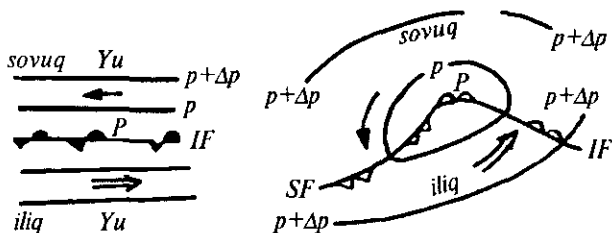
Frontal siklonlarning vujudga kelish jarayoniga ta'sir qiladigan ba'zi asosiy omillarni ko'rib chiqamiz.

1. Frontal siklon statsionar frontda yoki sovuq va iliq frontlarning kam harakatlanuvchi qismlarida vujudga keladi. Shunday qilib, siklon vujudga kelishining birinchi zaruriy sharti — ushbu hududda mos front qismining mavjudligidir.

2. Barcha hollarda siklonning paydo bo'lishi va keyingi rivojlanishi uchun siklon vujudga kelgan hududda bosimning nisbatan pasayishini ta'minlovchi sirkulatsion sharoitlar mavjud bo'lishi zarur. Bunday sirkulatsion sharoitlar tarqaluvchi oqimlarda balanddagi botiqlikning oldingi qismida yuzaga keladi.

Oqimlarning divergensiyasi (MT_{700} va MT_{500} xaritalarda) yuqorida havo massasining kamayishi va yer sirti yaqinida bosim pasayishi bilan birgalikda kuzatiladi.

3. Yer sirti yaqinida boshlanayotgan havo bosimining pasayishi — birinchi yopiq izobaraning paydo bo'lishiga va statsionar



6.1-rasm. Bosimning pasayishi natijasida birinchi yopiq izobaraning paydo bo'lishi va statsionar frontning deformatsiyasi.

(kam harakatlanuvchi) frontning sinishi (deformatsiyasi)ga olib keladi (6.1-rasm).

Avvalgi statsionar front harakatlanuvchi frontga aylanadi. Frontning bir qismi janub tomonga ko'chib, sovuq frontga, ikkinchisi esa shimolga ko'chib, iliq frontga aylanadi.

4. Siklonning old qismida boshlangan issiqlik adveksiyasi va orqa qismidagi sovuqlik adveksiyasi uning keyingi chuqurlashuviga imkon yaratadi. Issiqlik adveksiyasida zich sovuq havo nisbatan iliq va unchalik zich bo'lmagan havoga almashadi, bu esa yer sirti yaqinida bosim pasayishiga olib keladi. Issiqlik adveksiyasini termobarik xarita (MT_{700} , HT_{1000}^{500}) va MT_{850} xaritasidagi izogipsa va izoterma chiziqchalarining o'zaro joylashishidan ko'rish mumkin.

5. Birinchi yopiq izobaraning paydo bo'lishi va frontal to'liqlarning vujudga kelishi siklonlarning keyingi rivojlanishiga (chuqurlashuviga) to'liq kafolat bermaydi. To'liq uzunligi 800 km dan katta, 2800 km dan kichik bo'lgandagina frontal to'liq frontal siklonga aylanib, keyinchalik rivojlanadi. Juda qisqa va juda uzun to'liqlarda siklon rivojlanmaydi.

6. Front bilan ajratilgan havo massalari, ayniqsa iliq havo massasining suvdorligi qancha katta bo'lsa, siklonning rivojlanishi uchun sharoitlar shuncha qulay bo'ladi. Nam havo ko'tarilganida bulutlarning paydo bo'lish jarayoni tezroq ro'y beradi va suv bug'ining kondensatsiyasida bug'lanish issiqligi ko'proq ajraladi, bu esa havoning keyingi ko'tarilishiga hamda yer sirti yaqinida bosimning yanada pasayishiga sabab bo'ladi.

6.3. Siklon rivojlanishining turli bosqichlaridagi ob-havo sharoitlari va termobarik maydonning tuzilishi.

Siklonlar oilasi

Notropik siklon o'zining rivojlanish jarayonida sezilarli sifat o'zgarishlariga duch keladi. Buni termobarik maydonning tuzilishidan va ob-havo sharoitlaridan ko'rish mumkin. Shuning uchun siklonning rivojlanish davrini bir necha bosqichlarga bo'lish mumkin. Bir bosqichdan ikkinchisiga o'tish asta-sekinlik bilan ro'y beradi, ular orasida aniq chegara deyarli sezilmaydi. Mavjud kuzatish tizimlari diskret ma'lumotlar bergani sababli, siklonlarni uzluksiz kuzatish imkoniyatining yo'qligi bunday chegaralarning aniqlanishini qiyinlashtiradi. Chegaralarni aniqlashning shartlilikiga qaramasdan, siklonning rivojlanishida bosqichlarni ajrata bilish va prognostik ahamiyatga ega, chunki u troposferadagi termobarik maydonning o'zgarish qonuniyatlarini va u bilan bog'liq bo'lgan ob-havo o'zgarishlarini aks ettiradi. Shu bilan birga siklonning barcha rivojlanish bosqichlarini o'tishi shart emasligini hisobga olish lozim. U vujudga kelishning birinchi alomatlaridan keyin to'lishi, ba'zan rivojlanishning barcha bosqichlarini o'tishi mumkin. Vujudga kelgan siklonik g'alayonning rivojlanish tendensiyalarini aniqlash — bu prognostik bo'linmalarda sinoptiklar juda ko'p duch keladigan eng murakkab muammolardan biridir.

Frontal va termik siklonlar rivojlanishining to'liq sikli quyidagi 4 bosqichni o'z ichiga oladi:

1. *Boshlang'ich yoki paydo bo'lish bosqichi* — yopiq siklonik sirkulatsiya vujudga kelishining belgilari paydo bo'lishidan boshlab, birinchi yopiq izobara paydo bo'lguncha bo'lgan davr;

2. *Siklonning chuqurlashish bosqichi yoki yosh siklon bosqichi* — yer yaqini xaritasida birinchi yopiq izobara paydo bo'lishidan intensiv chuqurlashish tugaguncha bo'lgan davr;

3. *Maksimal rivojlanish bosqichi* — siklon markazidagi bosimning intensiv ortishi momentidan ortish to'xtaguncha bo'lgan davr;

4. *Siklonning to'lishish bosqichi* — siklon markazidagi bosimning intensiv ortishi to'xtagan momentdan yopiq siklonik sirkulatsiya yo'qolguncha bo'lgan davr.

Siklonlarning frontal tabiati asosida quyidagi rivojlanish bosqichlari ajratiladi:

1. *To'lqin bosqichi* — frontda birinchi to'lqin g'alayoni paydo bo'lganidan yer yaqini xaritasida siklonning yopiq izobarasi paydo bo'lguncha bo'lgan davr;

2. *Yosh siklon bosqichi* — birinchi yopiq izobara paydo bo'lishidan okkluziya jarayoni boshlanguncha bo'lgan davr;

3. *Okkluziyalangan siklon bosqichi* — okkluziya boshlanganidan yopiq siklonik sirkulatsiya yo'qolgungacha bo'lgan davr.

Ko'rinib turibdiki, har ikki tizimlarning dastlabki ikki bosqichi o'zaro mos. Okkluziyalangan siklon bosqichi esa maksimal rivojlanish va to'lishish bosqichlaridan tarkib topadi.

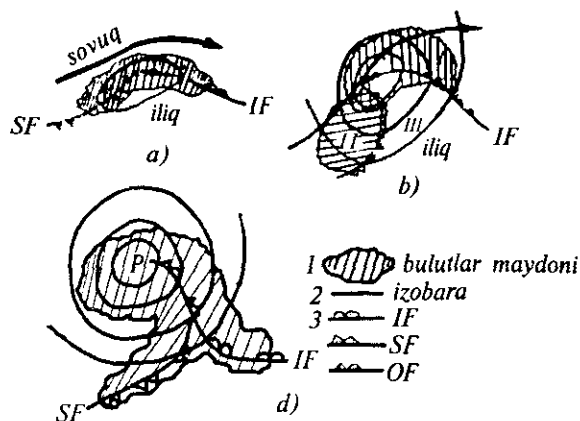
Frontal siklon rivojlanishining boshlang'ich bosqichida yer yaqinidagi front chizig'ida shu front uchastkasida yopiq siklonik sirkulatsiya paydo bo'lishi bilan bog'liq bo'lgan to'lqinsimon egilish vujudga keladi. To'lqin cho'qqisi atrofida havo bosimi pasayadi. Uning ustida o'rta troposferada MT_{700} va MT_{500} xaritalarda izogipsalarning zichlashish zonasi paydo bo'ladi. Tez oqimning o'qi frontga parallel bo'lib, to'lqin cho'qqisidan 200—300 km, sovuq va iliq frontlardan 300—400 km masofada o'tadi (6.2- a rasm).

Siklonlarning tez oqim o'qidan o'ng tomonda vujudga kelish ehtimolligi 81% ga, tez oqim o'qi yaqinida — 10% ga va o'qdan chap tomonda — faqat 9% ga teng bo'ladi.

Quyi troposferada to'lqinning old qismi ustida kuchsiz barik o'rkach, orqa qismida esa chuqur bo'lmagan botiqlik joylashgan bo'ladi. To'lqinning cho'qqisi YuFZ deltasining ostida joylashadi.

HT_{1000}^{500} xaritasida izogipsalarning zichlashish o'qi chizig'i to'lqin cho'qqisiga nisbatan sovuq havo tomonga siljigan bo'ladi.

To'lqinsimon g'alayonning orqa qismida sovuqlik adveksiyasi, old qismida issiqlik adveksiyasi ro'y beradi. Adveksiyalarning bunday taqsimlanishi tufayli termik omil iliq front oldida bosimning pasayishiga, sovuq front orqasida bosimning ko'tarilishiga olib keladi.



6.2-rasm. To'liqsimon siklonning turli rivojlanish bosqichlarida bulutlar maydoni (1), izobaralar (2), frontlar (3) va tez oqim o'qining joylashishi.
(a) to'liq bosqichi, b) yosh siklon bosqichi, d) okkluziyalangan siklon bosqichi).

To'liq cho'qqisi YuFZ ning deltasi ostida joylashganligi uchun oqimlarning divergentsiyasi va musbat tezlik uyurmasining adveksiyasi yer yaqinida bosimning pasayishiga va siklonik sirkulatsiyaning kuchayishiga qulay sharoitlar yaratadi. Siklonik sirkulatsiyaning kuchayishi bilan front zonasida tartibli ko'tariluvchi havo harakatining tezligi ortadi. Bu esa front bilan bog'liq bo'lgan bulutlarning zichlashishi va deformatsiyasiga olib keladi (6.2-a rasm). Frontal to'liq cho'qqisi yaqinida kuchsiz yog'inlar kuzatiladi. Siklon rivojlanishining boshlang'ich bosqichi yarim sutkadan ko'p cho'zilmaydi.

Siklonning rivojlanishi (chuqurlashishi) davom etsa, u to'liq bosqichidan yosh siklon bosqichiga o'tishi mumkin. Bu holda yer yaqinidagi front chizig'ining deformatsiyasi davom etadi, natijada siklonning aniq ko'rinadigan iliq sektorini ajratish mumkin bo'ladi. Yer yaqini ob-havo xaritasida yopiq izobaralarning soni ortadi. Rivojlanishning bu bosqichidagi siklon, odatda, o'rta barik tizim bo'ladi va 700 gPa ga teng bo'lgan izobarik sirtida dastlabki yopiq izogipsalar paydo bo'ladi. MT₇₀₀ xaritasida siklonning markazi yer yaqini xaritasidagiga nisbatan sovuq havo tomonga surilgan bo'ladi. Siklon orqasidagi sovuqlik adveksiyasi siklonning old qismidagi

issiqlik adveksiyasiga nisbatan kuchliroq bo'ladi va to'liqin bosqichdagiga nisbatan kattaroq maydonni egallaydi.

Siklon rivojlanishining bu bosqichida tez oqim siklon vujudga kelishi bosqichidagiga nisbatan kattaroq to'liqinsimon egilishga ega bo'ladi (6.2- b rasm). Yer yaqini xaritasidagi siklonning markazidan tez oqim o'qining proyeksiyasigacha masofa minimal bo'ladi.

Yosh siklonda bir-biridan ob-havo sharoiti bilan keskin farq qiluvchi uchta zonani ajratish mumkin (6.2- b rasm).

1. Iliq front oldida va siklon markazida ob-havo bu erdagi oqimlarning yaqinlashishi bilan bog'liq bo'lgan tartibli ko'tariluvchi havo harakati bilan belgilanadi. Siklon markaziga va yer yaqinidagi front chizig'iga yaqinlashgan sari, *As*—*Ns* bulutlar tizimi qalinlashadi, bulutlarning quyi chegarasining balandligi pastlaydi va burkama yog'inlar yog'ishining ehtimolligi katta bo'ladi. Yilning sovuq vaqtida burkama yog'inlar zonasining eni 300—400 km ni tashkil etadi. Shu bilan birga, ayniqsa yilning iliq vaqtida, bu yerda momaqaldiroq va jala yog'inlari yog'ishi mumkin.

2. Sovuq front ortida ob-havo sovuq havo massasining xususiyatlari va sovuq frontning turi bilan belgilanadi. Agar sovuq front sekin harakatlansa va uning bulutlar tizimi iliq frontning bulutlar tizimining aksi bo'lsa, u holda sovuq sektorning bu qismida frontdan uzoqlashgan sari kuchsizlanayotgan burkama yog'inlar kuzatiladi. Agar sovuq front tez harakatlansa, u holda sovuq havoning bu zonasida jala yog'inlar yog'ib, momaqaldiroqlar kuzatiladi. Ularning jadalligi quruqliklar ustida kunduzi, dengiz ustida tunda eng katta bo'ladi. Agar sovuq havo quruq bo'lib, unda havoning pastga tushuvchi harakati rivojlangan bo'lsa (buning alomati sovuq front ortida bosimning ko'tarilishidir), u holda siklonning orqa qismida kam bulutli ob-havo kuzatilishi mumkin.

3. Yosh siklonning iliq sektoridagi havo massasi, odatda, nam va turg'un holatda bo'ladi. Shuning uchun bu yerga iliq turg'un havo massalariga xos bo'lgan ob-havo sharoitlari xarakterli. Iliq havo massasi nisbatan sovuq yer sirti ustidan harakatlangani uchun u yer sirtidan boshlab soviydi. Bunda inversiya qatlamlari paydo bo'ladi. Inversiya qatlami ostida qishda keng maydonlarni egallaydigan *St* va *Ss* bulutlari vujudga keladi. Ulardan shivalama yog'inlar

yog'ishi mumkin. Bu yerda advektiv tumanlar va shivalama yomg'irlar tez- tez uchraydi. Meteorologik kattaliklarning sutkalik o'zgarishi katta emas. Yozda siklonning iliq sektorida, odatda, kam bulutli yoki bulutsiz ob-havo kuzatiladi.

Siklonning maksimal rivojlanish bosqichining boshlanishi okkluziya jarayoni boshlanishiga mos keladi. Yer sirti yaqini xaritasida siklon ko'p sonli yopiq izobaralar bilan chizilgan bo'ladi. U baland barik tizim bo'lib, uning fazoviy o'qi vertikal chiziqqa yaqinlashadi. HT_{1000}^{500} xaritasida issiqlik o'rkachi torayadi, yer yaqini ob-havo xaritasida orqa tomondagi sovuqlik botiqligi siklonning markaziga yaqinlashadi. Siklon rivojlanishining bu bosqichidagi tez oqimning to'liqinsimon egilishi yanada kuchli bo'ladi. Tez oqim o'qi okkluziya frontini deyarli to'g'ri burchak ostida kesib o'tadi, chunki siklonning yer yaqinidagi markazi tez oqimning siklonik tomonida bo'lib qoladi.

Rivojlanishning ushbu bosqichida siklonning bulut tizimi yaqqol ifodalangan spiralsimon shaklga ega bo'ladi. Uning yonida ko'pincha bulutsiz polosa kuzatiladi, u ham spiralsimon ko'rinishga ega bo'ladi (6.2- d rasm). Siklonning markaziy qismida iliq va sovuq frontlarning bulut spirallarining bir-biriga qo'shilishi yuzaga keladi. Shunday qilib, siklonning markaziy qismida bulutli va yog'inli ob-havo kuzatiladi.

Iliq havoning yuqoriga siqib chiqarilishiga hamda sovuq va iliq frontlarning alohida mavjud bo'lishining yo'qolishiga olib keladigan siklonning keyingi okkluziyanishi uning to'lishishi bilan birga sodir bo'ladi. Bu siklon evolutsiyasidagi oxirgi bosqich yer yaqini xaritasida oxirgi yopiq izobaraning yo'qolishigacha davom etadi. Siklon tik o'qli baland sovuq barik tizim bo'lib, uning markazi tez oqimdan chap tomonda joylashgan bo'ladi. To'lihayotgan siklonning bulutlar maydoni siklon markaziga nisbatan saqlangan havoning aylanma harakati va ko'tariluvchi harakat intensivligining kamayganligi ta'sirida vujudga keladi. Natijada asosiy bulutlar polosalarini qismlarga ajratuvchi bulutsiz oraliqlar paydo bo'ladi. To'lihayotgan siklon frontlarsiz birjinsli sovuq havo massasidan iborat bo'ladi.

Siklonning to'lishishi asosan troposferaning quyi qismida siklonning markaziy qismi ustida havo massasining ortishi natijasida ro'y beradi.

Biror hududda siklogenez uchun qulay sharoitlar uzoq vaqt davomida saqlansa, bu davr mobaynida shu frontning o'zida bir nechta siklonlar vujudga kelishi mumkin. Siklonlar havo oqimlari yo'nalishi bo'ylab harakatlanib, bu siklonlar qatorini tashkil qiladi. Bu qatordagi dastlabki siklon eng „eski“ (qari), ya'ni okkluziyalangan siklon bo'ladi, oxirgisi esa — eng „yosh“ rivojlanishning boshlang'ich bosqichidagi siklon bo'ladi.

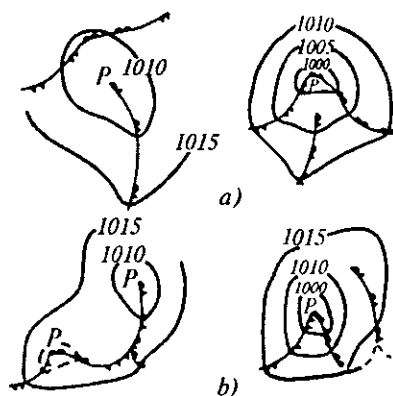
6.4. Siklonlarning regeneratsiyasi (qayta rivojlanishi)

Siklonning regeneratsiyasi deganda, avval to'lishayotgan siklonning qayta chuqurlanish jarayoni tushuniladi. Siklon regeneratsiyadan so'ng past bosimli barik maydonda huddi yangi vujudga kelgan barik tizim kabi evolutsiya yo'lini bosib o'tadi. Siklonning regeneratsiyasiga olib keladigan asosiy jarayon bu — siklon harorat maydoni assimetriyasining ortishi va uning markazi yaqinida bosimning pasayishiga olib keluvchi siklonning orqa tomonidan yangi sovuq havoning kirib kelishidir.

Siklon regeneratsiyasi quyidagi tipik variantlar bo'yicha kechishi mumkin.

1-variant. Yer sirti yaqinida to'lishayotgan okkluziyalangan baland siklon tizimiga yangi asosiy front (ko'pchilik hollarda bu arktik front) kirib keladi (odatda, shimol tomondan). Siklon assimetrik bo'lib qolib, aniq ifodalangan iliq sektorga ega bo'lgan yosh siklonga aylanadi. To'lishayotgan siklon yana qayta chuqurlasha boshlaydi, eski okkluziyalangan front yemirilib, siklon chetiga siljiydi. 6.3- a rasmda siklonning yangi asosiy frontdagi regeneratsiyasi ko'rsatilgan.

To'lishayotgan okkluziyalangan siklonga shimoldan yangi sovuq frontning kelishida siklonning regeneratsiyasi doimo amalga oshavermaydi. Regeneratsiya uchun termobarik xaritada



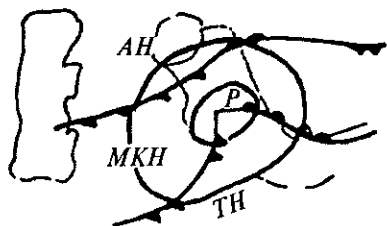
6.3-rasm. Yangi asosiy frontda (a) va to'lishayotgan siklonning sovuq qismida (b) siklonning regeneratsiyasi.

(MT_{700} , HT_{1000}^{500}) aks etadigan quyidagi qo'shimcha sharoitlar bajarilishi zarur. Agar to'lishayotgan baland siklonning orqa qismida yangi sovuq front zonasida termobarik xaritada sovuqlik adveksiyasi boshlansa, u holda regeneratsiya amalga oshadi. Agar sovuqlik adveksiyasi yuzaga kelmasa, regeneratsiya ham ro'y bermaydi.

2-variant. To'lishayotgan okkluziyalangan siklonning markazi yaqinida sovuq frontda ikkinchi yer sirtiga yaqin joylashgan siklon vujudga keladi. U baland siklon sirkulatsiyasi tizimiga kiradi va yemirilayotgan okklyuziya frontini siklon chetiga siqib chiqaradi (6.3-b rasm).

3-variant. O'rta Osiyoda ham siklonlarning regeneratsiya jarayonlari kuzatiladi. Janubiy Kaspiy va Murg'ob siklonlarining chiqishida ularning ortidan yangi sovuq front kirib kelsa (ko'pincha shimoli g'arbdan), bu siklonlarning regeneratsiyasi boshlanadi.

Bu holda siklonning iliqlik sektoridagi tropik havo yangi sovuq front orqasidan kirib kelgan arktik havoga almashadi, bu esa haroratning keskin ko'tarilishidan so'ng keskin pasayishiga olib keladi (6.4-rasm).



6.4-rasm. O'rta Osiyodagi yangi sovuq frontdagi siklonning regeneratsiya jarayoni sxemasi.

6.5. Siklonlar va antisiklonlar paydo bo'lishi hamda rivojlanishining advektiv dinamik nazariyasi

Siklon va antisiklonlarning hosil bo'lishi hamda rivojlanishini tavsiflovchi mukammal nazariya haligacha mavjud emas. Faqat yer yaqinidagi bosimning o'zgarishiga ta'sir qiluvchi omillarni baholashga imkoniyat beruvchi tenglamalarning yechimi va tahlillarigina mavjud.

Ma'lumki, agar biror hududda vaqt o'tishi bilan bosim pasaysa, buning natijasida markazida past bosim bo'lgan bir nechta yopiq izobaralar yuzaga keladi, ya'ni siklon hosil bo'ladi. Agar bosim ko'tarilsa, bu jarayon antisiklonning hosil bo'lishiga olib keladi.

Atmosfera statikasi tenglamasida

$$dP = -g\rho dz \quad (6.1)$$

ρ zichlikni holat tenglamasi orqali ifodalaymiz:

$$\rho = P/RT \quad (6.2)$$

(6.2) ni hisobga olib, (6.1) tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{dP}{P} = -\frac{g}{RT_v} dz \quad (6.3)$$

(6.3) ifodani atmosfera bosimi P_0 ga teng bo'lgan dengiz sathi z_0 dan bosimi P_z ga teng bo'lgan z balandlikkacha integrallaymiz:

$$\int_{P_0}^{P_z} d \ln P = \int_{z_0}^z \frac{g}{RT_v} dz. \quad (6.4)$$

Balandlik bo'yicha o'zgaruvchan T_v o'rniga $z-z_0$ qatlamdagi haroratning o'rtacha qiymati $\bar{T}_v$ ni kiritib, (6.4) ning ikkala tomonini integrallaymiz:

$$\ln P_0 = \ln P_z - \frac{g}{R\bar{T}_v} (z - z_0). \quad (6.5)$$

Bizni „dengiz sathidagi bosimning vaqt bo'yicha o'zgarishi nimaga bog'liq?“ degan savol qiziqtirayotgani uchun (6.5) ifodani vaqt bo'yicha differensiallaymiz:

$$\frac{1}{P_0} \frac{\partial P_0}{\partial t} = \frac{1}{P_z} \frac{\partial P_z}{\partial t} - \frac{g(z-z_0)}{RT_v^2} \frac{\partial \overline{T_v}}{\partial t}. \quad (6.6)$$

Bu ifodadan ko'rinib turibdiki, $(z-z_0)$ oraliqda havo o'rtacha haroratning vaqt bo'yicha o'zgarishi, asosan gorizontaal adveksiya (ko'chish) hisobiga ro'y berar ekan. (6.6) ning har ikkala tomonini P_0 ga ko'paytirib, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\frac{\partial P_0}{\partial t} = \frac{P_0}{P_z} \frac{\partial P_z}{\partial t} - \frac{P_0 g(z-z_0)}{RT_v^2} \frac{\partial \overline{T_v}}{\partial t} \quad (6.7)$$

(6.7) ifodaning chap tomonida — dengiz sathida bosimning vaqt bo'yicha o'zgarishi, o'ng tomonida esa bu o'zgarishni yuzaga keltiradigan hadlar ko'rsatilgan.

O'ng tomonda ikkinchi haddagi $\frac{\partial T_v}{\partial t}$ kattalikning oldidagi koeffitsiyent har doim musbat bo'ladi, chunki $P_0 > 0$, $g > 0$, $(z-z_0) > 0$, $R > 0$ va $\overline{T_v^2} > 0$.

Bundan quyidagi xulosalar kelib chiqadi. Agar atmosferaning biror $(z-z_0)$ qatlamida issiqlik adveksiyasi mavjud bo'lsa, z_0 sathda (dengiz sathida) bu jarayon bosimning vaqt bo'yicha pasayishi

$\frac{\partial P_0}{\partial t} < 0$ ga olib keladi.

Agar atmosferaning $(z-z_0)$ qatlamida sovuqlik adveksiyasi mavjud bo'lsa, u holda z_0 sathda (dengiz sathida) bosimning ko'tarilishi kuzatiladi.

Bu xulosalar fizikaviy nuqtayi nazardan asoslidir. Issiqlik adveksiyasida zich va sovuq havo nisbatan yengil hamda iliq havoga almashadi, shuning uchun atmosfera bosimi vaqt o'tishi bilan pasayadi. Sovuqlik adveksiyasida aksincha — iliq yengil havo sovuq zich havoga almashadi va shu sababli atmosfera bosimi ko'tariladi.

Dengiz sathidagi bosimning o'zgarishi $\frac{\partial P_0}{\partial t}$ ma'lum z balandlikdagi bosim o'zgarishi $\frac{\partial P_z}{\partial t}$ ga proporsional: yuqoridagi z sathda

bosim ko'tarilganda, quyidagi z_0 sathda ham bosim ko'tariladi, yuqorida bosim pasaysa, pastda ham bosim pasayadi.

Ko'rinib turibdiki, $\frac{P_0}{P_z}$ koeffitsiyent doimo birdan katta, chunki balandlikka ko'tarilgan sari bosim pasayadi $P_z - P_0$. Shuning uchun bosimning yuqoridagi kichik o'zgarishlari, bosimning pastdagi katta o'zgarishlariga mos keladi.

(6.7) tenglamada $\frac{\partial P_0}{\partial t}$ ning $\frac{\partial P_z}{\partial t}$ ga bog'liqligi noaniq holda berilgan, shuning uchun bu bog'liqlikni alohida ko'ramiz.

(6.1) atmosfera statikasi tenglamasining chap tomonini P_z dan 0 gacha, o'ng tomonini esa z dan H gacha, ya'ni z sathdan atmosferaning bosimi 0 ga teng bo'lgan yuqori chegarasigacha integrallaymiz:

$$\int_{P_z}^0 dP = - \int_z^\infty g \rho dz \quad (6.8)$$

$$P_z = \int_z^\infty g \rho dz \quad (6.9)$$

Bizni sathdagi bosimning vaqt bo'yicha o'zgarishi $\frac{\partial P_z}{\partial t}$ qiziq-tirgani uchun (6.9) ni vaqt bo'yicha differensiallaymiz:

$$\frac{\partial P_z}{\partial t} = \int_z^\infty g \frac{\partial \rho}{\partial t} dz \quad (6.10)$$

Uzluksizlik tenglamasidan

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho U)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho V)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho W)}{\partial z} = 0 \quad (6.11)$$

$\frac{\partial \rho}{\partial t}$ ni (6.10) tenglamaga qo'yamiz:

$$\frac{\partial P_z}{\partial t} = \int_z^\infty g \operatorname{div} \rho V dz. \quad (6.12)$$

(6.12) dan ko‘rinib turibdiki, ma’lum z balandlikdagi bosimning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi $\frac{\partial P_z}{\partial t}$ atmosferaning yuqori qatlamlaridagi havo massasining divergensiyasiga bog‘liq.

Musbat divergensiyada $\text{div} \rho V > 0$, ya’ni havo massasi kamayganda (oqimlarning tarqalishi), z sathda bosim kamayadi

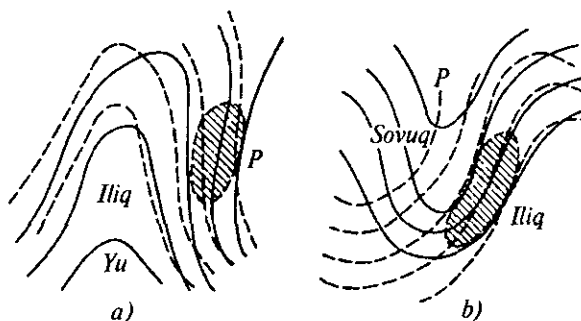
$\frac{\partial P_z}{\partial t} < 0$, manfiy divergensiyada $\text{div} \rho V < 0$, ya’ni havo massasi oqib

kelishida (oqimlar yig‘ilishida) sathdagi bosim ko‘tariladi $\frac{\partial P_z}{\partial t} > 0$.

(6.7) va (6.12) tenglamalardan kelib chiqqan xulosalarni birlashtirsak, dengiz sathida siklonlar hamda antisiklonlar paydo bo‘lishi va rivojlanishi jarayonlari uchun quyidagi sifat qoidalarini keltirib chiqarish mumkin.

Siklonlar oqim (izogipsa)lar tarqalayotgan balanddagi botiqlikning old qismida (MT_{700} yoki MT_{500} xaritalarida), quyi troposferada issiqlik adveksiyasi kuzatilgan joyda (MT_{700} va HT_{1000}^{500} termobarik xaritalarida) paydo bo‘ladi va chuqurlashadi.

Antisiklonlar oqim (izogipsa)lar yig‘ilayotgan balanddagi botiqlikning orqa qismi ostida, sovuqlik adveksiyasi kuzatilayotgan joyda paydo bo‘ladi va kuchayadi.



6.5-rasm. YuFZ ning antisiklogenetik (a) va siklogenetik (b) qismlari.

→ MT_{700} dagi izogipsalar (yoki oqim chiziqlari,) HT_{1000}^{500} dagi izogipsalar (yoki o‘rtacha haroratning izotermalari).

Tezlik uyurmasi tendensiyasi (vaqt bo'yicha o'zgarishi) tenglamasining tahlilidan yuqoridagiga o'xshash sifat qoidalari kelib chiqadi, bu esa dengiz sathidagi bosim o'zgarishi (vaqt bo'yicha) va yuqorida ko'rilayotgan atmosfera parametrlari orasidagi turg'un bog'liqlikni isbotlaydi.

Shu tufayli balanddagi botiqlikning old qismi (YuFZ ning deltasi) — YuFZ ning *siklogenetik qismi*, orqa qismi esa YuFZ ning *antisiklogenetik qismi* deb ataladi (6.5-rasm).

Bu yerda siklon va antisiklonlarga ta'sir qiluvchi faqat ikkita omil ko'rib chiqildi. Real atmosferada esa siklonning (antisiklonning) paydo bo'lishi va rivojlanishi ko'p parametrlarga bog'liq bo'lgan murakkab termodinamik jarayondir.

6.6. Tropik siklonlar

Tropik siklonlar deb, tropiklardagi yopiq izobarali past bosimli zonalarga aytiladi. Iliq nam havo massalarining uyurmaviy harakati ular bilan bog'liq. Tropik siklon tizimlarida nihoyatda kuchli shamollar va jala yog'inlari kuzatiladi. Tropik siklonning gorizonttal o'lchamlari notropik siklonning o'lchamlariga nisbatan kichik va diametri o'rtacha 1000 km ni tashkil etadi. Tropik siklon bilan bog'liq bo'lgan havo sirkulatsiyasi, odatda, butun troposferani egallaydi. Sirkulatsiyaning jadalligi quyi troposferada kuchli bo'lib, balandlik sayin kamayib boradi.

Tropik siklonlar yozda tropik okeanlarning ekvatoridan eng uzoqda joylashgan ichki tropik konvergensiya zonalarida vujudga keladi. Shimoliy yarimsharda bu Filippin orollari va Janubiy Xitoy dengizi, Bengal qo'ltig'i hamda Arab dengizi, Karib dengizi va Katta Farishta orollari zonalariga to'g'ri keladi. Ko'p hollarda tropik siklon 10—15° kengliklar zonasida vujudga keladi, bu zonadan shimolga va janubga olislashgan sari ularning paydo bo'lish takrorlanuvchanligi kamayadi va bevosita ekvatorga yaqin joylarda umuman vujudga kelmaydi.

Boshlang'ich siklon g'alayonlari tropik siklonning tug'ilishi manbai bo'lib xizmat qiladi. Tropik dengiz va okeanlar ustida ana

shunday g'alayonlar ko'p uchraydi, ob-havoning kundalik xaritalarida ularni o'nlab kuzatish mumkin. Lekin ularning ozchiligi tropik siklonga aylanadi.

Shu paytgacha tropik siklogenez nazariyasi mavjud emas. Fikrlarning turlicligini ikki konsepsiya asosida ifodalash mumkin. Birinchi konsepsiya „tartibli konveksiya — tropik siklogenez asosidir“ degan taxminga asoslanadi. Bu taxminga ko'ra siklon energiyani okean sirtidan oladi deyiladi. Bizga ma'lumki, siklonlar harorati 26°C dan kam bo'lmagan okean sirtida vujudga keladi va rivojlanadi. Bundan tashqari, yaxshi rivojlangan siklon okeanning nisbatan sovuq sirti ustiga yetib kelsa, u tez kuchsilanadi. Agar tropik siklonlarning maksimal takrorlanuvchanligi okean sirtining isish davriga, ya'ni yoz oxiri va kuz boshlariga to'g'ri kelishini esga olsak, siklonlar uchun energiya manbai to'g'risidagi shubhaga deyarli o'rin qolmaydi. So'zsiz manba sifatida okean xizmat qiladi. Energiya uzatilishining asosiy mexanizmi suvning fazaviy o'zgarishlaridir. Nam noturg'un atmosferada nam havoning ko'tariluvchi harakati (konveksiya)da kondensatsiya jarayoni boshlanadi va katta miqdorda issiqlik ajraladi. Bu issiqlik siklonning kinetik energiyasiga aylanadi.

Tropik siklogenezning ikkinchi konsepsiyasi sifatida tropik kengliklardan tashqaridagi jarayonlarning ta'siri hisoblanadi. O'rta kengliklardan tropikka tarqalayotgan balanddagi chuqur qutbiy botiqlik ko'p hollarda tropik siklon vujudga kelishining bevosita sababchisi bo'ladi. Bu botiqlik boshlang'ich siklon g'alayoniga sabab bo'ladi va botiqlikning harakati paydo bo'lgan siklon g'alayonini balanddagi o'rkach ostida joylashishiga olib keladi. Boshqacha aytganda, siklogenez uchun qulay sharoit yaratiladi, ya'ni quyi qatlamlarda siklon g'alayoni bilan bog'liq bo'lgan oqimlarning konvergentsiyasi (yaqinlashuvi), yuqori troposferada esa balanddagi o'rkach bilan bog'liq bo'lgan oqimlarning divergentsiyasi (uzoqlashuvi) kuzatiladi.

Rivojlangan tropik siklonlar markazida bosim, odatda, 950—970 gPa ga teng bo'ladi. Tropik siklonlarga bosimning katta gorizontal gradiyentlari xarakterli ($14\text{--}17\text{ gPa}/100\text{ km}$) va bu gradiyentlar bilan kuchli shamollar ($V > 33\text{ m/s}$) bog'liq. Dovul

va bo'ron jadalligiga yetgan tropik siklon markaziy iliq qismga ega bo'ladi. Siklonning markazidan uzoqlashgan sari harorat pasayadi. Yer sirti yaqinida markaz va siklon chetlari orasidagi haroratning farqi kichik bo'ladi, lekin balandlik ortgan sari bu farq kattalashadi hamda taxminan 10 km balandlikda maksimal qiymatga ega bo'ladi (10° — 15°C).

Tropik siklonlar sharqdan g'arbga qarab 20 km/soat o'rtacha tezlik bilan ko'chadi. Ammo ko'p hollarda ularning trayektoriyasi o'zgaruvchan bo'lishi mumkin.

Ma'lum jadallikka erishgan tropik siklonlar turli hududlarda turlicha nomlanadi. Uzoq Sharqda uni *tayfun* (xitoycha „tay“ — kuchli shamol), Atlantikaning shimoliy qismida — *uragan* (ispancha „urakan“ so'zidan), Hindiston yarim orol mamlakatlarida siklon deb ataladi.

1978-yilgacha uragan kuchiga yetgan tropik siklonni ayollar ismi bilan atab kelishgan bo'lsa, 1979-yildan boshlab erkaklar ismi bilan ham atay boshlashdi.

Tropik siklon juda katta talofot yetkazish kuchiga ega, shuning uchun uning prognoziga alohida e'tibor beriladi. Tropik siklonning vujudga kelish vaqti va joyini oldindan aytib berish juda qiyin, lekin sun'iy yo'ldoshlardan olingan ma'lumotlar asosida vujudga kelgan tropik siklonning ko'chish yo'nalishi va tezligini qoniqarli darajada oldindan aytib berish mumkin. Tropik siklonlarning Yer sun'iy yo'ldoshlari yordamida kuzatilishi nafaqat uning harakati, balki evolutsiyasi to'g'risida ham ma'lumot beradi. Yer sun'iy yo'ldoshlaridan olingan suratlar siklonlar bilan bog'liq bo'lgan bulutlar tizimi xususiyatlaridan siklonning rivojlanish bosqichlarini va jadalligini aniqlashga imkon beradi.

6.7. To'suvchi antisiklonlar

Quyi stratosfera va butun troposfera qatlamida ulkan statsionar siklon hamda antisiklonlar kuzatiladi. Yirik hududlar ustidagi sirkulatsiya xususiyatlarini belgilaydigan frontal zonalar va yuqori frontal zonalar ushbu barik tizimlarning periferiyasidan o'tadi.

Statsionar siklon va antisiklonlar frontal barik tuzilmalardan, ya'ni past barik tuzilmaning baland barik tuzilmaga aylanishi hamda maydon bo'ylab kengayishi natijasida rivojlanishi mumkin. Boshqa hollarda ular troposfera termobarik maydonining kengliklar bo'ylab o'zgarishlarida balanddagi botiqliklarning janubiy qismlarini (sovuq havoning to'silishi) balanddagi o'rkachlarning shimoliy qismlaridan (iliq havoning to'silishi) „ajratilishi“ (separatsiya) natijasida vujudga keladi.

To'suvchi antisiklon ulkan baland antisiklonning xususiy holidir. O'rta kengliklarda hukmron g'arbiy ko'chishni ko'p muddatga (bir necha sutkadan bir necha haftagacha) buzuvchi ulkan baland va kam harakatlanuvchi antisiklonlar to'suvchi antisiklonlar deb ataladi. To'suvchi antisiklonlar ob-havoning keskin o'zgarishlariga, ya'ni bir hududda davomiy sovishlar, ikkinchisida esa isishlarga olib keladi. Shu boisdan bu hodisani o'rganishga alohida e'tibor beriladi.

To'sib qo'yish troposferaning katta qismida oqimlarning meridional yo'nalishini vujudga keltirib, harakatchan siklon va antisiklonlarning trayektoriyasini zonal (g'arbdan sharqqa) yo'nalishdan chetlantiradi. Bunday hollarda quyi kengliklarda bosim past bo'ladi.

To'suvchi antisiklonlar qish va bahorda ko'proq, yozda kamroq hosil bo'ladi. Ko'pincha ular Atlantika okeanining shimoli-sharqiy qismida va Tinch okeanining shimoli-g'arbiy qismida, Yevrosiyo qit'asida esa Ural va Sharqiy Sibir hududlarida uchraydi.

To'suvchi antisiklonlar ma'lum mavsum uchun to'shalgan sirt nisbatan iliq bo'lgan joylarda, masalan, qishda okeanning nisbatan iliq qismi ustida vujudga keladi. Shunday qilib, to'suvchi antisiklonlar vujudga kelishi uchun shimoliy hududlarda suvning harorati nisbatan yuqori bo'lishi kerak.

To'suvchi antisiklon rivojlanishining yana bir muhim sharti, ushbu antisiklon egallagan maydon o'lchamigaga teng keladigan katta hududda to'shalgan sirtning tuzilishi kichik gradiyentli harorat maydonini hosil qilib berishi kerak. Quyi va yuqori kengliklardagi haroratlarning farqi kichik bo'lishi kerak. Haroratlarning bunday kichik farqi qishda shimoliy yarimsharda quyi va yuqori kengliklar

orasida iliq okeanik oqimlari o'tadigan joylarda kuzatiladi. Demak, qishda to'suvchi antisiklonlar vujudga kelishi uchun qulay sharoitlar iliq okean oqimlari ustida yuzaga keladi.

6.8. Orografiyaning siklon va antisiklonlarga ta'siri

Siklon va antisiklonlarning vujudga kelishi, ko'chishi hamda rivojlanishi faqat qit'a va okeanlarning joylanishiga bog'liq bo'lib qolmay, balki joyning orografiyasi, ya'ni yer sirti notekisliklariga ham bog'liq.

Havo oqimlari tog'li to'siqlarni oshib o'tishga intilganidek, siklon va antisiklonlar ham ko'pincha baland tog'larni oshib o'tadi. Shuningdek, tog'lar yaqinida barik tizimlarning harakati sekinlashadi, baland tog'lar esa past sovuq antisiklonlarni umuman ushlab qolishi mumkin. Tog'ning bir tomonida sovuq havoning to'planib qolishi, tog'dan o'tish paytida bosimning keskin farqlariga olib keladi. Bu esa bunday hollarda orografik izobaralar o'tkazishga majbur qiladi. Umuman, tog'larning shamolga qaragan tomonida — antisiklongenez, shamolga teskari tomonida — siklogenezga qulay sharoit yaratiladi.

Tog'larning shamolga qaragan tomonida front chizig'ining sinishi ko'pincha frontal to'lqinlar va siklonlar paydo bo'lishiga olib keladi (masalan, yozda Shimoliy Kavkazda). Paydo bo'lgan siklonlarning chuqurligi katta bo'lmasa ham, ularning ob-havoga ta'siri katta. Masalan, uzoq va jadal yog'ingarchilik bo'lishi mumkin.

Agar front tog' tizimi chegarasiga yetib kelsa, front sinishi yuz beradi. Bu yangi siklonning paydo bo'lishiga olib keladi. Masalan, Skandinaviya tog'lariga iliq front yaqinlashganida frontning sharqiy qanoti Boltiq dengizi sohillari bo'ylab erkin harakatlanadi. Huddi shu paytda frontning g'arbiy qanotini tog'lar to'xtatadi.

Havo oqimlari va front chiziqlarining sinishi ko'p hollarda bo'g'ozlar hududida siklonlarning paydo bo'lishiga olib keladi.

Yozda O'rta Osiyoning sharq va janubdan baland tog'lar bilan o'ralgan tekisliklari (sahrolar) ustida termik siklonlar paydo bo'lishiga qulay sharoitlar yuzaga keladi. Yilning sovuq davrida O'rta

Osiyoning sharqida tog'larning shamolga qaragan tomonida sovuq frontlar orqasidagi harakatchan antisiklonlar ko'pincha ushlanib qoladi, siklonlar esa qisman to'lishib, tog'larni oshib o'tadi.

Siklonlarning tog'dan oshib o'tish paytida segmentatsiya (bo'linish) jarayoni yuz beradi, ya'ni tog'ning shamolga qaragan tomonida eski siklon markazi saqlanib qolgan holda, tog'ning shamolga teskari tomonida yangi siklon markazi hosil bo'ladi. Keyinchalik yangi siklon markazi rivojlanib ketadi, eskisi esa to'lishadi, lekin ba'zida ikkala markaz ham uzoq muddat saqlanib qolishi mumkin.

Segmentatsiya jarayonining yuz berishini quyidagicha tushuntirish mumkin. Siklon tog'ning shamolga qaragan tomonida havoning ushlanib va to'planib qolishi hisobiga to'lishadi. Shu bilan bir paytda tog' tizimi ustida havo oqimlari hech qanday to'siqsiz tog'ni oshib o'tadi, tog' ustida havo oqimi tezligi ortadi. Tog'ning shamolga qaragan tomoni ustidagi kuchli shamollar quyi qatlamlardagi havoni ham o'z ortidan tortadi, bu esa tog'ning shamolga teskari tomonida havo massasining kamayishi va havo bosimining pasayishiga, ya'ni ikkinchi siklon markazining vujudga kelishiga olib keladi.

Siklonlar segmentatsiyasi O'rta Osiyoda ko'proq-yilning sovuq vaqtida janubiy siklonlar (Janubiy Kaspiy va Murg'ob siklonlari) chiqayotganida va keyinchalik Eron tog'liklarini oshib o'tayotganida kuzatiladi.

Umuman, tog' ustidan oshib o'tayotgan paytda siklonlar qisman to'lishadi, antisiklonlar esa kuchayadi.

Nazorat savollari

- 1. Siklonlarni ta'riflab bering.*
- 2. Yer sirti yaqinida siklonlarda havo sirkulatsiyasini ko'rsating.*
- 3. Erkin atmosferada siklonlarda havo sirkulatsiyasini ko'rsating.*
- 4. Siklonlarga qanday ob-havo sharoitlari xos?*
- 5. Antisiklonlarni ta'riflab bering.*
- 6. Yer sirti yaqinida antisiklonlarda havo sirkulatsiyasini ko'rsating.*
- 7. Erkin atmosferada antisiklonlarda havo sirkulatsiyasini ko'rsating.*
- 8. Antisiklonlarga qanday ob-havo sharoitlari xos?*

9. Haroratning lokal o'zgarishlari barik tizimlarning harakatlanishiga qanday ta'sir o'tkazadi?

10. Siklonlarning regeneratsiyasi nima va qanday jarayonlar unga olib keladi?

VII BOB. SINOPTIK HOLATNING PROGNOZI

7.1. Prognozlarning tasnifi. Prognoz usullariga qo'yiladigan talablar

Ob-havo prognozi deb sinoptik-mutaxassis tomonidan kutilayotgan atmosfera holati tavsifiga aytiladi. Prognozlar tanlangan prognoz usuliga muvofiq atmosfera jarayonlarining qonuniyatlari haqidagi tassavurlar asosida tuziladi.

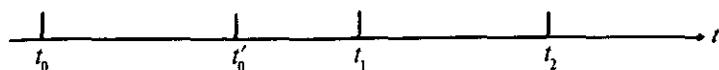
Tanlangan usul bo'yicha ishlash uchun zarur bo'lgan mantiqiy va matematik amallar to'plami — *prognostik algoritmi*, foydalanilgan kuzatish ma'lumotlari (shu jumladan oldindan ishlangan) esa *boshlang'ich ma'lumotlar* deyiladi.

Ob-havo prognozlarning *barvaqtligi* va *amal qilish muddatiga* ko'ra meteorologik prognozlar qisqa muddatli (36 soatgacha) va uzoq muddatli (36 soatdan ortiq) guruhlariga ajratiladi. O'z navbatida uzoq muddatli prognozlar *davriy* (2—3 kundan 5—7 kungacha), *oylik* va *mavsumiy* turlarga bo'linadi.

Prognozning barvaqtligi va amal qilish muddati tushunchalarini tassavur qilish uchun vaqt o'qida bir nechta xarakterli nuqtalarni belgilaymiz (7.1-rasm).

1) Boshlang'ich muddat t_0 — boshlang'ich ma'lumotlar qatoriga kiritilgan natijalarning so'nggi kuzatish muddati.

2) Prognoz tayyor bo'lgan vaqt t'_0 . Prognozning iste'molchilarga uzatilish uchun tayyor bo'lgan vaqti.



7.1-rasm. Prognozning barvaqtligi va amal qilish muddati tushunchasining aniqlashga doir.

3) Prognozning amal qilish muddati yoki prognoz davri t_1-t_2 atmosferaning prognozda ko'rsatilgan holatda bo'lgan davri.

4) Prognoz barvaqtligi $t_1-t'_0$ — prognoz tayyor bo'lgan vaqtdan t_0 prognozning amal qila boshlaydigan muddatigacha t_1 vaqt oralig'i.

Qisqa muddatli prognozlarga *sutkalik, operativ (tezkor) prognozlar va tezkor ogohlantirishlar* kiradi. Sutkalik prognozlar, odatda, joriy sutkannig soat 20 sidan to keyingi sutkaning soat 20 sigacha (kechasi va kunduziga alohida) bo'lgan davr uchun tuziladi.

Operativ prognozlar ayrim xo'jalik ishlarini bajarish, samolyotlarning parvoz davri va boshqalar uchun talab qilingan barvaqtlik bilan tuziladi. Xavfli va o'ta xavfli atmosfera hodisalaridan xabardor qilish maqsadida ko'rilayotgan davr uchun avvalroq tuzilgan prognozlarda bu hodisalar ko'zda tutilganligidan qat'i nazar tezkor ogohlantirishlar tuziladi.

Barcha prognozlarga ularning amal qilish muddati tugagunga qadar, zarur bo'lganda tuzatmalar kiritilishi mumkin. Meteorologik prognozlar, ular taalluqli bo'lgan hududga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

- 1) Punkt bo'yicha (shahar, aerodrom);
- 2) Marshrut bo'yicha (aviatrassa, yo'l qismi);
- 3) Hudud bo'yicha (geografik, ma'muriy).

Qicqa muddatli prognozlar foydalanish maqsadiga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

- 1) umumiy ob-havo prognozlari;
- 2) maxsus (ixtisoslashtirilgan) prognozlar.

Umumiy ob-havo prognozlari keng iste'molchilar tomonidan foydalanish uchun tuziladi. Ular gazeta, radio, televideniye va boshqa ommaviy axborot vositalar orqali e'lon qilinadi. Bu prognozlarda kutilayotgan bulutlilik, yog'inlar, shamol, ob-havo hodisalari (tuman, bo'ron, momaqalldiroq, do'l, yaxmalak, changli bo'ron va boshq.) va havo harorati to'g'risida xabar beriladi.

Maxsus prognozlar muayyan iste'molchilar uchun ularning faoliyat sohasini hisobga olgan holda tuziladi. Masalan, aviatsiya uchun tuzilgan prognozlarda bulutlilik, shamol va ko'rinuvchanlikni

yomonlashtiradigan hodisalarga, dengiz prognozlarida — shamolga, qishloq xo'jalik prognozlarda — harorat va yog'inlarga alohida e'tibor beriladi.

Meteorologik prognozlar, odatda, kompleks, ya'ni atmosfera holatining bir nechta xususiyatlarini o'zida aks ettirgan bo'ladi. Kompleks prognoz tuzishdan avval kompleksga kiradigan barcha xarakteristikalarining individual prognozlari ishlab chiqiladi va ular bir-biriga moslanadi.

Prognoz qilinayotgan xarakteristikaning turiga qarab, barcha individual prognozlar *miqdoriy* va *sifat prognozlariga* bo'linadi.

Agar prognozning xatosi raqam bilan baholansa, u miqdoriy hisoblanadi, qolgan hollarda prognoz sifat prognozi hisoblanadi. Masalan, havo harorati, bulutlarning quyi chegarasi balandligi, yog'inlar miqdorining prognozi miqdoriy bo'ladi, bulutlarning turi, yog'inlar turi (shivalama, burkama, jala), ob-havo hodisalarining (tuman, momaqaldiroq, do'l, bo'ron va boshq.) prognozi esa sifat prognozlariga kiradi.

Hozirgi vaqtda qisqa muddatli prognozlarni tuzishda va ularni iste'molchilarga yetkazishda, odatda, qat'iy iboralardan foydalaniladi. Shunda sifat prognozlarida, o'zaro inkor qiluvchi ikki iboradan biri (tuman-tumansiz, yog'in-yog'insiz va h.k.), miqdoriy prognozlarda esa prognozchining fikricha ro'y berish ehtimolligi katta bo'lgan prognoz qilinayotgan kattalikning qiymati (yoki chegaralari) ko'rsatiladi.

Mutaxassislar tomonidan tuzilgan ob-havo prognozlari, odatda, atmosferadagi jarayonlarning haqiqiy qonuniyatlarini aks ettiradi. Ular atmosferaning bo'lajak holati to'g'risida ma'lumotlarni o'z ichiga oladi. Bunday prognozlarni *uslubiy prognozlar* deb atash qabul qilingan va ular maxsus ishlab chiqilgan usul asosida tuziladi.

Ammo, qisqa muddatli prognozlar amaliyotida ko'proq *inersion prognozlardan* foydalaniladi. Ularda dastlabki paytda kuzatilgan qiymat (o'zgarish chegaralari, fazasi) prognoz qilinadi.

Hozirgi kunda ob-havo xarakteristikalarining prognozida turli usullar qo'llaniladi. Ularning bir qismi sinovdan o'tib, sinoptik amaliyotda keng foylanilmoqda, bir qismi sodir bo'lib o'tgan jarayonlar materiallarida tekshirilmoqda, yana bir qismi esa

tayyorlash bosqichida turibdi. Bu — fan taraqqiyotining tabiiy jarayonidir. Muhandis-sinoptik har qanday usulning prognoz samaradorligini baholay olishi va ulardan eng unumlisini tanlay bilishi kerak.

Tanlangan prognoz usuli quyidagi talablarga javob berishi lozim:

1. Prognoz usuli imkoni boricha *obyektiv* bo'lishi kerak. Bir xil boshlang'ich ma'lumotlardan va usuldan foydalanayotgan ikki sinoptik bir xil yoki yetarlicha bir-birga yaqin yakuniy natijalarga erishishi lozim. Barik maydonning matematik usuldagi prognozi bu talabga ko'proq javob beradi.

2. Prognoz usuli yetarlicha samaradorlikka ega bo'lishi shart. Iqlim xarakteristikalari prognoz usuli samaradorligining muhim mezonlaridan biri hisoblanadi. Ma'lum usul bo'yicha tuzilgan prognozning amalda isbotlanishi hodisaning iqlimiy takrorlanuvchanligidan yuqori bo'lsa, prognoz usuli samarador deb hisoblanadi:

$$\frac{n}{N} 100\% > II \quad (7.1)$$

bunda n — isbotlangan prognozlar soni; N — tuzilgan prognozlarning umumiy soni; II — hodisaning iqlimiy takrorlanuvchanligi.

3. Tanlangan prognoz usulining foydalanish chegaralarini bilish zapor (geografik hudud, yil mavsumi, boshlang'ich sinoptik vaziyat va boshq.). Macalan, tog'li hududlar uchun prognozlarni tayyorlashda tekisliklar uchun ishlab chiqilgan usullarni umuman qo'llab bo'lmasligi mumkin. Qish mavsumi uchun ishlab chiqilgan prognoz usuli yoz davri uchun to'g'ri kelmasligi mumkin.

7.2. Sinoptik holatning prognoz usullari va ahamiyati

Iste'molchilarni atmosfera jarayonlarining umumiy xususiyatlari emas, balki ma'lum meteokattaliklarning kutilayotgan qiymatlari, ya'ni ob-havo sharoitlari qiziqtiradi. Ob-havo sharoitlarining prognozi *sinoptik holatning* prognozi asosida tuziladi. Sinoptik holat

deb, atmosfera jarayonlarining ob-havo xaritalarda aks ettirilgan ma'lum vaqt momentidagi majmui, ya'ni sinoptik obyektlar (havo massalari, atmosfera frontlari, barik tuzilmalar, planetar yuqori frontal zonalar va tez havo oqimlar) tushuniladi.

Sinoptik holatning prognozi havo massalari, atmosfera frontlari, barik tuzilmalar, planetar yuqori frontal zonalar va tez havo oqimlarining ko'chishi va rivojlanishi prognozidan iborat bo'ladi. Sinoptik holatning prognozi yordamchi rol o'ynaydi, u ob-havo prognozini tayyorlashning boshlang'ich bosqichi bo'lib, bu prognoz uchun asos hisoblanadi.

Sinoptik holat prognozining ahamiyati katta. Haqiqatdan ham, har qanday havo massasiga yoki frontga ob-havoning ma'lum turi to'g'ri keladi. Siklon va antisiklonlarda hamda bu barik tuzilmalarning turli sektorlarida ob-havo sharoitlari o'zaro farq qiladi. Sinoptik holatni va uning o'zgarishlarini prognoz qilib, biz u yoki bu hudud ob-havosining umumiy xususiyatlarini oldindan aytib beramiz. Shunday qilib, prognozning ikkinchi bosqichi bo'lgan ob-havo sharoitlarining prognozi sinoptik holatning prognozi bilan chambarchas bog'liq.

Shuni nazarda tutish kerakki, sinoptik holatning prognozi faqat yirik masshtabli jarayonlarning prognozini o'z ichiga oladi. Shuning uchun ob-havo sharoitlarining bexato prognozi, ayniqsa alohida olingan punktda, sinoptik holatning bexato prognoziga doim mos kelavermaydi.

Mahalliy sharoitlar ob-havoga, ayniqsa jala yog'inlari, radiatsion tumanlar, sovishlarning va h.k. vujudga kelishiga, katta ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Ba'zida ob-havo prognozlarining xatoliklari sinoptik holat prognozining yetarlicha aniq bo'lmaganligi bilan bog'liq bo'ladi. Masalan, qabul qilingan mashtabdagi xaritalar yordamida sinoptik holatni prognoz qilishda berilgan prognoz front chizig'i yoki siklon markazining joylashishini ma'lum vaqt momentida ± 100 km aniqlikda ko'rsatib bersa-da, front chizig'i yoki siklon markazi yaqinida joylashgan punktlar uchun esa noto'g'ri bo'lib chiqishi mumkin. Lekin to'g'ri, bexato sinoptik holat prognozi bo'lmasa, ob-havoni bexato prognoz qilish mumkin emas.

Sinoptik holatning prognoz usullarini shartli ravishda quyidagi guruhlarga bo'lish mumkin:

1) ob-havo prognozi masalasida foydalaniladigan termodinamika tenglamalarini yechishga asoslangan sonli usullar;

2) murakkab hisoblash texnikasidan foydalanishni talab qilmaydigan formal va fizik ekstrapolatsiya usullari;

3) sinoptikning atmosfera jarayonlarining kutilayotgan o'zgarishlari to'g'risida fizikaviy sifat xulosalari.

Hozirgi vaqtda hech bir usul sinoptik holat prognozining barcha masalalarini to'liq yechishni ta'minlay olmaganligi sababli, tezkor (operativ) ishlarda maqsadga muvofiq bo'lgan barcha usullar qo'llaniladi, ya'ni sinoptik holatning prognozi kompleks prognoz hisoblanadi. Bu holda sonli prognoz usullarining afzalligi ortadi.

Aytib o'tilgan usullar juda ko'p umumiylikka ega. Avvalambor ular umumiy sinoptik asosga ega va by nuqtayi nazardan prognozning sinoptik usullari hisoblanadi. Ushbu usullarning barchasi atmosfera jarayonlarining ma'lum qonuniyatlariga tayanadi va prognoz ishlarining tajribasini umumlashtiradi. Bu umumlashtirishlarning boshlang'ich shakllaridan biri — prognozning *empirik* (tajribalardan kelib chiqqan) *qoidalaridir*. Ulardan eng muhimlari nazariyaga asoslanib, statistik sinovdan o'tib, prognoz ishlarida qo'llanilmoqda.

Tezkor (operativ) amaliyotda sinoptik holatning prognozi taxminan quyidagi sxema bo'yicha amalga oshiriladi:

1) EHM da sonli usullar asosida yer sirti yaqini bosim va asosiy izobarik sirtlarning geopotensial balandliklar maydonlari hisoblanadi va kutilayotgan ob-havo xaritalari tuziladi;

2) tuzilgan xaritalarga barcha mavjud bo'lgan ma'lumotlar (meteoyo'ldoshdan qabul qilingan ma'lumotlar ham kiradi) asosida qo'shimcha va tuzatmalar kiritiladi. Sonli usullar asosida prognoz qilish mumkin bo'lmagan, faqat fizik va formal ekstrapolatsiya usullari bilan oldindan aytish mumkin bo'lgan front chiziqlarining kutilayotgan holatlari ko'rsatiladi;

3) sinoptikning fizikaviy sifat xulosalari asosida qo'shimcha va tuzatmalar kiritiladi.

Sinoptik o'zining sifat xulosalarida quyidagi qoidalaridan foydalanadi:

a) atmosfera jarayonlari rivojlanishining umumiy fizik qonuniyatlarini bilish;

b) meteokattaliklarni fazoda va vaqt bo'yicha mumkin bo'lgan o'zgaruvchanligini bilish;

d) meteokattaliklarni o'lchashlarda o'lchash aniqligini va tasodifiy xatoliklarni bilish;

e) u yoki bu prognoz usullaridan foydalanishning qulay sharoitlarini bilish;

f) atmosfera jarayonlarining tahlilida tarixiy ketma-ketlikni saqlash;

g) ko'rilayotgan hududning mahalliy sharoitlarini va yil mavsumini hisobga olish.

Atmosfera jarayonlari shunchalik murakkabki, sonli usullar bu jarayonlarning juda ko'p qirralarini malakali sinoptik bajargandek aniq va chuqur hisobga olishga qodir emas.

7.3. Formal ekstrapolyatsiya usullari

Baqt bo'yicha *formal ekstrapolyatsiya* deganda, sinoptik obyekt-larning keyingi xarakteristikalarini meteokattaliklarning avvalgi o'zgarishlariga asoslanib, uning kutilayotgan qiymatlarini aniqlash tushuniladi. Shu bilan birga, kuzatilayotgan jarayonlarni fizik mohiyati va cabab-oqibat aloqalari e'tiborga olinmaydi. Shuning uchun formal ekstrapolyatsiya usullarining qo'llanilishi chegaralangan va u faqat sinoptik holatning keskin o'zgarishi kutilmaydigan holatdagina muvaffaqiyatli amalga oshirilishi mumkin. Formal ekstrapolatsiya usullariga quyidagilar kiradi:

- 1) to'g'ri chiziqli ekstrapolatsiya;
- 2) egri chiziqli ekstrapolatsiya;
- 3) ekstrapolatsiyani differensial formulalar bo'yicha hisoblashlar;
- 4) izallobaralar usuli;
- 5) barogrammani to'lqinlarga yoyish usuli.

Quyida faqat to'g'ri chiziqli ekstrapolatsiya va ekstrapolatsiyani differensial formulalar bo'yicha hisoblash usullari ko'rib chiqiladi.

To'g'ri chiziqli ekstrapolatsiya usulini siklon markazi ko'chishining prognozi misolida ko'rib chiqamiz.

1) Toza xarita blankasiga prognoz qilinayotgan siklonning t_0 , t_0-12 va t_0-24 vaqt momentlaridagi markaziy holatlarini tushuramiz va bu nuqtalarni ΔS_1 va ΔS_2 bo'lakchalar bilan tutashtiramiz. Bunda t_0 — vaqtning boshlangich momenti.

2) ΔS_1 va ΔS_2 bo'laklarda siklon markazining ko'chish tezligi aniqlanadi (xarita masshtabini hisobga olgan holda)

$$V = \Delta S / 12 \text{ soat},$$

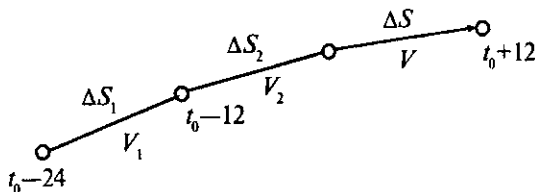
3) Agar siklonning ko'chish tezligi ko'rilayotgan bo'lakchalarda bir-biridan kam farq qilsa ($V_1 = V_2$) va ΔS_2 bo'lakcha ΔS_1 bo'lakchani davomi bo'lsa, u holda siklon markazining 12 soatdan keyingi bo'lajak joylanishi ΔS_2 bo'lakchani davomiga chizilgan $\Delta S = V \cdot 12$ soat bo'lakchani oxirida joylashadi (7.2-rasm). Bunda

$$V = \frac{V_1 + V_2}{2}.$$

Atmosfera fronti chizig'ining ko'chishini prognoz qilish uchun front chizig'ida 2—3 nuqtani tanlab, har bittasi bilan siklon markazi singari amallar bajariladi.

Ekstrapolatsiyaning differensial formulalari eng rasional shaklda ilk bor Petersen tomonidan taklif etilgan. Ulap meteokattaliklarga quyidagi operatorning qo'llanilishiga asoslangan:

$$\frac{d}{dt} = \frac{d}{dt} + C\nabla. \quad (7.2)$$



7.2-rasm. To'g'ri chiziqli ekstrapolatsiya usuli bo'yicha siklon markazi ko'chishining prognozi.

$\frac{d}{dt} = 0$ deb hisoblab, ya'ni evolutsiyani hisobga olmasak, yo'nalishlarni koordinata o'qlari bo'ylab ko'rib, (7.2) dan tezlik tashkil etuvchilari uchun quyidagi ifodalarga kelimiz:

$$C_x = -\frac{\frac{d}{dt}}{\frac{d}{dx}}, \quad C_y = -\frac{\frac{d}{dt}}{\frac{d}{dy}}. \quad (7.3)$$

Izobaralar ($P(x, y, t_0) = \text{const}$), izallobalar ($\frac{dP}{dt} = b(x, y, t_0) = P_t = \text{const}$), botiqlik va o'rkach o'qlari ($\frac{dP}{dx} = P_x = 0$), siklon va antisiklonlar markazlari ($P_x = P_y = 0$) va front chiziqlarining ($P_1 - P_2 = 0$) asosiy xarakteristikalarini qo'llab, bu sinoptik obyektlarning ko'chish tezliklarini aniqlash uchun (7.3) dan differensial formulalarni keltirib chiqarish mumkin.

Bu formulalarni x o'qi izobara, izollabara, botiqlik va front chizig'iga perpendikulyar deb tahmin qilib yozamiz. U holda:

izobara uchun
$$C_x = -\frac{P_t}{P_{xx}}, \quad (7.4)$$

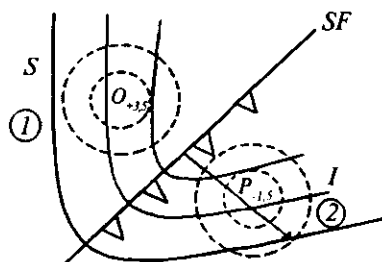
izollabara uchun
$$C_x = -\frac{P_{tt}}{P_{xx}} = \frac{b_t}{b_x}, \quad (7.5)$$

botiqlik yoki o'rkach o'qlari uchun
$$C_x = \frac{P_{xt}}{P_{xx}} = -\frac{b_x}{P_{xx}}, \quad (7.6)$$

siklon va antisiklon markazlari uchun
$$\begin{cases} C_x = \frac{P_{xt}}{P_{xx}} = -\frac{b_x}{P_{xx}} \\ C_y = \frac{P_{yt}}{P_{yy}} = -\frac{b_y}{P_{yy}} \end{cases} \quad (7.7)$$

front chizig'i uchun
$$C_x = \frac{P_{1t} - P_{2t}}{P_{1x} - P_{2x}} = -\frac{b_1 - b_2}{P_{1x} - P_{2x}} \quad (7.8)$$

ifodalarni hosil qilamiz.



7.3-rasm. Ekstrapolyatsiyani differensial formulalar asosida hisoblash usuli bo'yicha atmosfera fronti chizig'i ko'chishining prognozi.

(7.4)—(7.5) formulalar $\frac{dP}{dt} = 0$ shart bajarilganida, ya'ni barik maydonning evolutsiyasi kuzatilmaganida o'rinli („1“ va „2“ indekslar bilan front bilan ajratilgan sovuq (1) va iliq (2) havo massalaridagi meteorologik kattaliklar belgilangan).

Sovuq front chizig'ining kutiliyotgan ko'chish tezligini hisoblashga oid misol (7.3-rasm).

$b_1 = +3,5$ gPa/3s, $b_2 = -0,5$ gPa/3s, $P_{1x} = -4$ gPa/300 km, $P_{2x} = +4$ gPa/300km.

$$C_x = \frac{(3,5+0,5)gPa \cdot 3 \cdot s}{(-4-4)gPa / 300 \cdot k \cdot m} = \frac{4 \cdot 300}{8 \cdot 3} \frac{k}{s} = 50 \frac{m}{s}.$$

7.4. Fizik ekstrapolatsiya usullari. Yetakchi oqim va fizikaviy mantiq usullari

Fizik ekstrapolatsiya usullari deganda shunday usullar tushuniladiki, ularda ob-havo xarakteristikalarining prognozi bu xarakteristikalarining harakatlanayotgan havo zarrachalarining ko'chishi orqali amalga oshiriladi. Bu usullarga *trayektoriya usuli* va *yetakchi oqim usuli* kiradi.

Tezkor sinoptik ishlarda yetakchi oqim qoidasi keng qo'llaniladi. Uni empirik yo'l bilan birinchi bo'lib V.M.Mixel va S.I.Troiskiyar (1932) kiritgan. Yetakchi oqim qoidasi bo'yicha past siklon va antisiklonlarning markazlari 4—6 km balandlikda mavjud bo'lgan turg'un havo oqimi yo'nalishida ko'chadi. Keyinchalik siklon

va antisiklon markazlari, botiqlik va o'rkach o'qlari, front chiziqlarining ko'chishini prognoz qilish maqsadida MT_{700} yoki MT_{500} xaritalarining izogipsalari bo'ylab V_{pr} tezlik bilan hisoblay boshladilar. V_{pr} mos sathdagi shamol tezligiga (V) proporsional:

$$V_{pr} = K \cdot V \quad (7.9)$$

K proporsionallik koeffitsiyenti yer sirti yaqinidagi ishqalanish kuchiga, izobarik sirtning balandligiga va shu sathdagi oqimlar tezligiga (V) bog'liq.

Mazkur usul „Yetakchi oqim va fizikaviy mantiq usuli“ deb ataladi.

Agar yetakchi oqim sifatida 700 gPa li izobarik sirt sathidagi oqimlar tanlansa, u holda K koeffitsiyentining o'rtacha qiymati 0,8 ga teng deb qabul qilinadi.

7.1-jadvalda yer yaqinidagi siklonlar markazlari ko'chishining prognozi uchun MT_{700} xaritasidagi V_{700} tezlikning turli qiymatlarida K koeffitsiyentining o'rtacha qiymatlari keltirilgan.

7.1-jadval

MT_{700} xaritasi uchun K koeffitsiyentning o'rtacha qiymatlari

V_{700} , km/soat	<30	30—35	35—45	45—55	55—85	>85
K	1,5	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6

Agar yetakchi oqim sifatida 500 gPa li izobarik sirt sathidagi oqimlar tanlansa, u holda K koeffitsiyentining o'rtacha qiymati 0,6 teng bo'ladi. Ammo uning qiymati 500 gPa sirtidagi shamol tezligiga ham bog'liq bo'ladi (7.2-jadval).

7.2-jadval

MT_{500} xaritasi uchun K koeffitsiyentning o'rtacha qiymatlari

V_{500} , km/soat	<60	70—90	>85
K	1,0	0,6	0,5

Afsuski, K koeffitsiyentining qiymatlari jadvaldagi o'rtacha qiymatlardan katta farq qilishi mumkin. Bu nafaqat V_{700} yoki V_{500}

larni hisoblash noaniqligiga, balki barik tizimlarni bir sathdagi havo oqimlari bo'yicha ko'chuvchi qattiq jism sifatida qarash mumkin emasligiga ham bog'liq. Barik tizimlarning ko'chishi va barik maydonning o'zgarishlari atmosferaning nafaqat bir sathida, balki butun atmosfera qatlamida kuzatiladigan murakkab jarayonlar natijasida ro'y beradi. Siklon va antisiklonlar trayektoriyalarini MT_{700} va MT_{500} xaritalaridagi izogipsalar yo'nalishidan katta chetlanishlarining sababi ham aynan shundadir.

Shuning uchun MT_{700} va MT_{500} xaritalaridagi ma'lumotlar asosida ko'rilayotgan sinoptik tuzilmaning ko'chish tezligi hamda yo'nalishini hisoblash natijalarini fizik ekstrapolatsiya, ya'ni mantiq asosida to'ldirish kerak.

Atmosfera jarayonlarining rivojlanish qonuniyatlarini bilib, sinoptik fizikaviy mantiq asosida sinoptik obyektlarning evolutsiya imkoniyatlarini, ularning ko'chishi va rivojlanishiga mahalliy tabiiy-geografik sharoitlarning ta'sirini baholaydi. Bu tuzatmalar hisobga olinib, kiritilgandan so'ng ko'rilayotgan sinoptik obyekt ko'chishining qat'iy prognozi tuziladi.

700 gPa HT_{1000}^{500} izobarik sirtidan yuqorida shamol yo'nalishining o'zgarishlari kichik bo'lsa, ya'ni MT_{700} va HT_{1000}^{500} izogipsalari ustma-ust tushsa, yer yaqini xaritasidagi barik tuzilmalarning markaziy va old qismlari ustidagi MT_{700} izogipsalar yo'nalishi bo'yicha siklon (antisiklon) markazining ko'chishini oldindan aytib berish mumkin. Shu bilan birga, MT_{700} xaritasidagi geostrofik shamolning yo'nalishi yetakchi oqim yo'nalishini yetarlicha aniq aks ettiradi, deb taxmin qilinadi. Uni esa keyingi sutkaga ekstrapolatsiya qilish mumkin.

MT_{700} va HT_{1000}^{500} izogipsalari ustma-ust tushmagan hollar uchun MT_{700} dagi geostrofik shamolning o'ptacha vektori va yer yaqini xaritasidagi siklonning markaziy va old qismlari ustidagi HT xaritasida termik shamolning o'rtacha vektorini aniqlash tavsiya qilinadi. Yer yaqinidagi markaz ustiga qo'yilgan bu ikki vektorning vektor yig'indisi yoki teng ta'sir etuvchisi, keyingi sutkalar maboy-nida markaziy ko'chish yo'nalishini ko'rsatadi.

Bu usulning kamchiligi yuqorida joylashgan qatlamdagi termik shamol va boshqa balandliklardagi geostrofik shamollarning hisobga olinmaganligidan iboratdir.

Mazkur nuqsondan qutilish uchun V.I. Bushuk yetakchi oqim sifatida butun troposfera tezliklar maydonining o'rtacha vektor yig'indisini tushinishni taklif qildi.

Yetarlicha zich aerologik stansiyalar tarmog'ining sifatli ma'lumotlari asosida olib borilgan tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, past va o'rta barik tuzilmalarning ko'chish yo'nalishini prognoz qilish uchun yetakchi oqim yo'nalishini quyidagi formuladan foydalanib topish mumkin:

$$H = \frac{H_{850} + H_{700} + H_{500} + H_{300}}{4} + H_{1000}^{300}. \quad (7.10)$$

Barcha sathlarda izogipsalar ustma-ust tushsa, H_{1000}^{300} had hisobga olinmaydi. Bu holda har qanday sirtida izogipsalar yo'nalishi keyingi sutkaga ekstrapolatsiya qilinishi mumkin bo'lgan yetakchi oqim yo'nalishini aks ettiradi.

7.5. Siklon va antisiklonlarning vujudga kelishi hamda ko'chishining prognozi

Siklon faoliyati atmosfera umumiy sirkulatsiyasi muhim bo'g'ini hisoblanadi, shuning uchun ham siklon va antisiklonlarning, ayniqsa frontal siklonlarning, paydo bo'lishi va ko'chishini prognoz qilishga alohida e'tibor beriladi.

Termik (nofrontal, mahalliy) siklon (antisiklon)lar ostki qatlamdagi bir jinsli bo'lmagan isish (sovish) natijasida vujudga keladi. Ular kam harakatli bo'lib, ob-havo sharoitlarining keskin o'zgarishi ularga bog'liq emas (faqatgina ular vujudga kelgan hududlarda havo haroratining yuqori (past) bo'lishi bundan mustasno).

Frontal siklon va antisiklonlarning paydo bo'lishi hamda ko'chishini ko'rib chiqamiz, chunki ob-havoning keskin o'zgarishlari ularga bog'liq.

Yangi siklon (antisiklon)ning paydo bo'lishi bosim va shamol maydonlarining o'zgarishlari bilan bir vaqtda kuzatiladi. Sirkulatsiya tizimi yangi sifat holatiga o'tadi, atmosfera harakatlari o'z

turg'unligini yo'qotadi va uyurmalar paydo bo'ladi. Turg'unlikni yo'qotishning biror mezonini aniqlashga urinishlar hozirgacha natija bergani yo'q. Shuning uchun sinoptik ushbu masalani yechayotganda bir qator sifat xarakteriga ega bo'lgan alomatlardan foydalanishiga to'g'ri keladi.

Siklonlar ko'proq sekin harakatlanadigan sovuq va statsionar frontlarda, ba'zan okkluziya nuqtasi atrofida hamda juda kam hollarda iliq frontlarda vujudga keladi. Demak, frontlar siklon vujudga kelishining eng potensial sababchisidir. Siklogenez jarayoni boshlanishining ishonchli alomati sifatida frontlarda to'liqlar paydo bo'lishini qabul qilish mumkin. Qo'shimcha ma'lumotni barik tendensiyalar maydoni bera oladi. To'liqlar paydo bo'lishini frontning ikki tomonida ham manfiy tendensiyalar mavjud bo'lgan joylarda kutish mumkin.

Odatda, yerdagi bosim pasayishini balandlikda joylashgan botiqlikning old qismi ostida (MT_{700} va MT_{500} xaritalarida) yoki oqim divergensiyasi va tezlik uyurmasining musbat adveksiyasi kuzatilgan joylarda ko'rish mumkin.

Frontda to'liqlar paydo bo'lishi har doim ham siklon hosil bo'lishiga olib kelavermaydi. To'liqlar zaruriy shart bo'lib, yetarli bo'la olmaydi. Uzunligi 800 km dan kam va 2800 km dan katta bo'lgan to'liqlarning ko'pchiligi turg'un bo'ladi va siklon hosil bo'lishiga olib kelmaydi. Shuning uchun to'liqlarning siklonga aylanish ehtimolligi aniqlanayotganda faqat uzunligi 800 km dan 2800 km gacha bo'lgan to'liqlar o'rganiladi.

Odatda, to'liqlar troposferaning yetarlicha katta qismiga yoyiladigan bosh (asosiy) troposfera frontlarida vujudga keladi va siklonlarga aylanadi. Shuningdek, ular yer sirti yaqinida yaxshi ifodalanmagan bo'lib, yuqorida esa aksincha, yaqqol ifodalangan bo'lishi mumkin. Agar front yer sirti yaqinida yaxshi ifodalangan bo'lib balandlik bo'yicha tez kuchsizlansa bunday frontlarda siklon hosil bo'lmaydi.

Frontal siklon tizimidagi sovuq front ortida past sovuq antisiklon hosil bo'ladi. Bu antisiklon termik (mahalliy) antisiklondan farqli o'laroq harakatchan bo'ladi. Bunday antisiklonlar oqimlar konvergentsiyasi mavjud bo'lgan balandda joylashgan botiqlikning

orqa qismi ostida hosil bo'lganligi uchun, ularga shimoli-g'arbdan janubi-sharq tomonga ko'chish xarakterli bo'ladi. Past frontal siklon esa balanddagi botiqlikning old qismi ostida vujudga kelganligi uchun janubi-sharqdan shimoli-g'arb yo'nalishida ko'chadi.

Past siklon va antisiklonlar ko'chishini prognoz qilishda miqdoriy usullar bilan bir qatorda yetakchi oqim usulidan ham foydalaniladi. Bu usulning asosida past barik tizim (siklon va antisiklon)lar o'rta troposferaning turg'un oqimlari yo'nalishida ko'chadi degan taxmin yotadi.

Yer yaqini ob-havo xaritasida yetakchi oqim usuli bilan aniqlangan siklon ko'chishi prognozi sxemasini ko'rib chiqaylik.

1. MT_{700} (yoki MT_{500}) xaritasiga t_0 boshlang'ich vaqt uchun yer yaqini xaritasidan siklonning markazi ko'chiriladi. Bu markaz A nuqta orqali belgilanadi.

2. MT_{700} (yoki MT_{500}) xaritasida A nuqta bo'yicha va undan oldinroqda joylashgan 5—6 nuqtada t_0 vaqt uchun shamol tezliklari aniqlanadi. Ulardan 700 gPa (500 gPa) izobarik sirt balandligidagi yetakchi oqimning o'rtacha tezligi V_{700} (V_{500}) hisoblanadi.

3. Yer yaqinidagi siklon markazining keyingi 12 soat ichida kutilayotgan ko'chish tezligi hisoblanadi:

$$V_{o'r} = 0,8 \cdot V_{700} \quad (\text{yoki } V_{o'r} = 0,6 \cdot V_{500}). \quad (7.11)$$

Yetakchi oqimning o'rtacha tezligiga nisbatan yer yaqinida siklon ko'chish tezligining kamligi yer sirti ishqalanishining mavjudligiga bog'liq.

4. Siklon markazi keyingi 12 soat ichida bosib o'tadigan yo'l ΔS_1 kesmasi hisoblanadi:

$$\Delta S_1 = V_{o'r} \cdot 12 \text{ soat.}$$

Mazkur kesma xarita masshtabi (1 sm = 150 km) hisobga olingan holda, A nuqtadan oqim bo'ylab oldinga (MT_{700} izogipsalari bo'ylab) chiziladi va kesma uchida V nuqta belgilanadi.

5. t_0 vaqt uchun MT_{700} xaritasidagi V nuqta $t_0 = 24$ soat uchun miqdoriy usullar bo'yicha hisoblangan prognostik MT_{700} xaritaga tushiriladi. V nuqtadan va oqim bo'yicha undan orqaroq joylashgan bir nechta nuqtalardan maxsus gradiyent lineyka yordamida geostrofik shamol tezligi hisoblanadi. Keyin $t_0 = 24$ soat uchun

700 gPa izobarik sirtidagi yetakchi oqimning o'rtacha tezligi topiladi. Keyingi 24 soat ichida yetakchi oqim tezligi va yo'nalishining mumkin bo'lgan o'zgarishlari MT_{700} xarita — prognostik xarita bo'lganligi bilan bog'liq.

Agar siklon ko'chishi prognozi 12 soat uchun tuzilayotgan bo'lsa, u holda t_0 boshlang'ich vaqt uchun MT_{700} xaritasi sifatida ko'rilayotgan muddatdagi MT_{700} xaritasi olinadi. Bu holda siklon markazi 12 soatdan keyin V nuqtada bo'lishi kutiladi.

6. Keyingi 12 soat uchun yer yaqini siklonining ko'chish tezligi hisoblanadi:

$$V_{or} = 0,8 \cdot V_{700}. \quad (7.12)$$

7. Keyingi 12 soat ichida siklon markazi bosib o'tadigan yo'l kesmasi hisoblanadi: $\Delta S_2 = V_{or} \cdot 12$ soat. Bu kesma $t_0 = 24$ soat uchun MT_{700} xaritasidagi B nuqtadan oqim yo'nalishi bo'ylab chiziladi va kesma uchida C nuqta belgilanadi.

8. $t_0 = 24$ soat uchun MT_{700} xaritasidagi B va C nuqtalar yer yaqini ob-havo xartasiga tushiriladi va A nuqtadan C nuqtagacha B nuqta orqali punktir siniq chiziq bilan siklon markazining 24 soat ichida kutilayotgan ko'chish vektori ko'rsatiladi.

9. Fizikaviy mantiq usuli asosida siklon ko'chishining trayektoriyasi va tezligiga tuzatmalar kiritildi. Shundan so'ng prognoz qilinayotgan holat to'g'risida xulosa chiqariladi.

Past antisiklonlar ko'chishining prognozi ham shunga o'xshash usul bilan tuziladi.

7.6. Havo massalari va atmosfera frontlarining prognozi

Ob-havo xizmatining operativ (tezkor) ishida havo massalari va frontlarning prognozida hozirgacha ham miqdoriy usullardan kam foydalaniladi.

Ma'lumki, front yer sirtida yaxshi ifodalangan botiqliklar o'qida yotadi. Shuning uchun bu frontlar ko'chishining prognozi o'sha botiqliklar ko'chishining prognozi bilan chambarchas bog'liq. Yer yaqinidagi bosimning prognostik xaritasi tuzilib, botiqlik o'qining holati aniqlanadi va front chizig'ining yer yaqinidagi prognostik holati keltirilib chiqariladi.

Ammo hamma frontlar ham yer yaqini xaritasida yaxshi ifodalangan botiqliklar o'qida yotavermaydi. Bundan tashqari, yer yaqinidagi bosim prognostik xaritasida botiqliklar o'qlarining aniq holatini aniqlash qiyin. Shuning uchun front chiziqlari ko'chishining prognozida boshqa (miqdoriy bo'lmagan) usullardan foydalaniladi.

Yetakchi oqim usuli asosida frontning yer sirti yaqinidagi chizig'ida yotgan har bir nuqta MT_{700} (yoki MT_{500}) izogipsalariga parallel holda, ushbu izobarik sirdagi shamolning front chizig'iga perpendikular tashkil etuvchisi tezligiga proporsional tezlik bilan ko'chadi. Proporsionalik koeffitsiyenti iliq frontlar uchun 0,8 ga, sovuq frontlar uchun 0,9 ga teng.

Agar yetakchi oqim sifatida 500 gPa sirdagi oqimlar olinsa, u holda koeffitsiyentlar mos holda 0,6 va 0,7 ga teng bo'ladi.

Front chizig'i ko'chishining prognozini tuzish siklon markazi ko'chishining prognozini tuzishga o'xshash. Front chizig'i yer yaqini xaritasidan MT_{700} xaritasiga ko'chiriladi va unda front chizig'i egriligini xarakterlovchi bir nechta (3-4 ta) nuqta belgilanadi. Har bir tanlangan nuqta ustida siklon markazi singari operatsiyalar amalga oshiriladi. Bu holda siklon markazi front chizig'ida tanlangan nuqtalardan biri hisoblanadi.

Tanlangan nuqtalarning 12 (24) soatdan keyingi holati aniqlangach, bu nuqtalar egri chiziq bilan tutashtiriladi. Hosil bo'lgan chiziq — front chizig'ining 12 (24) soatdan keyingi holatini ko'rsatadi.

Yana shuni hisobga olish kerakki, barik maydonning qayta qurilishi front ko'chishining tezligini o'zgartiribgina qolmay, balki qator hollarda yo'nalishining o'zgarishiga ham olib kelishi mumkin. Bu holda sovuq front iliq frontga aylanadi va aksincha. Yuqoridagilarni hisobga olib, keyingi 24 soat ichidagi front ko'chishining prognozini tuzishda t_0 — boshlang'ich vaqt uchun tuzilgan MT_{700} xaritasi bilan bir qatorda t_0-24 soat uchun tuzilgan MT_{700} prognostik xaritasidan ham foydalanish zarur.

Frontlar prognozini tuzishda front chizig'ining kutilayotgan holatini aniqlash yetarli emas, balki frontlar evolutsiyasini oldindan aytib berish kerak. Front evolutsiyasi deganda, ular sohasi-

dagi ob-havo xususiyatlarining o'zgarishi natijasida yuzaga keladigan frontlarning keskinlashuv va yemirilishi jarayonlari tushuniladi. Bu tushunchalar frontogenez va frontoliz tushunchalaridan nisbatan kengroq.

Front evolutsiyasi serqirra, murakkab termodinamik jarayon bo'lganligi uchun bu jarayonda ishtirok etuvchi barcha omillarni amalda hisobga olish mumkin emas. Shuning uchun front evolutsiyasini baholashda operativ ishlarda ma'lum sifat qoidalaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Ishqalanish qatlamida konvergensiya jadalligi va vertikal harakatlar jadalligi orasidagi uzviy aloqa, atmosfera frontlari evolutsiyasi ularning sohalaridagi barik maydon tuzilishiga bog'liqligini ko'rsatadi. Havo oqimlari konvergensiya jadalligi bosim laplasianiga proporsional bo'lganligi uchun

$$\Delta_2 P = \frac{d^2 P}{dx^2} + \frac{d^2 P}{dy^2} + \frac{d^2 p}{dz^2} = k \frac{dp}{dn} + \frac{d^2 p}{dn^2} \quad (7.13)$$

botiqlik chuqurligi (izobara egriligi)ning kutilayotgan kattalashuvi orqali front keskinlashuvini prognoz qilish mumkin. Bunda k — izobaralar egriligi (natural koordinatalar tizimida), n o'qi esa yer sirti yaqinidagi fronti chizig'iga urinma bo'lib bosim P yuqoriroq tomonga yo'nalgan bo'ladi. Aksincha, front joylashgan botiqlikning yassilanishi kutilsa, ayniqsa uning o'qi bo'ylab bosim gradiyenti qiymatlarining kamayib borishi taxmin qilinsa, frontning yemirilishi prognoz qilinishi mumkin.

Antisiklon chetida, odatda, front yashiringan botiqlikda yotadi. Bu holda ishqalanish qatlamida bir tomonlama konvergensiya kuzatiladi. Havo frontga faqat yuqori bosim tomonidan oqib keladi, past bosim tomonidan esa uning oqib chiqishi kuzatiladi. Shuning uchun bu yerda frontlar ko'proq yemiriladi.

Yassi botiqliklarda yotgan frontlarda havo oqimlarining yaqinlashuvi kichik bo'ladi. Bunday tez harakatlanuvchi frontlar yer sirti yaqinida ko'proq yemiriladi.

Frontning kutilayotgan evolutsiyasi to'g'risidagi ma'lum tassavurni barik tendensiyalardan hosil qilish mumkin. Frontning o'zgarish tezligida uning ikki tomonida barik tendensiyalarning farqi kattalashishi botiqlikning chuqurlashuvi va frontning keskin-

lashuvidan dalolat beradi. Barik tendensiyalar farqi kamaysa — front yemiriladi.

Frontning qiyalik burchagi qancha katta bo'lsa, boshqa teng sharoitlarda iliq havodagi ko'tariluvchi vertikal harakatlar tezligi shuncha katta va, tabiiyki, frontda kuchli bulutlar maydoni vujudga kelishi va keng maydonda kuchli yog'inlar yog'ishi ehtimolligi katta bo'ladi.

Frontning ikkala tomonida joylashgan havo massalarining transformatsiyasi, odatda, frontning yemirilishiga imkoniyat yarata-di va frontlar evolutsiyasining prognozida hisobga olinishi lozim.

Frontning yemirilishi ko'proq siklonning okkluziyasi bilan bog'liq. Ba'zi hollarda siklonlarda iliq frontlar umuman paydo bo'lmaydi. Balandda uyurmali harakatlar paydo bo'lib, keyinchalik yer sirtiga tushib kelgan siklonlarda iliq frontlar vujudga kelmaydi.

Havo massalari ko'chishining prognozi frontlar va barik tizimlar prognozi bilan uzviy bog'liq, chunki havo massalari hamda frontlar barik tizimlar bilan birga ko'chadi.

Havo massalari ko'chishining prognozida ularning transformatsiyasi ham hisobga olinishi kerak, chunki u nafaqat ko'chayotgan havo massalarining xossalriga, shuningdek front evolutsiyasiga ham o'z ta'sirini ko'rsatadi.

Havo massalari va yer sirti o'rtasida doimiy issiqlik, namlik almashinuvi mavjud bo'lganligi uchun havo massalarining transformatsiyasi uzluksiz davom etadi.

7.7. Tez havo oqimlari o'qi ko'chishining prognozi

Ma'lumki, tez havo oqimlari deb, yuqori troposferadagi yoki quyi stratosferadagi planetar yuqori frontal zonalar bilan uzviy bog'liq bo'lgan nisbatan tor, kuchli havo oqimlariga aytiladi.

Keng ma'noda tez havo oqimlari prognozi uning joylanishi va jadalligining o'zgarishini o'z ichiga oladi. Tez havo oqimi joylanishining prognozi deganda tez havo oqimi o'qida va uning atrofida shamol tezligi o'zgarishini oldindan aytib berish tushuniladi. Hozirgi vaqtda tez havo oqimi o'qining gorizontal siljishlari prognozi qoniqarli darajada ishlab chiqilgan. Tez havo oqimi o'qining gorizontal siljish prognozida ob-havo xizmati amaliyotida ko'proq

foydalanilayotgan usullaridan biri E.Reyter tomonidan taklif qilingan to'g'ri burchak usuldir. Bu usul tez havo oqimi o'qi 300 gPa izobarik sirtida keng maydon bo'yicha o'rtachalashtirilgan havo oqimlari bilan birga ko'chadi degan taxminga asoslangan. Tez havo oqimining turli tiplarida uning o'qi turli balandliklarda joylashgani uchun bu usuldan o'rta kengliklardagi tez havo oqimining ko'chishi prognozida foydalanish mumkin. Bunda tez havo oqimlarining o'qlari taxminan 300 gPa izobarik sirt atrofida joylashgan bo'ladi.

Prognoz tuzish uchun boshlang'ich ma'lumot sifatida maksimal shamol xaritalari (MSHX) (bu xaritalarda tez havo oqimi o'qi yaqqol ko'rinadi) va MT_{300} barik topografiya xaritasi xizmat qiladi.

Tez havo oqimi o'qining keyingi 24 soat uchun kutilayotgan holati xaritasini tuzishda quyidagilar bajariladi.

1. Kuzatishning boshlang'ich muddati t_0 uchun tez havo oqimi o'qining holati maksimal shamol xaritasidan MT_{300} xaritasiga ko'chiriladi.

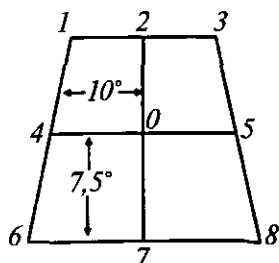
2. Tez havo oqimi o'qida prognozlash mo'ljallanayotgan nuqtalar tanlanadi — ularning soni muayyan vaziyatga va tez havo oqimi o'qi shaklining marrakabligiga bog'liq.

3. MT_{300} da tanlangan nuqtalar atrofida ($\lambda_0 \pm 10^\circ$) meridianlar va ($\varphi_0 \pm 7,5^\circ$) parallellar bilan chegaralangan sohada havo oqimi o'rtachalashtiriladi. Bunda λ_0 va φ_0 — tez havo oqimi o'qidagi siljishi prognozashtirilayotgan nuqtaning koordinatalari.

4. O'rtachalashtirilgan havo oqimining meridional va zonal tashkil etuvchilari quyidagicha hisoblanadi:

$$C_{mer} = 0,1 \cdot [(H_3 - H_1) + (H_5 - H_4) + (H_8 - H_6)]$$

$$C_{zon} = 0,1 \cdot [(H_6 - H_1) + (H_7 - H_2) + (H_8 - H_3)]$$



Bunda $H_1, H_2, \dots, H_8 - MT_{300}$ da tanlangan nuqtalarning geopotensial balandliklari (gp.dkmda). C_{mer} va C_{zon} kattaliklar tez havo oqimi o'qida joylashgan tayanch nuqtaning keyingi 24 soat davomida kutilayotgan siljishini tashkil etuvchi vektorlar hisoblanadi.

4. Kengliklar gradusida ifodalangan C_{mer} va C_{zon} kesmalar tayanch nuqtadan boshlab qo'yiladi. Agar $C_{mer} > 0$ bo'lsa, kesma shimolga qarab, agar $C_{mer} < 0$ bo'lsa, kesma janubga qarab yo'naltiriladi. Agar $C_{zon} > 0$ bo'lsa, kesma sharqqa, $C_{zon} < 0$, bo'lsa, g'arbga yo'naltiriladi. Tomonlari C_{mer} va C_{zon} kesmalardan iborat bo'lgan to'g'ri to'rtburchak yasalanadi. To'g'ri to'rtburchakning tayanch nuqtadan chiquvchi diagonali uning keyingi 24 soat ichida kutilayotgan ko'chish vektorini beradi.

5. Tez havo oqimi o'qida tanlangan har bir nuqta uchun to'g'ri to'rtburchaklar yasali, diagonallar o'tkazilgandan keyin, ko'chish vektorlari uchlari punktir chiziqlar bilan birlashtiriladi. Hosil bo'lgan chiziq tez havo oqimi o'qining 24 soatdan keyin kutilayotgan holatini xarakterlaydi.

Nazorat savollari

1. Ob-havo prognozlari qanday tasniflanadi?
4. Prognoz usullariga qanday talablar qo'yiladi?
5. Sinoptik holatning prognoz usullari qanday guruhlariga bo'linadi?
6. Yetakchi oqim va fizikaviy mantiq usulining mazmuni nimada?
7. Termik siklonlarning vujudga kelishiga nima sabab bo'ladi?
8. Frontal siklonlarning paydo bo'lishi qanday sabablarga bog'liq?
9. Yer yaqini xaritasida siklonning ko'chishini prognoz qilish sxemasini tushuntirib bering.
10. Front chizig'i ko'chishining prognozi nimaga asoslangan?
11. Frontning kutilayotgan evolutsiyasi prognozi nimaga asoslangan?
12. Tez havo oqimining prognozi nimaga asoslangan?

KOSMIK METEOROLOGIYA

VIII BOB. YERNING METEOROLOGIK SUN'IY YO'LDOSHLARI

Kosmik texnikaning jadal sur'atda rivojlanishida erishilgan katta yutuqlar bir qancha mamlakatlarda meteorologik kosmik tizimni yaratish va muvaffaqiyatli faoliyat ko'rsatish imkoniyatini yaratdi. Bu tizimdagi yo'ldoshlar yordamida bulutlik qoplamining holati, „Yer-atmosfera“ tizimining issiqlik rejimi, muzliklar holati, gidrologik rejim va shunga o'xshash boshqa holatlar haqidagi muhim ma'lumotlarni muntazam ravishda olishga erishildi.

Bulutlik rasmlari yordamida global miqyosda siklon, antisiklon, tez havo oqimlari, havo massalari, havo frontlari, konvergensiya zonalari va shunga o'xshash boshqa obyektlarning holati va ularni rivojlanish bosqichlari, siljishini muntazam ravishda kuzatib borish imkoni tug'ildi. Yerning sun'iy yo'ldoshlari yordamida birinchi marta erkin atmosferada ro'y beradigan fizik jarayonlar haqidagi yangi sifatli axborotlar olindi.

Yerning sun'iy yo'ldoshlari yordamida atmosferaning fizik holati va undagi meteorologik hodisalarni o'rganadigan meteorologiya fanining bo'limi kosmik (sputnik) meteorologiya deb ataladi.

Kosmik meteorologiya asosiy vazifasi — atmosferadagi jarayonlar va undagi meteorologik hodisalar, planetar miqyosda okean va Yer sirti holatlari haqidagi dastlabki ma'lumotlarni olish, shuningdek bu axborotlardan ob-havo tahlili va prognozi, atrof-muhitning ekologik holati, iqlimni o'rganish uchun foydalanish usullarini ishlab chiqish hisoblanadi.

Kosmik meteorologiya predmeti bir qator fanlar bilan uzviy bog'langan, jumladan astronomiya, meteorologiya, geografiya, fizika, matematika va sh.o'.

Atmosferaning yuqori qatlamlari va kosmik fazoni tadqiq qilish sohasida meteorologik raketalar va Yerning sun'iy yo'ldoshlari yangi davrni ochdi.

Meteorologik raketalar va Yerning sun'iy yo'ldosh (sputnik)larida o'rnatilgan asboblari yordamida olib borilgan kuzatishlar natijasida juda ko'p yangi ma'lumotlar olindi. Yer atmosferasining yuqori chegarasi 1000 km da emas, balki undan yuqoriroqdaligi, atmosferaning yuqori qatlamidagi havoning zichligi aslida oldin hisoblanganidan ko'proq ekanligi aniqlandi.

Umuman aytganda, atmosferaning yuqori qatlamidagi havo zichligining Quyosh faoliyatiga bog'liq o'zgarib turishi, atmosferaning tarkibi va elektr holati, unda ionlashgan sohalarining borligi va shunga o'xshash jarayon va hodisalar ustida yangi natijalar olindi.

Bulardan tashqari, Yerning meteorologik yo'ldoshlari yordamida butun atmosferada bulutlarning taqsimlanishi, atmosfera obyektlaridan bo'lgan tayfunlar ustida kuzatishlar olib borish va ularning rasmini olish imkoniyati tug'ildi. Bunday ishlar o'z navbatida ob-havo prognozlarini masalasini yangicha hal etish yo'lini ochmoqda.

Kelajakda uchiriladigan kosmik meteostansiya tabiiy ofatlar (masalan, tayfunlar) hosil bo'ladigan hududlarni bilib olish hamda ularga qarshi choralarni ko'rib qo'yish imkonini beradi.

1957-yilning 4-oktabrida uchirilgan birinchi Yer sun'iy yo'ldoshi kosmik erani ochib bergan edi. Shu davrdan boshlab, sobiq ittifoq kosmonavtikasi ko'pgina shonli muvaffaqiyatlarga erishdi. Birinchi katta texnikaviy g'alaba birinchi kosmik tezlikka erishish bo'ldi. Shu davrdan boshlab kosmosni o'rganish boshlandi.

Yerning sun'iy yo'ldoshi yordamida meteorologik kuzatishlar birinchi marta sobiq Ittifoqda 1958-yil 15-may kunidan boshlandi. Bu yo'ldoshda atmosferaning yuqori qatlamlarini o'rganish uchun maxsus ilmiy apparatura o'rnatilgan edi.

1966-yil 25-iyun kuni esa birinchi marta maxsus meteorologik yo'ldosh („Kosmos-122“) uchirildi. Uning eng asosiy vazifalaridan biri atmosferadagi bulutlarning, yerning yoritilgan va soya tomonlaridagi qor va muz qatlamlarining tasviri, shu bilan bir qatorda tushayotgan va qaytayotgan radiatsiyalarni o'lchaydigan maxsus apparaturalarni qanchalik chidamliligini sinab ko'rish edi.

1967-yil 27-aprelda orbitaga „Kosmos-156“ chiqarildi. Shu vaqtdan boshlab fazoviy meteorologiya majmuyi ishlay boshladi.

„Meteor“ deb nomlangan bu tizimning tarkibiga bundan ilgariroq uchirilgan (1967-yil 28-fevral) „Kosmos-144“ ham kiradi.

„Meteor“ tizimining ishga tushishi atmosferani o'rganishda yangi ufqni ochib berdi.

Natijada istalgan balandlikdagi atmosfera tuzilishi va tarkibini, radioto'lqinlarning atmosferadagi tarqalish sharoitini, Quyosh radiatsiyasini, kosmik nurlarni, shunga o'xshash boshqa hodisalarni va jarayonlarni o'rganish imkoniyatiga ega bo'lindi.

Eng asosiysi, Yer sharining istalgan nuqtasidan atmosfera holati to'g'risidagi ma'lumotni olish imkoniyatiga ega bo'lindi.

8.1. Meteorologik yo'ldoshlarning uchish orbitalari

Yer sun'iy yo'ldoshlaridan meteorologik axborotlarni olish manbayi sifatida foydalanish uchun uning harakatlanish qonuniyatlarini bilishni taqozo etadi. Ushbu qonuniyatlardan, shuningdek meteorologik o'lchov spesifikasi (o'ziga xos xususiyati)dan kelib chiqqan holda quyidagilar talab qilinadi:

- orbita parametrlarini tanlash;
- bir vaqtda ishlaydigan yo'ldoshlar miqdorini o'rnatish;
- har bir yo'ldoshning mavjudlik davomiyligini hisoblash.

Orbitaning parametrlari asosida yo'ldoshdan Yerning obzor doirasi va yer sharining u yoki bu nuqtasi ustidan yo'ldoshning uchib o'tish vaqti aniqlanadi. Orbital ma'lumotlar o'lchovlarni joylarga geografik bog'lashni amalga oshirish uchun zarur komponentlar hisoblanadi.

Shu sababli, yo'ldoshlarning fazodagi holatini tavsiflovchi asosiy parametrlarini qisqacha qarab chiqamiz.

Yo'ldoshlarning fazodagi harakatini tavsiflovchi yo'l trayektoriya yoki orbita deb ataladi. Yo'ldoshning orbita bo'ylab harakati Yer tortish kuchi maydoni, boshqa jismlarning o'ziga tortishi, atmosfera qarshiligi, yorug'lik bosimi va boshqa kuchlar ta'siri ostida ro'y beradi. Yo'ldoshning sanab o'tilgan kuchlar ta'siri ostida orbita

bo'ylab harakatini umumiy ko'rinishda quyidagi differensial tenglama orqali ifodalash mumkin:

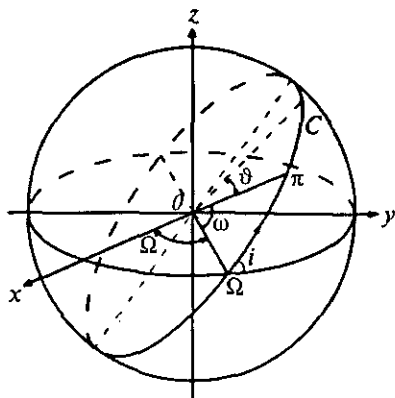
$$\ddot{\vec{r}} = -\frac{M}{r^3} \vec{r} + \vec{g}_B, \quad (9.1)$$

bunda $(M/r^3) \vec{r}$ — Yer tortish kuchi ta'siridagi asosiy tezlanish; $\vec{g}_B$ — boshqa kuchlar ta'sirida vujudga keladigan g'alayonli tezlanish; $\vec{r}$ — Yer sun'iy yo'ldosh holatining vektori; r — Yer sun'iy yo'ldoshi bilan Yer orasidagi masofa; M — gravitatsion parametr.

Yer sun'iy yo'ldoshining trayektoriyasini ushbu tenglamani integrallab aniqlanadi. Lekin, yo'ldosh harakati haqidagi masalani bu tenglama yordamida yechish o'ta murakkab hisoblanadi. Birinchi yaqinlashuv sifatida yo'ldoshning markaziy kuch maydonida g'alayonsiz (toyilishsiz) harakati kabi (kepler harakati) qarash mumkin. U orbita tekisligi deb nomlanadigan tekislikda ro'y beradi. Trayektoriya shakli orbita turini aniqlaydi. Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari uchun elliptik orbitalar xarakterlidir (doiraviy orbitani elliptik orbitasining xususiy holati sifatida qarash mumkin). Orbita tekisligining fazodagi holati, trayektoriyaning o'lchami va shakli, yo'ldoshning orbitadagi holati kabi kattaliklarning *orbita elementlari* deyiladi.

Yer sun'iy yo'ldoshining kepler harakatini, markazi (O) Yer massasining markaziga mos tushuvchi to'g'ri burchakli koordinatalar tizimi uchun ko'rib chiqamiz. To'g'ri burchakli koordinatalar tizimining OXY tekisligi ekvator tekisligi bilan mos tushadi, X o'qi bahorgi teng kunlik nuqtasiga yo'nalgan, Z o'qi esa Shimoliy qutbga yo'nalgan bo'ladi. O markazga nisbatan ixtiyoriy radiusli sfera tuzamiz. Yer sun'iy yo'ldoshining orbita tekisligi koordinata boshidan o'tadi va ekvator tekisligini $O\Omega$ bo'g'inli chiziq bo'ylab kesishadi (8.1- rasm).

Yer sun'iy yo'ldoshi janubdan shimol tomonga harakatida ekvator tekisligini kesib o'tgan nuqtasini ko'tariluvchi bo'g'in deyiladi. $XO\Omega$ burchak, ko'tariluvchi bo'g'in uzunligi deyiladi va Ω bilan belgilanadi. Yer sun'iy yo'ldoshi harakati yo'nalishida orbitaning ko'tariluvchi bo'g'indagi urinmasi bilan ekvator dan



8.1- rasm. Fazodagi orbita.

o'tgan urinmasining orasidagi burchak orbitaning engayishi deyiladi va i bilan belgilanadi.

Yer sun'iy yo'ldoshi harakati yo'nalishining orbita bo'ylab hisoblangan $\Omega O \pi$ burchagi perigey (π) holatini aniqlaydi va ω (perigey — orbitaning Yer sirtiga eng yaqin nuqtasi) bilan belgilanadi. Orbitadagi perigeyga nisbatan ixtiyoriy C nuqtani aniqlovchi $\pi O C$ burchak haqiqiy anomaliya deyiladi va θ bilan belgilanadi. Katta yarimo'q — a va eksentristet — e elementlar orbitaning shakli va o'lchamini aniqlaydi. Vaqt — perigeydan o'tish momentini τ ga kiritish bilan belgilanadi.

Shunday qilib, ushbu a , e , i , Ω , $\omega + \theta$ va τ parametrlarni orbitaning oltita mustaqil elementlari deb qarash mumkin. Bu elementlar orqali orbitani va Yer sun'iy yo'ldoshining orbitadagi istalgan vaqt momentidagi holatini to'raligicha aniqlash mumkin.

Orbita elementlari bo'yicha (grinвич to'g'ri burchakli koordinatalar tizimida) Yer sun'iy yo'ldoshining fazodagi X , Y , Z koordinatalarini yoki geodezik koordinatalarini (B , L , H , t) hisoblash mumkin. Bunda:

B — Yer ellipsoidi va Yer ellipsoidi sirtidagi normal kesishgan nuqta (yo'ldosh ostidagi) kengligi;

$$U = \vartheta + \omega, \quad (8.2)$$

$$X = r(\cos U \cos \Omega - \sin U \sin \Omega \cos i), \quad (8.3)$$

$$Y = r(\cos U \sin \Omega + \sin U \cos \Omega \cos i), \quad (8.4)$$

$$Z = r \sin U \sin i, \quad (8.5)$$

$$\operatorname{tg} L = \frac{Y}{X} \quad \operatorname{tg} B = \frac{Z \sin L}{1 - \frac{ae^2 \sin L}{\sqrt{1 + (1 - e^2) \operatorname{tg}^2 B}}}, \quad (8.6)$$

$$H = \frac{X}{\cos B \cos L} - N, \quad (8.7)$$

bunda:

$$N = a_1 \sqrt{1 - e_1^2 \sin^2 B}, \quad (8.8)$$

$$a_1 = 6378245 \quad (8.9)$$

$$a_1^2 = 0,0066934. \quad (8.10)$$

Yer sun'iy yo'ldoshining orbitalari, ularning parametrlariga bog'liq holda bir-biridan katta farq qiladi. Shunga qaramasdan, bir necha belgilar mavjud va ularning xususiyatlari bo'yicha orbitalarni turlarga ajratish mumkin.

Yer sun'iy yo'ldoshining engayish i qiymatlariga mos ravishda ekvatorial ($i = 0^\circ$), qutbiy ($i = 90^\circ$) va qiya (i ning qolgan qiymatlarida) orbitalarga bo'linadi.

Qutbiy orbitaning Yer sirtidagi proyeksiyasi yo'ldoshning har bir yangi aylanishida Yerning sutkalik harakati tufayli g'arb tomonga siljiydi. Shuningdek, qiya orbitali proyeksiyasi ham Yer sun'iy yo'ldoshining barcha ketma-ket aylanishlarida g'arb tomonga siljiydi.

Qiya orbitalar ikkiga (to'g'ri va teskari) bo'linadi. Qiyalik burchagi to'g'ri orbitalar uchun 0 dan to 90° gacha, teskari orbitalar uchun esa 90 dan to 180° gacha chegarada yotadi.

Teskari orbitalar ichida qiyalik burchagi i ning quyidagi ifoda bilan aniqlanadigan qiymatlari ko'proq qiziqish uyg'otadi:

$$i \approx \arccos \left[-0,0986 \left(1 + \frac{H_a + H_p}{r_e} \right)^{-3,5} \right], \quad (8.11)$$

bunda H_a , H_p lar — mos ravishda apogey va perigey balandliklari, r_e — ekvatorial radius.

Bunday orbitali Yer sun'iy yo'ldoshlarini *quyosh-sinxronli* deb ataladi. Bunga sabab, ularning orbita tekisligi Yerning Quyosh atrofida aylanishiga mos ravishda sinxronli buriladi. Ya'ni, quyosh-sinxronli Yer sun'iy yo'ldoshlari yer sirtining har bir nuqtasi ustida mahalliy vaqt bilan doimo bir xil vaqtda kuzatiladi. Bu vaqt qiymati Yer sun'iy yo'ldoshi uchirilgan vaqt momentiga bog'liq bo'ladi.

Yer sun'iy yo'ldoshlarini uchish balandligi bo'yicha uch guruhga ajratish mumkin:

- past orbitali;
- o'rta orbitali;
- yuqori orbitali.

Yer sun'iy yo'ldoshlariga uchish balandligi 200 km dan 500 km gacha past orbitalar, uchish balandligi 500 km dan bir necha ming kilometrgacha o'rta orbitalar, uchish balandligi o'nlab ming kilometrgacha yuqori orbitalar tegishli bo'ladi.

Orbita balandligi $H \approx 36000$ km bo'lgan ekvatorial Yer sun'iy yo'ldoshlarining aylanish davri Yerning aylanish davriga teng bo'ladi. Yo'ldosh va Yer bir xil burchakli tezlikda aylanadi, ya'ni yo'ldosh doimo yerning ma'lum bir kuzatuv punkti ustida joylashgan bo'ladi. Bunday Yer sun'iy yo'ldoshlarini statsionar yoki geostatsionar deyiladi. Yer sharining ma'lum bir hududini doimiy kuzatuv olib borish zarur bo'lganda, geostatsionar yo'ldoshlaridan foydalanish juda qulaylik yaratadi.

8.2. Yerning meteorologik yo'ldoshlarini ilmiy va xizmat apparatlari

Ultrabinafsha to'liqinidan mikroto'liqinli spektrgacha bo'lgan keng diapazondagi ketayotgan nurlanishni yo'ldosh orqali kuzatish tizimi ishlab chiqilgan va hozirgi paytda amaliyotda keng qo'llanilmoqda. „Yer-atmosfera“ tizimidagi o'zaro nurlanish jarayoni,

spektrning turli diapazonlarida yetarlicha xilma-xil bo'lganligi sababli, bu kuzatuvlar atmosfera va taglik sirtning fizik holatini keng ko'lamdagi barcha parametrlarini aniqlash uchun katta imkoniyatlar ochib beradi. Turli ko'rinishdagi gidrometeorologik axborotlarni olish va uzatishni ta'minlash maqsadida, Yerning meteorologik yo'ldoshlarida yengil va ixcham, yuqori stabillik va ishonchli ishlash, shuningdek kam elektr energiya sarflaydigan xususiyatlarga ega bo'lgan bort apparaturalar majmui o'rnatiladi.

Ushbu apparaturalar majmui shartli ravishda ikki guruhga ajratiladi:

- ilmiy apparaturalar majmui;
- xizmat apparaturalar majmui.

8.2.1. Ilmiy apparaturalar majmui

Bu majmua atmosfera va taglik sirt holati haqidagi axborotlarni olish uchun mo'ljallangan. Ilmiy apparaturalar axborotlarni qabul qilish xususiyatlariga mos holda shartli ravishda obzor va o'lchov apparaturalarga ajratish mumkin.

Obzor apparaturalar. Bu guruhga kiruvchi apparaturalar asosan spektrning ko'rinadigan va infraqizil diapazonlarida ishlaydi hamda bulutlik, taglik sirt, muzliklar va qor qoplamlari maydonini tasvirga olish uchun mo'ljallangan. Bunday apparaturalar sifatida bir xil geometrik qonuniyatga mos ravishda surat oladigan foto-kamera va televizion tizimdan, shuningdek „Yer-atmosfera“ tizimidan ketayotgan nurlanishni sust qabul qiladigan skanerlardan foydalaniladi.

Ko'pzonali kosmik fotosyomkalar yuqori sifatga ega bo'lgan tasvir olishni ta'minlaydi. Bunda maxsus yorug'lik filtrlari (masalan, havo rang va ultrabinafsha nurlarni yutuvchi sariq va to'q sariq yorug'lik filtrlari) orqali oq-qora plyonka yoki ko'rinadigan va infraqizil nurlanishga yaqinroq spektrlarda rangli plyonkalardan foydalaniladi. Plyonkalarni Yerga yetkazish zarurligi va murakkabligi usulning tezkorligini yo'qotadi.

Tezkor amaliyotda 0,3—14 mkm diapazonda surat olish imkonini beradigan skanerlardan keng foydalanilmoqda.

Yerning meteorologik yoʻldoshlarida oʻrnatiladigan yonlama obzorli radiolokatsiya stansiyalari yordamida, yuqorida qarab chiqilgan apparaturalardan farqli ravishda syomkalar aktiv (faol) rejimda olib boriladi. Yoʻldoshning boʻylama oʻqi yoqalab joylashtirilgan antenna, oʻrganilayotgan obyekt sirtiga uchishga nisbatan perpendikular yoʻnalishda nurlanish diagrammasi chegarasida ensiz gulbarg shaklidagi yuqori chastotali impulslar yuboradi. Nurlangan sirtidan qaytgan impulslarni yana shu antenna qabul qiladi.

Bu qaytgan impulslar elektr signaliga oʻzgartirilib bort xotirasida saqlab qolinadi yoki Yerga uzatiladi.

Shunday qilib, Yerning meteorologik yoʻldoshlaridagi ilmiy apparaturalarning muhim xususiyatlari, uning sezgirlik qudrati va obzor zonasining kengligi sanaladi. Bu apparaturalar olingan axborotlarni isteʼmolchiga toʻgʻridan-toʻgʻri uzatish rejimida (real vaqt miqyosida) yoki bortdagi maxsus xotiralab qoluvchi moslamada axborotlarni xotiralash rejimida ishlaydi. Birinchi rejim regional axborotlarni, ikkinchisi esa — global axborotlarni olish uchun moʻljallangan. Obzor xususiyatga ega boʻlgan ilmiy axborotlar, odatda, kosmik tasvir (fotosurat) koʻrinishda taqdim etiladi.

Oʻlchov apparaturalar. Bu guruhga kiruvchi apparaturalar „Yer-atmosfera“ tizimidagi oʻz nurlanishini miqdoriy xarakteristikasi yoki mutlaq (absolut) qiymatini olish uchun moʻljallangan. Birorta va oʻsha ilmiy tizim ham obzor, ham oʻlchovli boʻlishi mumkin. Yerning meteorologik yoʻldoshlaridagi ilmiy apparaturalarning ishlash sharoiti, maxsus telemetrik moslamalar yordamida doimo nazorat qilib turiladi.

8.2.2. Xizmat apparaturalar majmui

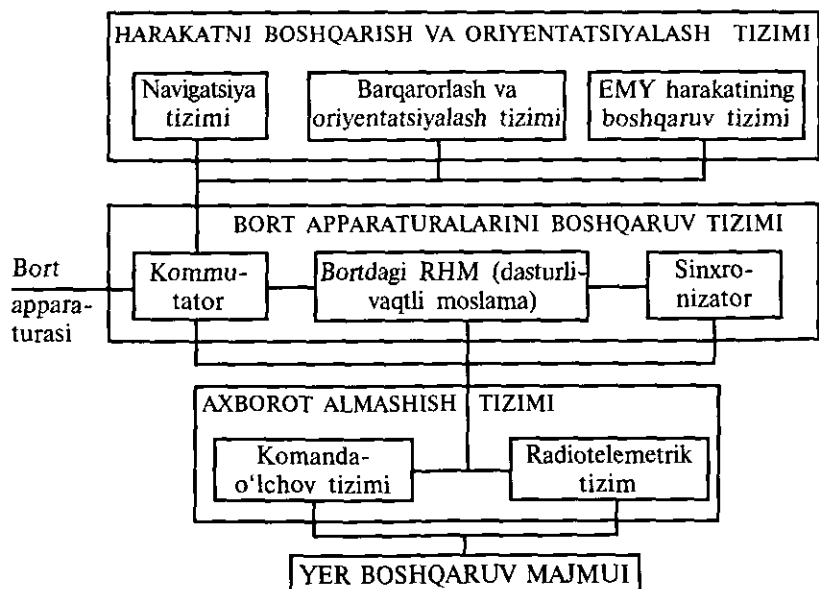
Bu majmua ilmiy apparaturalar va umuman butun yoʻldoshning ma-romida barqaror ishlashini taʼminlash uchun moʻljallangan. Bu majmuaga bir necha mustaqil ishlaydigan quyidagi texnik tizimlar kiradi:

- barqarorlash (stabilizatsiya) va oriyentatsiyalash tizimi;
- boshqaruv bort tizimi;
- radiotelemetrik tizim;
- elektr taʼminot tizimi;
- termoregulator tizimi.

Barqarorlash (stabilizatsiya) va oriyentatsiyalash tizimi. Yer yoʻldoshlarini barqarorligi deb, uning fazoviy boʻshliqda berilgan holatini saqlab turishiga aytiladi. Barqaror holat rejimida gidro-meteorologik axborotlarni olish uchun, Yer yoʻldoshlari hamma vaqt shunday oriyentirlanishi kerakki, uning oʻqlaridan biri (Z oʻqi) doimo mahalliy vertikal boʻyicha Yer tomonga yoʻnalgan, ikkinchi oʻqi (X oʻqi) absolut (mutlaq) tezlik vektori yoʻnalishi boʻyicha, uchinchi oʻqi esa (Y oʻqi) orbita tekisligiga perpendikular yoʻnalgan boʻlsin.

Oriyentatsiya aniqligiga 3° gacha erishiladi. Yerning meteorologik yoʻldoshlarini fazoviy boʻshliqdagi barqarorligi va oriyentatsiyasini passiv (sust) va aktiv (faol) usullar bilan saqlab turiladi.

Boshqaruv bort tizimi. Ushbu tizim Yer yoʻldoshlari harakatini va undagi apparaturalar ishlashini, yerdagi boshqaruv majmui yoki avtonom boshqaruv masalalarini birgalikda yechadigan, oʻzaro bogʻlangan axborotli va matematik taʼminlangan moslamalar majmuasidan iborat (8.6-rasm).



8.6-rasm. Boshqaruv bort majmuasining tuzilishi.

Bu tizim boshqaruv komandasining qabul qilish, bajarish va nazoratni ta'minlaydi, Yerning meteorologik yo'ldoshlaridagi barcha moslamalarni berilgan ishlash rejimini maromida saqlab turadi, ularning ish faoliyatini vaqt bo'yicha aniq sinxronizatsiyasini ta'minlaydi. Tizim asosini bortdagi raqamli hisoblash mashinasi (RHM) yoki bortdagi dasturli-vaqtli moslama tashkil etadi.

Ilmiy va xizmat apparaturalar majmui vaqtli dasturi bortdagi yagona vaqtga bog'langan (to'g'rilangan). Har bir orbita bir xil ming bo'lakka (interval) bo'lingan bo'lib, 0 dan 999 gacha raqamlangan belgilardan iborat. Bortdagi yagona vaqt belgilaridan, shuningdek yo'ldoshdan olingan axborotlarni ishlov va talqin etish jarayonida uni vaqtga bog'lash uchun foydalaniladi.

Radiotelemetrik tizim. Bu tizim Yerning meteorologik yo'ldoshlarida va Yerdagi stansiyada o'rnatilgan ko'p kanalli axborot-o'lchov majmuasidan iborat bo'lib, ilmiy va xizmat axborotlarini uzatish va qabul qilish uchun mo'ljallangan.

Radiotelemetrik tizimning asosiy vazifasi quyidagilardan iborat:

- bort datchigidan o'lchov (ilmiy) va nazorat axborotlarni to'plash;
- to'plangan axborotlarni elektr signallariga o'tkazish;
- Yerning meteorologik yo'ldoshlaridan axborotlarni radioliniya bo'yicha uzatish;
- axborotlarni Yerdagi stansiyalarda qabul etish;
- ishlangan axborotlarni iste'molchilar uchun qulay shaklda taqdim etish.

Bortdagi radiotelemetrik tizim apparaturalarida axborotlarni to'plab borish maqsadida xotiraga saqlovchi moslama o'rnatilgan bo'lib, u Yerning meteorologik yo'ldoshlari va Yerdagi stansiyalar orasida aloqa bo'lmagan uchish qismlari uchun mo'ljallangan. To'plangan ma'lumotlar, meteorologik yo'ldosh aloqa bo'lmagan zonadan chiqqanidan so'ng Yerdan berilgan buyruq yoki o'rnatilgan ish dasturi bo'yicha uzatiladi.

Yerdagi stansiyalar tarkibiga kiruvchi hisoblash moslamalari yuborilgan axborotlarni yozib oladi, unga dastlabki ishlov beradi va keyinchalik turli masalalarni yechishda foydalanish uchun qulay ko'rinishda qayd qiladi.

Elektr ta'minot tizimi. Bu tizim asbob-uskunalar majmuasidan iborat bo'lib, elektr energiyasini ishlab chiqarish, uni turli moslamalarga uzatish va ular orasida taqsimlash uchun mo'ljallangan.

Termoregulyator tizimi. Ushbu tizim orbitada harakatlanayotgan Yerning meteorologik yo'ldoshlarini kerakli issiqlik rejimini saqlab turish uchun mo'ljallangan. Yer yo'ldoshlarining germetik bo'lmalaridagi bir xil harorat va namlikni saqlanishi, ilmiy va yordamchi apparaturalarning maromida ishlashini ta'minlaydi.

8.3. Meteorologik kosmik kemalar tizimi

8.3.1. „Meteor“ tizimi

Meteorologik kosmik kemalar tizimining afzalliklaridan biri, bu tizimdagi bir xil turdagi yo'ldoshlardan foydalanib, global miqyosda gidrometeorologik ma'lumotlarni katta aniqlikda tezkor olish sanaladi.

Yerning meteorologik yo'ldoshlari yordamida olinadigan axborotlardan meteorologik xizmatning tezkor amaliyotida foydalanishning birinchi tajribasi shuni ko'rsatdiki, ob-havo prognozlari aniqlik tuzish uchun global miqyosda har sutkada eng kamida ikki marta gidrometeorologik kuzatuvlar bajarilishi kerak.

Ko'rinib turibdiki, bu talablarni qondirish uchun orbitada bir vaqtda bir necha yo'ldoshlar harakatda bo'lishi kerak.

Yuqorida ta'kidlab o'tganimizdek, „Kosmos-144“ (1967-yil 28-fevral) va „Kosmos-156“ (1967-yil 27-aprel) rusmdagi Yerning meteorologik yo'ldoshlari orbitaga chiqarildi. Shu vaqtdan boshlab fazoviy meteorologiya majmui, ya'ni „Meteor“ deb nomlangan kosmik kema tizimi ishlay boshladi.

„Meteor“ tizimidagi bu ikki yo'ldosh Yerdan balandligi 625-630 km bo'lgan qutbiy orbitaga yaqinroq doiraga chiqarildi. Ushbu yo'ldoshlarning orbitadagi bir-biriga nisbatan joylashuvi shunday tanlanganki, Yer sharining har bir hududdagi ob-havo kuzatuvlari 6 soatlik intervallarda bajarilsin. Bu ikki yo'ldoshdan iborat „Meteor“ tizimi bir sutka davomida sayyoramizning yarim sirtidagi meteorologik axborotlarni olishga imkon yaratdi.

„Meteor“ tizimi, o'zining keyingi rivojlanishini 1967-yil 25-oktabr oyida „Kosmos-184“ meteorologik yo'ldoshining chiqarilishi bilan oldi. Bu yo'ldosh „Kosmos-144“ ga nisbatan deyarli perpendikular, ya'ni 100° burchak ostidagi tekislikda harakatlanadi. Keyinchalik ishdan chiqqan yo'ldoshlar o'rniga navbati bilan „Kosmos-144“, „Kosmos-144“ va boshqa yo'ldoshlar chiqarila boshlandi.

„Meteor“ tizimidagi birinchi to'qqizta yo'ldosh Yerdan o'rtacha balandligi 630 km atrofida bo'lgan orbitaga, keyingilari esa o'rtacha balandligi 900 km atrofida bo'lgan orbitaga chiqarildi. Yo'ldosh harakatining Yerdan balandligini ortishi, undagi barcha ko'rinishdagi o'lchov va kuzatuv apparaturalarni ko'rish doirasini kengaytirish imkonini berdi. Yer sharini o'rtacha 102,5 minut davrida bir marta aylanib chiqadi.

Bu yo'ldoshlarda bulutlik, muzliklar, qor qoplamlari va taglik sirtning tasvirini olish (0,5—0,7 mkm), shuningdek Yerning soya tomonidagi bulutlikni aniqlash va kuzatib borish (8—12 mkm) uchun mo'ljallangan apparaturalar o'rnatilgan. Bulardan tashqari, bulutdagi haroratni va bulutning yuqori chegarasini aniqlash uchun, atmosferani termik zondlash masalasini yechish uchun va yer atrofi bo'shlig'iga kirib keluvchi nurlanish oqimini kuzatish uchun mo'ljallangan boshqa spektrometrik apparaturalar o'rnatilgan.

8.3.2. „Tayros“, „NOAA“, „Nimbus“ tizimlari

1960—1965-yillar davomida AQSH da „Tayros“ seriyasidagi o'nta ilmiy tadqiqot meteorologik yo'ldoshlar uchirildi. Bu yo'ldoshlarda tasvirni avtomatik uzatadigan tizimni sinab ko'rildi va bu tizim keyinchalik turli seriyadagi yo'ldoshlarning meteorologik apparaturalar tarkibiga kiritildi.

„Tayros“ rusumidagi meteorologik kosmik tizimning bortdagi qurilmalari quyidagi axborotlarni olishni ta'minlaydi:

- tasvirni TV tizimda qabul qiladi va uni yerdagi stansiyalarga signal ko'rinishida uzatadi;
- issiqlik nurlanishini o'lchaydi;

- fazoviy oriyentatsiya va dinamik boshqaradi;
- bort apparaturalar ishini dasturlaydi va boshqaradi;
- telemetrik ma'lumotlarni va radiomayak signalini uzatadi.

„NOAA“ rusumidagi meteorologik yo'ldoshda bulutni tasvirga olish, to'lqin spektrining ko'rinadigan va infraqizil uchastkalarida amalga oshiriladi. „NOAA“ meteorologik yo'ldoshi uch o'qlik oriyentatsiyaga ega bo'lib, kvazi qutbiy doiraga yaqinroq orbitaga chiqariladi. Yerdan o'rtacha balandligi 1450 km, umumiy og'irligi 306 kg. Nuqsonsiz ishlash o'rtacha davri bir-yil atrofida.

„Nimbus“ rusumidagi meteorologik yo'ldoshda turli maqsadlarga mo'ljallangan apparaturalarning o'rnatilganligi bilan farqlanadi.

8.3.3. „TOS-NUOA“ tizimi

„Tayros-NUOA“ rusumidagi ikki yo'ldosh Yerdan balandligi 800—900 km intervalda tanlangan bo'lib, quyosh-sinxronli doira orbitasiga chiqarildi. Ushbu yo'ldoshlarning orbitadagi bir-biriga nisbatan joylashuvi 60° burchak ostidagi tekislikda tanlangan bo'lib, Yer sharini o'rtacha 102 minut davrida bir marta aylanib chiqadi.

Bu yo'ldoshlarda quyidagi apparaturalar o'rnatilgan:

- vertikal zondlashning tezkor o'lchov majmuasi;
- yuqori aniqlikdagi takomillashgan radiometr;
- korpuskular oqim analizatori va to'plash tizimi;
- axborotlarni qayta ishlaydigan va uzatadigan ilmiy platforma.

Ilmiy platformadan olinadigan axborotlarni to'plash, qayta ishlash va uzatadigan tizimi „Argos“ deb nomlanib, kam yoritilgan hududlardan gidrometeorologik ma'lumotlarni olish imkonini birmuncha kengaytirdi.

Bu tizimdagi axborotlar manbayi bo'lib, atrof-muhitning fizik parametrlarini (bosim, harorat, suv sho'rligi va sh.o'.) beradigan datchik xizmat qiladi. Bu datchiklar dengiz radiobuyllari, havo sharlari va statsionar stansiyalarda o'rnatilgan ilmiy platformalardan iborat bo'lishi mumkin. Yerning meteorologik yo'ldoshlari har bir ilmiy platforma bilan 10 minut atrofida kontaktda bo'lishi mumkin. Kontakt chastotasi esa ilmiy platformalarning joylashgan geografik kengligiga bog'liq.

8.3.4. „Meteosat“ tizimi

„Meteosat“ rusumidagi meteorologik yoʻldosh atmosferani global oʻrganish xalqaro dasturi doirasida meteorologik tadqiqotlar olib borish uchun moʻljallangan. „Meteosat“ meteorologik yoʻldoshi kosmik tadqiqotlar boʻyicha Gʻarbiy yevropa tashkiloti tomonidan orbitaga chiqariladi.

„Meteosat“ meteorologik yoʻldoshining ogʻirligi 300 kg, balandligi 1,45 m, diametri 2,1 m ni tashkil etadi. Uning asosiy oʻlchov apparatlaridan biri ikki kanalli radiometr hisoblanadi.

Radiometr bulut qoplamini va Yer sirtini uzluksiz ravishda kuzatib borish imkoniyatiga ega. Uning aniqlik darajasi infraqizil kanalida 5 km, koʻrinish diapozonidagi qismida esa 2,5 km ni tashkil etadi. Infra qizil kanali boʻyicha radiometrik oʻlchovlar bulutlarning choʻqqisidagi harorat, bulut qoplamining balandligini aniqlashga imkon beradi, shuningdek dengiz sathi haroratini 1° gacha aniqlikda oʻlchaydi. Infra qizil nurlarda tasvirlarni Yerga real vaqt miqyosida 30 minutlik intervallarda yuboradi.

8.4. Yer yoʻldoshlaridan uzatilgan meteorologik maʼlumotlarni toʻplash va tarqatish tizimi

Yer yoʻldoshlaridan olinadigan meteorologik maʼlumotlarni toʻplash va tarqatish uchun hozirgi paytda ikki tizimdan foydalaniladi:

- markazlashgan;
- avtonom.

Markazlashgan tizim. Bu tizim global miqyosdagi axborotlarni, yaʼni yoʻldoshlarining Yer atrofidagi sutkalik barcha aylanishida toʻplangan televizion (TV) va infraqizil (IQ) maʼlumotlarni olishni taʼminlaydi. Yer yoʻldoshlaridan olinadigan meteorologik maʼlumotlarni toʻplash va tarqatishning bunday sxemasi Moskva, Novosibirsk va Xabarovskda joylashgan axborotlarni qabul qilish punktlarida (PPI), jumladan Toshkentda axborotlarni avtonom qabul qilish punktida (APPI) amalda oshiriladi.

Axborotlarni qabul qilish punktlarining radioko'ruvchanlik zonasi o'zaro bir-birini berkitadi va uzunlik bo'yicha cho'zilgan bo'lib, g'arbdan sharqqa tomon 160° ga yaqin masofani qamrab oladi. Natijada Yer yo'ldoshlaridan olinadigan meteorologik ma'lumotlarni sutka davomida bir necha marta sobiq Ittifoq hududidan uzluksiz qabul qilish imkoniyati yaratildi.

Markazlashgan tizim bo'yicha Yerning meteorologik yo'ldoshlaridan aktinometrik, spektrometrik va radiometrik o'lchangan ma'lumotlarni to'plash ham amalga oshiriladi.

Axborotlarni qabul qilish punktlarining asosiy vazifasi Yer yo'ldoshlaridan olinadigan gidrometeorologik axborotlarni qabul qilish, qayd etish va ishlanma berilgan bu ma'lumotlarni iste'molchilarga yetkazishdan iborat.

Avtonom tizim. Bu tizim Yerning meteorologik yo'ldoshlaridagi bort apparaturasida ma'lumotlarni xotirada saqlab qolish moslamasi yo'qligi bilan markazlashgan tizimdan farq qiladi. Maxsus qurilmalar (vidikon yoki radiometr) yordamida olingan tasvirlar qisqa muddatli saqlanib, axborotlarni qabul qilish avtonom punktlariga avtomatik tarzda yuboriladi. Axborotlarni to'g'ridan-to'g'ri uzatish tizimidan bulutlarni va Yer taglik sirtlarni televizion hamda infraqizil tasvirlarini uzatish uchun keng foydalaniladi. Ayrim hollarda ushbu rejimda, shuningdek aktinometrik o'lchov natijalarini ham uzatish mumkin.

Nazorat savollari

- 1. Birinchi marta Yerning sun'iy yo'ldoshi yordamida meteorologik kuzatishlar qachon boshlangan?*
- 2. Yer yo'ldoshlaridan olinadigan meteorologik ma'lumotlarni to'plash va tarqatish uchun, hozirgi paytda qaysi tizimdan foydalaniladi?*
- 3. Rossiya, AQSH va Yevropa ittifoqiga tegishli kosmik meteorologiya yo'ldoshlar tizimini ayting.*
- 4. Ilmiy apparaturalar majmuining vazifasi nimadan iborat?*

IX BOB. YO'LDOSH METEOROLOGIK MA'LUMOTLARI VA ULARNI ISHLOVI

Atmosferadagi ob-havo jarayonlari va hodisalarni o'rganishda, Yerning meteorologik yo'ldoshlari yordamida olinadigan gidrometeorologik axborotlar ma'lum bir talablarga javob berishi kerak: bu ma'lumotlar *global, uch o'lchamli, kompleks, sinxron, muntazam va tezkor bo'lishi* shart.

Yerning meteorologik yo'ldoshlaridan olinayotgan ilmiy axborotlarni *global* ekanligiga qo'yilgan talabga, bortdagi xotiraga saqlovchi moslama, tezkor va geostatsionar yo'ldoshlari ma'lumotlarini takomillashgan to'plash va tarqatish tizimidan foydalanilib erishiladi.

Yerning meteorologik yo'ldoshlaridan olinayotgan ilmiy axborotlarni *uch o'lchamli* ekanligiga qo'yilgan talab hozirgi paytda yechimi topilish bosqichida, chunki yo'ldoshlar yordamida rayonlarni gidrometeorologik yoritilganligi maydon (sirt) bo'yicha amalga oshiriladi, atmosferaning turli parametrlarini vertikal bo'yicha taqsimlanishini tiklash esa oxirigacha tadqiqot etilmagan.

Kuzatuvlarni *kompleksnostligi* Yerning meteorologik yo'ldoshlariga turli ko'rinishdagi ilmiy apparaturalarni o'rnatilganligi, shuningdek ulardan gidrometeorologik axborotlarni boshqa manbalardan (yerdagi avtomatik stansiya, shar-zond, yakorli va dreyflannuvchi dengiz bo'ylari va b.) to'plash va retranslatsiya qilish uchun foydalanilganligi bilan ta'minlanadi.

Axborotlarning *sinxronligi* tezkor meteorologik yo'ldoshlarning orbitalarini tanlash bilan (masalan, quyosh-sinxroli orbita) ta'minlanadi.

Kuzatuvlarning *muntazamligi* bort va yerdagi boshqaruv tizimining ish sifatiga bog'liq bo'ladi. U yerdagi gidrometeorologik o'lchovlar va kuzatuvlarning odatdagi davriyligi bilan aniqlanadi.

Gidrometeorologik axborotlarni olish *tezkorligi* o'lchovlar, ishlov va taqdim etish xususiyatlari bilan ifodalanadi; zamonaviy hisoblash texnikasidan keng foydalanilishi bilan ta'minlanadi.

Gidrometeorologik kattaliklarning aniqligi, Yerning meteorologik yo'ldoshlarida o'rnatilgan apparaturalarning texnik imkoniyatiga, shuningdek hisoblash usullariga bog'liq bo'ladi.

9.1. Nurlanish spektrining ko'zga ko'rinadigan qismida (TV) olinadigan tasvirlar

Yer meteorologik yo'ldoshlarining ko'zga ko'rinadigan 0,38—1,3 mkm diapazondagi kuzatuv obyekti bo'lib, bulutlar va yer sirtining ochiq joylari hisoblanadi.

Taglik sirt fonida bulutlarni aniqlash imkoniyati shundan iboratki, ularga tushayotgan to'g'ri va sochilgan nurlar, ularning qaytaruvchanlik xususitlari turlicha ekanligidadir. Shu sababli ularning yorqinligi turlicha xususiyatlanadi.

Obyekt sirtining yorqinligi qaytgan yorug'lik oqimining jadalligi bilan aniqlanib, uning yoritilganligi va qaytarish koeffitsiyentiga bog'liq bo'ladi:

$$B = \frac{1}{\pi} \eta^E, \quad (9.1)$$

bunda B — yorqinlik; η — qaytarish koeffitsiyenti; E — yoritilganlik.

Obyektlarning yoritilganligi Quyosh balandligi, atmosfera shaffofligi, qaytaruvchi sirt qiyaligi va uning g'adir-budurligiga bog'liq bo'ladi. Masalan, Quyosh balandligi 10 dan 60° gacha o'zgarsa, gorizonta sirtga tushayotgan to'g'ri radiatsiya oqimi 8,2, sochilgan radiatsiya oqimi esa 2,7 barobar ortadi. Atmosfera shaffofligi undagi suv tomchisi, muz kristallari, chang va sh.o'. larning miqdoriga bog'liq. Atmosfera shaffofligi kamaysa, obyektlarning yoritilganligi to'g'ri radiatsiya oqimi bilan pasayadi va sochilgan radiatsiya oqimi bilan ortadi. Bulut qoplamining yuqori qismi va yer sirti ochiq qismining g'adir-budurligi soya, suv sirtining g'adir-budurligi esa olachalpoq quyosh shu'lalari hosil bo'lishiga sharoit yaratadi.

Meteorologiyada sirtga tushayotgan radiatsiyaning qaytaruvchanlik qobiliyatini albedo (foizlarda) bilan ifodalash qabul qilingan:

$$A(\lambda) = E_{\text{QAYT}} / E_{\text{TUSH}}, \quad (9.2)$$

bunda E_{QAYT} — qaytgan va E_{TUSH} — tushgan radiatsiya, yoki nurlanishning to'liq uzunligiga bog'liq bo'lgan qaytish koeffitsiyenti (spektral yorqinligi).

Yer sirtidagi obyektlar, odatda, o'zining ichki qismidan sochilgan nur ko'rinishidagi radiatsiyani sezilarli miqdorda qaytar-maydi. Bu jismlar ichiga kirgan yorug'lik oqimi yutiladi va qaytgan nur asosan obyekt sirtidan keladi.

Bulutlar asosan suv zarrachalari va muz kristallaridan iborat bo'lganligi sababli yorug'likni kuchli sochuvchi obyekt sanaladi. Ular orqali o'tgan to'g'ri yorug'lik katta miqdorda kuchsizlanadi va taglik sirtidan farqli ravishda o'zinig ichki qismidan, unga kirgan radiatsiyani ko'proq qaytaradi.

Kuzatuv va nazariy tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, bulutlarning qaytaruvchanlik xususiyati, ularning to'g'ri hamda sochilgan quyosh radiasiyalarni yutish va o'tkazish qobiliyati, shuningdek bulutlar ostidagi taglik sirtlarning qaytaruvchanligi bilan uzviy bog'liq.

Bulutlar albedosi asosan uning vertikal qalinlik quvvati, suvliligi, fazaviy holati va Quyosh balandligi bilan aniqlanadi.

Bulutlar albedosining o'rtacha qiymatlari 9.1-jadvalda keltirilgan.

Jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, yuqori qavatga tegishli bulutlardan, ya'ni patsimon va qatlamli-patsimon bulutlarning o'rtacha qalinligi 1,5—2,5 km bo'lishiga qaramasdan, ularning albedosi kichik. Chunki bu bulutlar asosan suvliligi kam miqdorda bo'lgan muz kristallaridan (suvlilik atigi 0,002—0,003 g/m³) tarkib topgan va shu sababli quyosh radiatsiyasi uchun deyarli shaffof hisoblanadi.

O'rta qavat bulutlari, ya'ni yuqori to'p-to'p va yuqori qatlamli bulutlar o'rtacha qalinligining, yuqori qavat bulutlarga nisbatan kichikligi bilan xususiyatlanadi. Yuqori to'p-to'p bulutlarning o'rtacha qalinligi 300 m, yuqori qatlamli bulutlarning o'rtacha qalinligi esa 600 metrdan 1000 metrgachani tashkil etadi. Lekin o'rta qavat bulutlarining suvliligi yuqori qavat bulutlariga nisbatan

ko'proq ($0,07-0,09 \text{ g/m}^3$), bunga sabab ularda suv tomchilarining mavjudligidadir. Shu sababli o'rta qavat bulutlarining albedosi yuqori qavat bulutlariga nisbatan birmuncha kattaroq.

9.1- jadval

**Televizion tasvir bo'yicha o'lchangan turli xil bulutlar
albedosining o'rtacha qiymatlari**

Bulutlar turi	A %
Yomg'irli to'p-to'p (yirikva quvvatli)	92
Yomg'irli to'p-to'p (kichik, cho'qqi balandligi 6 km)	86
Qatlamli-patsimon (quvvatli, ostidagi bulutlar va og'inlar bilan birgalikda)	74
To'p-to'p va qatlamli to'p-to'p (quruqlik ustida katta miqdorda)	69
Qatlamli to'p-to'p (quruqlik ustida katta miqdorda)	68
Qatlamli (quvvatli)	64
Qatlamli to'p-to'p bulutlar massivi (okean ustidagi yaxlit bulut ichida)	60
Qatlamli (yupqa)	42
Quruqlik ustidagi patsimon	36
Quruqlik ustidagi qatlamdor patsimon	32
Quruqlik ustidagi yaxshi ob-havoli to'p-to'p bulutlar	29

Pastki qavat bulutlari, ya'ni qatlamli to'p-to'p, qatlamli va yomg'irli qatlam bulutlar o'zining yanada ko'proq suvliligi ($0,14-0,22 \text{ g/m}^3$) bilan xususiyatlanadi. Qatlamli to'p-to'p bulutlarning o'rtacha qalinligi o'rta qavat bulutlarining qalinliga yaqinroq bo'lib, 300—600 m atrofida o'zgarib turadi. Yomg'irli qatlam bulutlarining o'rtacha qalinligi esa 5—6 km va undan kattaroq bo'ladi. Shu sababli pastki qavat bulutlari albedosining qiymati katta diapazonda tebranadi.

Vertikal rivojlangan bulutlarda suvlilik nihoyatda katta bo'lib ($0,38-1,70 \text{ g/m}^3$), o'rtacha qalinligi 4—12 km ni tashkil etadi va mos ravishda uning albedosi ham yetarlicha katta. Faqat bundan vertikal va gorizontal o'lchamlari (o'nlab va yuzlab metr) unchalik katta bo'lmagan yaxshi ob-havoli to'p-to'p bulutlar istisno. Eksperiment ma'lumotlariga qaraganda bu bulutlarning albedosi, qatlamli to'p-to'p bulutlarning albedo qiymatiga yaqinroq bo'ladi.

Bulutlarning qaytaruvchanlik xususiyatiga ko'ra, albedoning o'rtacha qiymatiga mos ravishda, ularni quyidagicha joylashtirish mumkin:

- yomg'irli to'p-to'p (Cb);
- to'p-to'p (Cu);
- qatlamli to'p-to'p (Sc);
- qatlamli (St);
- patsimon (Ci).

Taglik sirtning albedosi, uning fizik xususiyati, holati (namligi) va g'adir-budurlik darajasiga bog'liq bo'ladi. Bulutlar va taglik sirtning albedolari o'rtasidagi farq katta chegarada o'zgaradi hamda obyektlarni aniqlab olinishini ta'minlaydi. Agar bulut va taglik sirtning albedolari bir xil o'lchamga ega bo'lsa, u holda obyektlarni aniqlash qiyinlashadi yoki umuman aniqlanmaydi.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan bort apparaturalari, spektrning ko'zga ko'rinadigan diapazondagi (0,4—0,76 mkm) qismida radiatsiya oqimiga o'ta sezgir bo'lib, yo'ldosh uchish trassasi bo'ylab bulutlar va yer sirtini tasvirga tushiradi.

Yerning yoritilmagan va yoritilgan qismlari ustidagi bulutlar haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lish uchun infraqizil apparaturalardan foydalaniladi. Bu apparaturalar televizion turdagi radiometrik moslama bilan jihozlangan bo'lib, ketayotgan issiqlik oqimni o'lchaydi.

9.2. Nurlanish spektrining infraqizil (IK) qismida olinadigan tasvirlar

Tabiiy obyektlarni, o'zining issiqlik nurlanishi (infraqizil) bo'yicha aniqlash va o'rganish, turli obyektlarning o'rtasida (masalan, bulutlar va taglik sirt o'rtasida, quruqlik va dengiz o'rtasida, har xil turdagi bulutlar o'rtasida va sh.o'.) katta energetik farq borligiga, ya'ni nurlanayotgan sirtlarning temperaturasi har xil bo'lishiga asoslangan.

Plank qonuniga muvofiq spektrning infraqizil sohasida Yer va bulutlar sirti, xuddi absolut qora jism kabi nurlanadi. Obyektlarning issiqlik holatini Stefan-Bolsman qonuni bo'yicha baholash mumkin:

$$W_{\lambda} = \sigma T_{\text{rad}}^4 \quad (10.3)$$

bunda σ — Stefan-Bolsman doimiysi ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$) va T_{rad} — radiasion harorat.

Yer meteorologik yoʻldoshlaridagi infraqizil apparaturalar absolut qora jism bilan real obyekt nurlanishlari teng boʻlganda qayd etilgan haroratni *radiatsion* harorat deb tushuniladi.

Atmosferaning katta qismida (50 km balandlikgacha) xususiy termik barqarorlik saqlanadi. Bu sharoitda „atmosferaning har bir elementar hajmi, oʻzidan yutilgan energiya miqdoriga yaqin energiya miqdorini chiqaradi“ (Kirxgof qonuni).

Yer meteorologik yoʻldoshlaridagi apparaturalarning infraqizil skanirlovchi signallaridan tabiiy obyektlarning energetik (issiqlik) holatini miqdoriy baholash, ularni klassifikasiya qilish va ajratish uchun foydalanish mumkin.

Yer meteorologik yoʻldoshlarining infraqizil tasvirlari, nurlanuvchi obyektlarning issiqlik farqini keng koʻlamdagi taqsimlanishini ifoda etadigan koʻrinishda taqdim etiladi. Odatda, yuqori haroratga ega boʻlgan, yaʼni oʻzidan katta nurlanish energiyasi chiqaradigan obyektlarning infraqizil tasvirlari, past haroratli obyektlarga qaraganda ochiqroq zonalardan iborat boʻladi.

Bulutlardagi harorat qiymati taglik sirtga nisbatan birmuncha pastroq boʻladi, yaʼni infraqizil tasvirlarda mos ravishda bulutlar taglik sirtga nisbatan qoramtir rangda ifodalangan boʻladi. Shu sababli bu tasvirlarni televizion tasvirlar bilan solishtirish qulay boʻlishligi uchun negativ suratlaridan foydalaniladi, yaʼni obyektlardagi kichik qiymatga ega boʻlgan radiatsion harorat sohasiga tasvirning ochiq qismi, katta qiymatga ega boʻlgan radiatsion harorat sohasiga esa tasvirning qoramtir qismi mos keladi.

Quruqlik yuzasi tasvirda asosan toʻq kul rang, suv yuzasi esa qoramtir rangda boʻladi. Quruqlik yuzasi bilan suv yuzasining issiqlik kontrasti (farqi) katta boʻlganligi sababli dengiz qirgʻoqlarining chiziqlari, koʻllar va katta daryolarning tashqi koʻrinishi tasvirda aniq ifodalanadi.

Kosmik infraqizil tasvirlar aniqligi, odatda, koʻzga koʻrinadigan diapazondagi (TV) tasvirlarga nisbatan siyrak zichlik xususiyatiga

ega. Lekin infraqizil tasvirlarni kunning ham yorug', ham qorong'i vaqtlarida olish mumkin.

Nazorat savollari

1. *Yerning meteorologik yo'ldoshlari yordamida olinadigan gidrometeorologik axborotlar qanday talablarga javob berishi kerak?*

2. *Spektrning televizion diapazonida obyektlar sutkaning qaysi vaqtlarida kuzatiladi?*

3. *Spektrning infraqizil diapazonida obyektlar sutkaning qaysi vaqtlarida kuzatiladi?*

4. *Sutkaning yorug' va qorong'u qismida obyektlar spektrning qaysi diapazonida kuzatiladi?*

5. *Sutka davomida obyektlar spektrning qaysi diapazonida kuzatiladi?*

X BOB. KOSMIK TASVIRLARNI VAQTGA VA GEOGRAFIK KOORDINATALARGA BOG'LASH

Kosmik tasvirlarni joyga to'g'rilash uchun aniq vaqtni, ya'ni tasvirning hech bo'lmaganda biror nuqtasi (yoki satri) qachon eksponir qilinganligini bilish kerak. Tasvirning boshqa qismlarini eksponir qilingan vaqtni va unga mos geografik koordinatalarini orbita elementlari, ish sharoiti hamda bort va yerdagi apparaturalar parametrlarini inobatga olib hisoblash mumkin.

10.1. Yer meteorologik yo'ldoshlarini ta'qib etish

Ta'qib etish uchun yo'ldoshni radioko'ruvchanlik zonasiga kirish va chiqish payti, uning mahalliy gorizont ustidagi azimuti hamda balandligini bilish zarur.

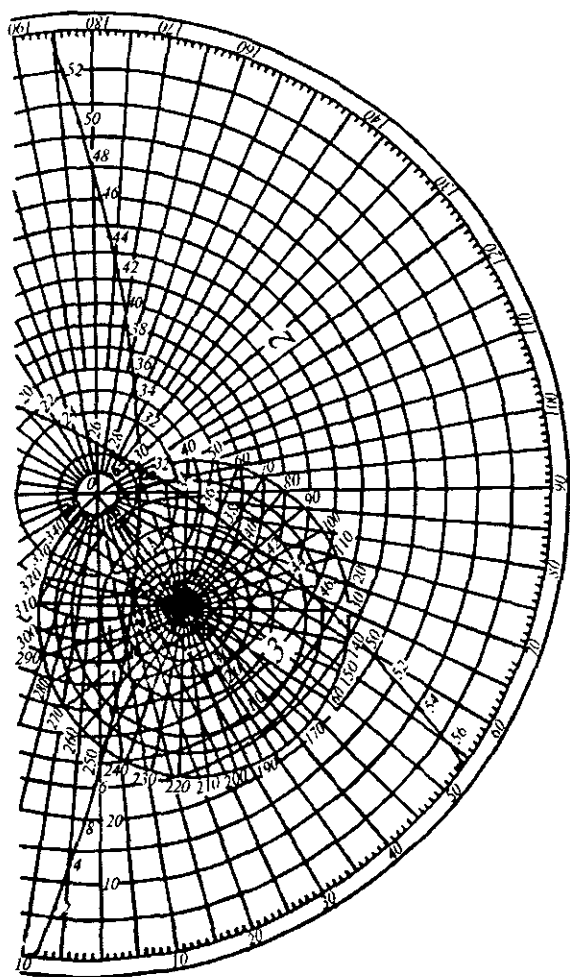
Azimut deb, yo'ldoshni ta'qib etish punktining meridiani bilan Yer meteorologik yo'ldoshlarining yo'nalishi orasida hosil bo'lgan burchakka aytiladi.

Yo'ldoshning burchakli balandligi deb, gorizont tekisligi bilan yo'ldoshga yo'nalgan chiziq orasidagi burchakka aytiladi.

Yer meteorologik yo'ldoshlarini ta'qib etish uchun zarur bo'lgan parametrlar majmuiga, ba'zida nishon ko'rsatmasi deb

ham ataladi. Nishon ko'rsatmasini aniqlash va tasvirlarni geografik bog'lash uchun planshetdan foydalanish keng joriy etildi (10.1- rasm). Planshet quyidagi qismlardan tarkib topgan:

- taxta yoki metall asosga yopishtirilgan qutbiy stereografik proyeksiyalı (shimoliy yoki janubiy yarimshar) karta (masshtabi 1:30000000);



10.1- rasm. Nishon ko'rsatmasini hisoblash uchun planshet.

konsentrik doiralar oilasini tuzish uchun foydalaniladi va uning yordamida burchakli balandlik aniqlanadi.

Joyning berilgan burchaklari bo'yicha orbita balandligi 900 va 630 km bo'lgan Yerning meteorologik sun'iy yo'ldoshlari uchun geosentrik burchak qiymatlari 10.1- jadvalda keltirilgan.

Planshet kartasida qabul qilish punkti joylashgan mos nuqtadan meridian bo'ylab shimol va janub tomonga hisoblangan geosentrik burchak (q) qiymatlari kenglik graduslarida qo'yib chiqiladi. Har bir juft nuqtalar orasidagi kesmaning yarmiga teng bo'lgan radiusda doiralar chiziladi.

Tashqi doira (radioko'ruvchanlik zona chegarasi) Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshining nolinchi burchak balandligiga mos tushadi, ichki doiralar esa har 10° dan o'tkaziladi.

10.1-jadval

Joyning berilgan turli burchaklari (h) va orbita balandligi (H) bo'yicha geosentrik burchak (q) qiymatlari

H, km	h°									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
630	24,5	16,3	11,2	8,0	5,8	4,2	2,9	1,9	0,9	0,0
900	28,8	20,3	14,6	10,6	7,8	5,7	4,0	2,6	1,2	0,0

Keyin doira transportir yordamida qabul qilish punkti joylashgan nuqtadan o'tuvchi meridianning shimoliy uchidan boshlab soat millari yo'nalishi bo'yicha 10 gradusli oraliqlarga bo'linib, radial chiziqlar o'tkaziladi va raqamlanadi.

Diagrammadagi doiralar Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshining burchakli balandligini (h), radial chiziqlar esa azimutini (A) aniqlash uchun xizmat qiladi.

Nishon ko'rsatmasini aniqlashda grafik usuldan tashqari analitik usuldan ham foydalanish mumkin. Bu usul Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshining bo'shliqdagi har bir vaqt lahzasi uchun hisoblangan koordinatasidan foydalanishga asoslangan.

10.2. Kosmik tasvirlarni vaqtga bog'lash

Kosmik tasvirlarni vaqtga bog'lash deb, Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshining obyektini kuzatgan vaqt momentini (lahzasi) aniqlashga aytiladi. Kosmik tasvirlarni vaqtga bog'lash ikki xil usul bilan amalga oshiriladi.

Birinchi usul. Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshining har 10° karrali berilgan geografik kengliklari bilan axborotlarni qabul qilish punkti joylashgan kenglikni (unga yaqin bo'lgan) kesib o'tgan ΔT vaqti aniqlanadi. Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshining ekvatoridan berilgan geografik kenglikkacha uchib o'tgan vaqti $T_{b.k.}$ hisoblanadi:

$$T_{b.k.} = T_{k.n.} + \Delta T. \quad (10.3)$$

Bunda $T_{k.n.}$ — yo'ldosh orbitasining axborotlarni olish uchun ko'tarilib boruvchi nuqtasidagi vaqt. $T_{b.k.}$ qayd etilgan vaqt momentida videosignal uziladi va tasvirda bo'sh qator hosil bo'ladi. Bundan butun tasvirni vaqtga bog'lash uchun foydalaniladi.

Ikkinchi usul. Yerning meteorologik sun'iy yo'ldoshi biror hudud ustida axborot olishni boshlashda, (10.3) ifodadan qayd etuvchi moslama karetkasini harakatga keltirish vaqtini $T_{h.k.}$ aniqlash uchun foydalaniladi. Tasvirdagi birinchi qator chiziqdan vaqtni belgilash va geografik koordinatalarga bog'lash uchun foydalaniladi.

Kosmik axborotlar eslab qolish moslamasi rejimida qabul qilinsa, tasvirni vaqtga bog'lash bordagi umumiy vaqt belgilaridan retrospektiv va qabul qilish punktining to'g'ridan-to'g'ri rejimda olingan tasvirlardagi vaqt belgilari orqali amalga oshiriladi.

10.3. Kosmik tasvirlarni geografik koordinatalarga bog'lash

Kosmik tasvirlarni geografik koordinatalarga (yoki makon) bog'lash deb, Yer bilan bog'liq bo'lgan birorta tanlangan koordinatalar tizimida olingan tasvirdagi xohlagan obyektning geografik koordinatasini aniqlash tushuniladi.

Kosmik tasvirlarni geografik koordinatalarga bog'lashda tasvir suratini biror proyeksiyaga ega bo'lgan geografik kartaga tushirish usuli keng qo'llaniladi. Bu usuldan foydalanish, to'g'ri burchakli to'r bo'g'inlarining geografik kengligi φ' va uzunligi λ' ni hisoblashdan iborat bo'lib, fototasvir ustiga shunday qo'yish kerakki, uning markazdagi bo'g'inini tasvir markazida joylashsin.

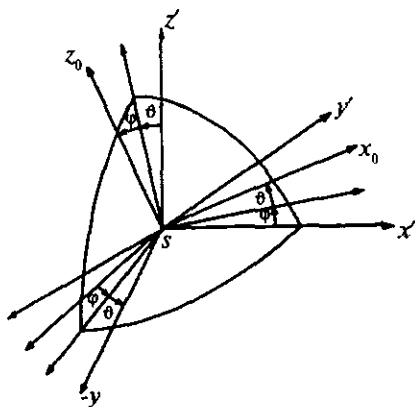
Kosmik tasvirlarni geografik koordinatalarga bog'lashni, o'zaro bog'langan bir necha koordinatalar tizimidan foydalanib amalga oshiriladi (10.3- rasm).

Kosmik tasvirlarni geografik koordinatalarga bog'lashda, shuningdek *to'g'ri burchakli geosentrik koordinata tizimidan* ham foydalaniladi. Ushbu tizimning koordinata boshini Yer massasining markazi O ga o'rnatamiz.

U holda bu tizim aylanayotgan Yer bilan bog'lanadi. Tizimning X o'qi grinvich meridiani bilan ekvator kesishgan nuqtaga yo'naladi, Z o'qi aylanayotgan Yer o'qiga mos tushib Yerning Shimoliy qutbiga yo'naladi, Y o'qi esa tizimning o'ng tomonini to'ldiradi.

Televizion rasmdagi nuqta holatini aniqlash murakkab masala hisoblanadi. Buning uchun Yerning meteorologik sun'iy yo'ldoshiga bir necha koordinatalar tizimini kiritish talab etiladi.

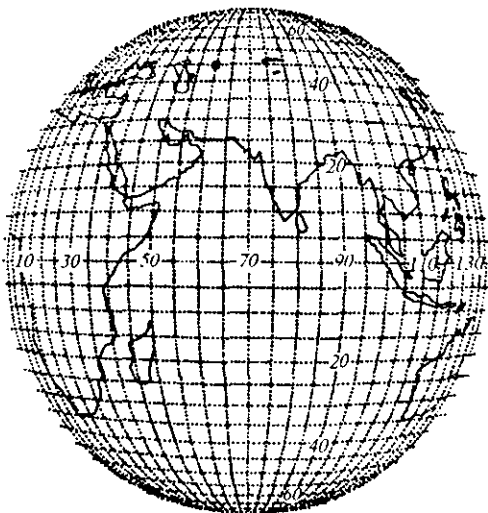
Barcha koordinatalar tizimining boshlang'ich nuqtasi sifatida yo'ldosh massasining markazi S ni qabul qilamiz.



10.3-rasm. Turli koordinatalar tizimi o'rtasidagi bog'lanish.

Hisoblangan φ' (kenglik) va λ' (uzunlik) koordinatalar bo'yicha kartada to'r (setka) yasaladi, ya'ni tasvirning to'g'ri-burchakli to'rdan iborat Yerdagi proyeksiyasi hisoblanadi. Bu ikki bir-biriga mos keluvchi to'rlar tasvirni rasmdan bevosita kartaga tushirishga imkon beradi.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldosh ostidagi 0° shimoliy kenglik va 70° sharqiy uzunlik nuqtasi uchun hisoblangan va asosiy qirg'oq chiziqlari o'tkazilgan geografik karta to'ri 10.5- rasmda ko'rsatilgan.



10.3-rasm. Asosiy qirg'oq chiziqlari o'tkazilgan geografik karta to'ri.

Nazorat savollari

1. Yer meteorologik yo'ldoshlarining azimuti va burchak balandligi deb nimaga aytiladi?
2. Nishon ko'rsatmasi deb nimaga aytiladi?
3. Planshet qanday qismlardan tarkib topgan?
4. Kosmik tasvirlarni vaqtga bog'lash deb nimaga aytiladi?
5. Kosmik tasvirlarni geografik koordinatalarga (yoki makon) bog'lash deb nimaga aytiladi?
6. To'g'ri burchakli geosentrik, fotogrammetrik va oraliq koordinata tizimi nima?

11.1. Kosmik tasvirlarni deshifrovka qilish asoslari

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlaridan olinadigan ma'lumotlarni, ya'ni bulutlar va taglik sirt haqidagi axborotlarning iste'molchiga tasvir shaklida yetkazish birmuncha qulayliklarga ega: axborotlarning oddiyligi, ko'rgazmaliligi va sh.o'. Aynan shu sababli hozirgi vaqtda Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida spektrning televizion va infraqizil diapazonlarida olinadigan tasvirlar, ob-havoni sinoptikaviy tahlil va prognoz qilish uchun asosiy axborotlar manbai hisoblanadi.

Bulut, qor, muzlik va Yer sirtining turli obyektlarini nurlanish spektrining televizion hamda infraqizil diapazonlarida olinadigan kosmik tasvirlar orqali aniqlash jarayoni *meteorologik deshifrovkalash* yoki odiygina *deshifrovkalash* deb ataladi.

Tabiiy obyektlarni deshifrovka etish uchun bosqichda amalga oshiriladi: obyektlarni topish, farqlash (tanish) va uning xususiyatlarini aniqlash.

Umuman olganda, Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida spektrning televizion va infraqizil diapazonlarida olinadigan tasvirlarni deshifrovka qilish jarayoni bir xil bo'lsada, lekin ba'zi bir juz'iy o'ziga xos xususiyatlarga ega.

Tasvirlardagi obyektlarni topish mumkinligi Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlaridagi apparaturalarni farqlay olish qobiliyatiga bog'liq, ya'ni joydagi farqlash elementlari qancha kichik bo'lsa, obyektning mukammal ko'rinish imkoniyati shunchalik katta va ularni deshifrovka qilish yanada aniqroq bo'ladi.

Turli xil bulutlar va yer sirti obyektlarini o'ziga xos xususiyatlarini tasvirda bir-biridan farqlash uchun ularning yorqinligi (tusi) va shakli (tuzilishi) asosiy deshifrovka qilish belgilari sanaladi.

Kosmik suratlardagi tasvir yorqinligi obyektlarning fizik xususiyatlariga bog'liq bo'ladi va shuning uchun ham yetarli darajada deshifrovka qilish belgisi bo'la olmaydi. Nurlanish spektrining ko'rinish qismida olingan televizion suratlarda yorqinlik obyektning qaytaruvchanlik xususiyati (albedosi) va uning yoritilganligi bilan

aniqlanadi. Bunday tasvirlarda, odatda, nisbiy yorqinlikning 10—12 gradatsiyasini ajratish mumkin. Kosmik suratlardagi infraqizil tusni nurlanayotgan obyektlarning issiqlik holati va atmosfera ta'siri bilan aniqlanadi.

Qaralayotgan bulutning issiqlik foni katta o'zgaruvchanlik xususiyatiga ega. Bulutlarning issiqlik holati, undagi ko'plab omillar birligi (joylanish sathi, vertikal qalinligi, mikrofizik tuzilishi va b.) bilan aniqlanadi.

Tasvirning tuzilishi fazodagi maydon nurlanishi bir xil emasligi sababli yorqinlikning keskin o'zgaruvchanligidan va asosan qaralayotgan obyektning shakli hamda o'lchami, ular o'rtasidagi farq tufayli vujudga keladi.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan apparaturalar yordamida olinadigan kosmik tasvirlardagi tabiiy obyektlarning bir xil bo'lmagan yorqinlik masshtabi (miqyosi) va apparaturalarning farqlay olish qobiliyatidan kelib chiqqan holda, u quyidagilarga ajratiladi:

- tekstura;
- mezotuzilish (mezostruktura);
- makrotuzilish (sinoptik miqyosdagi tuzilish).

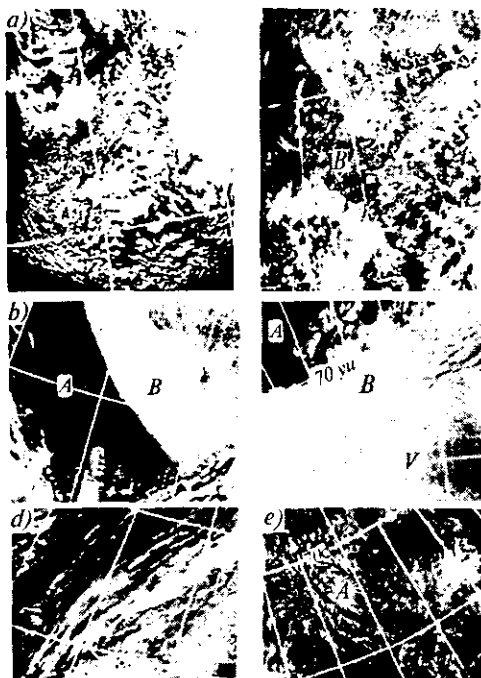
11.2. Teksturali tasvir

Teksturali tasvir (narsalarning tarkibiy tuzilish, qismlarining joylashish xususiyati) deb alohida elementlarning turli yorqinligidan hosil bo'lgan, uning o'lchamlari apparaturalarning farqlay olish qobiliyatiga solishtirib bo'ladigan mayda detalli shakllardan iborat tasvirga aytiladi.

Tekstura bu — tasvirning optik zichligini taqsimlanishi bo'lib, eng informativ belgilardan hisoblanadi. Tekstura to'rt xil ko'rinishda bo'ladi: jilosiz, donador, tolasimon va dendrit (11.1-rasm).

— jilosiz (xira) tekstura — bir xil tus xususiyatli tasvir (suv yuzasining ochiq qismi, yaxlit muzliklar, qatlamdor bulutlar, tuman, quruqlikdagi cho'l zonalar va b.);

— donador tekstura — dog'lar to'plamidan (donalar, o'choqlar) iborat bo'lib, ma'lum bir fonda ko'rinadi (to'p-to'p bulutlar,



11.1-rasm. Tekstura turlari:

- a) donador (A — to‘p-to‘p bulutlar, B — qatlamdor bulutlar), b) jilosiz (A — suv yuzasi, B — qatlamdor bulutlar, V — yaxlit muzliklar), d) tolasimon, e) dendrit.

parchalangan muz, qor qoplami fonidagi o‘rmon o‘simliklari va b.). Mayda donalar, odatda, to‘p-to‘p bulutlarni tasvirlash uchun xarakterlidir, qatlamli to‘p-to‘p bulutlarning tasviri ham shunday ifodalansada, lekin undagi donalar yorqin fonda qoramtir ko‘rinadi. Bu yerda donalar deganda bulutlar orasidan ko‘rinadigan yorug‘lik tushuniladi.

Shuni ta’kidlash joizki, yorqin fonda qoramtir donalarning mavjudligi, har doim ham qatlamli to‘p-to‘p bulutlar tasvirini ifodalaydi degani emas. Suv yuzasida yarqiragan olachalpoq quyosh shu‘lalari zonasida kuzatilgan to‘p-to‘p bulutlar ham bo‘lishi mumkin. Bu holda bulutlarning o‘zi ko‘rinmaydi, qoramtir donalar esa ularning soyasini tasvirlaydi. Ba’zida donador teksturalar dengiz

muzlarining yoriqlari va bir-biridan ajralgan joylarini ifodalaydi, bunday tasvirlar uchun xarakterli belgi bo'lib tashqi ko'rinishining qandaydir serqirra va o'tkirligi sanaladi.

Gumbazsimon teksturada (donador teksturaning bir ko'rinishi) donalar ancha yirik va shu sababli qoramtir fonda dumaloq shaklli dog'lar hosil bo'ladi. Bu tekstura asosan kuchli to'p-to'p va yomg'irli to'p-to'p bulutlar uchun xarakterli;

— tolasimon tekstura — qalinligi sezilarli bo'lmagan, lekin uzunligi o'nlab va yuzlab kilometrga cho'zilgan, chetlari yuvilgan (aniq bo'lmagan) tolalar yoki tasmalar (o'rta va yuqori qavat bulutlar);

— dendrit tekstura (shoxlangan daraxt ko'rinishda bo'ladi) — qor bilan qoplangan, past vodiylarga ajralgan baland tog'lar yoki sertarmoq daryolar tizimidan iborat tekisliklar tasviri. Bu shakl spektrning ko'rinadigan qismida juda aniq tasvirlanadi.

11.3. Mezostrukturali tasvir

Mezostrukturali tasvir — o'rtacha o'lchamli taniladigan detallarning oriyentirovka va joylanishiga bog'liq bo'lgan rasm. Bu rasmlarda o'zining teksturalari mavjud.

Mezomasshtabli bulutlar tizimini, odatda, spektrning farqlash darajasi katta bo'lgan ko'rinadigan qismida (TV), farqlash darajasi kichik bo'lgan infraqizil (IK) qismiga qaraganda osongina ajratish mumkin.

Bulutlar kosmik tasvirlarining tahlil natijasi, mezostrukturani quyidagi asosiy turlarga ajratish imkonini berdi:

- bulut chiziqlari (bo'ylama va ko'ndalang),
- bulutlar tizmasi,
- bulutlar yacheykasi (ochiq va yopiq),
- to'liqinli bulutlar,
- bulutlarning anomal (g'ayrioddiy) chiziqlari,
- mezomasshtabli uyurmalar (orografik, konvektiv, ikkilamchi bulut uyurmaları).

Mezomasshtabli tuzilmalar bulutlar shakli va miqdoridan tashqari, yana atmosferada havo oqimlarining taqsimoti, uning stratifikatsiyasi, turbulentsligi va sh.o'. haqidagi axborotlarni beradi.

Bulut chiziqlari (bo'ylama va ko'ndalang) — ko'ndalang o'lchamlari Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan apparaturalarning farqlay olish qobiliyati bilan o'lchovdosh kattaliklar bo'lgan ingichka polosali (tasmali) bulutlar. Bulut chiziqlari elementlari orasidagi o'lchamlar apparaturalarning farqlay olish qobiliyatidan kichik, shu sababli bulutlar yaxlit chiziqlar shaklida ifodalanadi.

Bo'ylama bulut chiziqlari turli o'lchamdagi, lekin, odatda, uning diametri 1 km dan oshmaydigan konvektiv bulutlardan hosil bo'ladi.

Bo'ylama chiziqlar „zanjirlar“ va „ko'chalar“ ko'rinishda ko'proq uchraydi. Bunday chiziqlarning kengligi va ular orasidagi bulutsiz bo'shliqlar, apparaturalarning farqlay olish qobiliyati bilan o'lchovdosh kattaliklar bo'lib, ularning uzunligi esa bir necha yuz kilometrga etishi mumkin (11.2- a rasm).

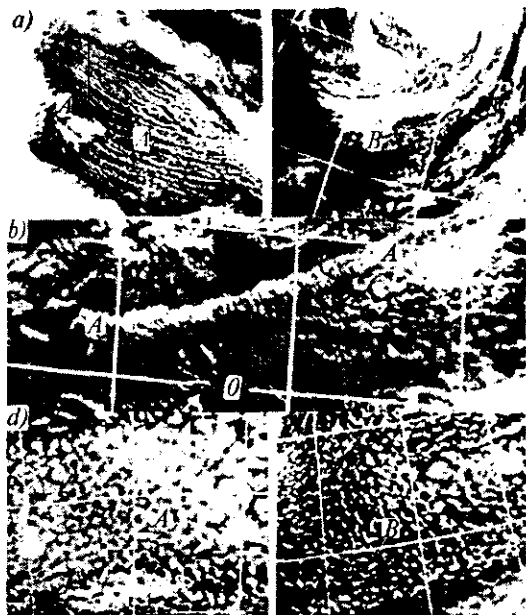
Ko'ndalang bulut chiziqlari bo'ylamaga nisbatan kam uchraydi. Ular bir-biriga yaqin joylashgan, atmosfera frontlari yoki tez havo oqimlaridagi bulutlar tizimiga perpendikular yoki biror burchak ostida yo'nalgan, ingichka kalta poloskalar ko'rinishda bo'ladi.

Bulutlar tizmasi — tashqi ko'rinishi zanjirni eslatadigan, bir-biriga yaqin joylashib, guruhlar hosil qiluvchi konvektiv bulutlar tizimi.

Konvektiv bulutlar tizmasining kengligi 10 dan 50 km, uning uzunligi esa 30 dan bir necha yuz kilometrgacha o'zgaradi (11.2- b rasm).

Konvektiv bulutlar tizmasining ko'rinishlaridan biri qasirg'a (shkval) chizig'i hisoblanadi. U deyarli bir butun va bir necha yuz kilometrgacha cho'zilgan bulutlar tizmasi ko'rinishda yig'ilgan, odatda, sovuq havo fronti oldida joylashgan yomg'irli to'p-to'p bulutlardan hosil bo'ladi. Bunday bulutlar tizmasining kengligi bir necha o'n kilometrdan yuzlab kilometrgachani tashkil etadi.

Bulutlar yacheykasi (ochiq va yopiq). *Ochiq yacheykalar* — kvazi olti burchakli shakldagi bulutlar tizimi. Uning ichki qismida bulutsiz bo'shliqlar va tashqi chekkalari bir necha o'nlab bulut elementlaridan tashkil topgan, bir-biri bilan qo'shilib ketgan



11.2-rasm. Mezostruktura turlari:

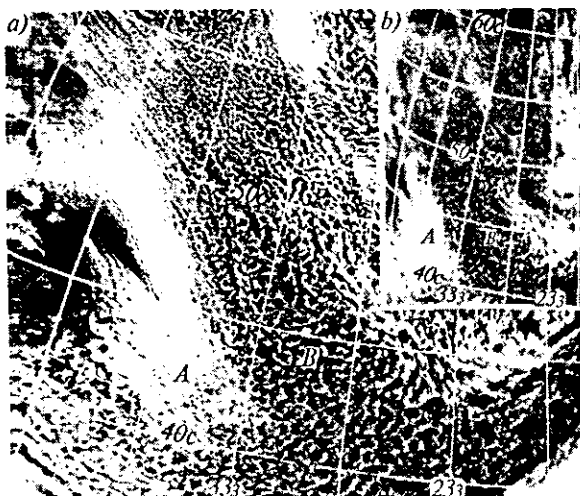
a) bulut chiziqlari (AA — bo'ylama, B — ko'ndalang), b) bulutlar tizmasi (AA), d) bulutlar yacheykasi (A — yopiq, B — ochiq).

yoki unchalik katta bo'lmagan bulutsiz bo'shliqlar bilan ajratilgan bulutlar halqasidan iborat (11.2- d rasm). Yacheykalarining gorizontal o'lchamlari 10 dan 100 kilometrgacha o'zgaradi. Uning diametri ko'p hollarda 30—40 km ni tashkil etadi.

Notropik kengliklarda ochiq yacheykalar to'p-to'p, quvvatli to'p-to'p yoki yomg'irli to'p-to'p bulutlardan tashkil topadi. Subtropik kengliklarda esa yacheykalarining katta qismi to'p-to'p va quvvatli to'p-to'p bulutlardan shakllanadi.

Ochiq yacheykalar infraqizil rasmlarda faqat ayrim hollarda ya'ni uning diametri apparaturalarning farqlay olish qobiliyatidan yuqori va ular quvvatli to'p-to'p yoki yomg'irli to'p-to'p bulutlardan shakllangan bo'lsa ko'rinadi.

Yopiq yacheykalar — kvazi olti burchakli shakldagi bulutlar tizimi bo'lib, chekkalari bo'ylab bulutsiz bo'shliqlar bilan chegaralangan.



11.3-rasm. Bulutlar yacheykasi (A — yopiq, B — ochiq).
a) televizion (TV) va b) infraqizil (IK) tasvirlar.

Yopiq yacheykalar qatlamli to‘p-to‘p, ba’zida qatlamli yoki to‘p-to‘p bulutlarning birikmasidan hosil bo‘ladi. Bu yacheykalar ham suv yuzasi va shuningdek ham quruqlik ustida vujudga keladi. Yopiq yacheykalarning gorizontall o‘lchamlari 10 dan 100 kilometrgacha o‘zgaradi (11.2- a va 11.3-rasm).

Yopiq yacheykalar infraqizil rasmlarda faqat ba’zi hollarda ya’ni bulut elementlari va ular orasidagi masofa apparaturalarning farqlay olish qobiliyatidan yuqori bo‘lsa ko‘rinadi.

To‘lqinli bulutlar — kengligi yuzlab metrdan o‘nlab kilometr-gacha bo‘lgan egri-bugri polosalardan (tasmalar) iborat. Bu polosalar xuddi shu o‘lchamdagi bulutsiz ochiq joylar bilan ajralgan.

To‘lqinli bulutlar orografiya ta’siri ostida (11.4- a rasm) yoki birjinsli massada, inversiya ostidagi qatlamli to‘p-to‘p bulutlardan (11.4- b rasm) hosil bo‘ladi.

Ta’kidlab o‘tish joizki, to‘lqinli bulutlar shuningdek yirik masshtabli bulutlar polosasining chekkalari bo‘yicha ham hosil bo‘ladi. Ushbu bulut polosalari, odatda, qatlamli to‘p-to‘p va yuqori to‘p-to‘p bulutlardan tashkil topadi.

Inversiya osti to'liqinli bulutlar, orografik to'liqinli bulutlarga o'xshash bo'ladi va odatda, u havo oqimiga perpendikular yo'nalgan bo'ladi.

Bulutlarning anomal (g'ayrioddiy) chiziqlari — uzunasining ko'lami bir necha yuz kilometr va kengligi 40 km gacha bo'lgan ravshan chiziqlar. Faqat televizion tasvirlarda kuzatiladi.

Bir-birini kesib o'tuvchi bu chiziqlar, atmosfera sirkulatsiyasining xususiyatlariga bog'liq emas va, odatda, suzib ketayotgan kemalar (11.4- d rasm) yoki samolyotlar (11.4- e rasm) ortidan qoladigan kondensatsiya izlaridan hosil bo'ladi. Bulutlarning anomal chiziqlari infraqizil rasmlarda ko'rinmaydi.

Mezomasshtabli uyurmalar (mezouyurmalar) — bulutlar tuzilmasi bo'lib, diametri bir necha o'n kilometrdan yuz kilometr-gacha cho'zilgan va navbatma-navbat bir-biri bilan almashib turadigan bulutli hamda bulutsiz spirallardan iborat.



11.4-rasm. Mezostruktura turlari.

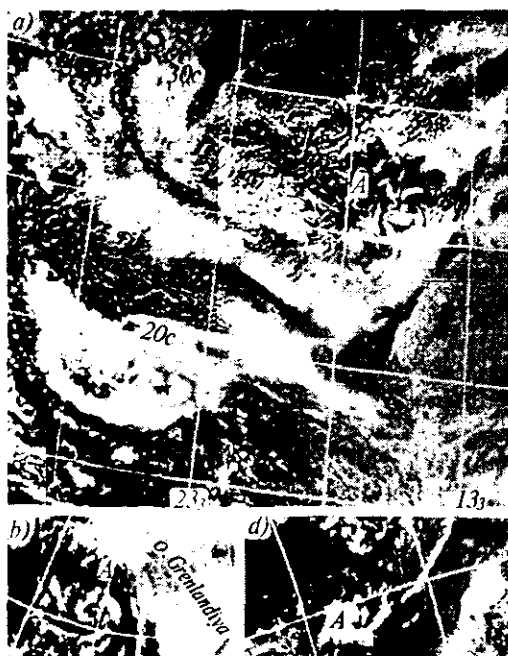
a, b) to'liqinli bulutlar (A — orografik bulutlar, B — inversiya osti bulutlari); d, e) anomal chiziqlar (A).

Orografik mezouyurmalar — orol tog' ortida (tog'ning shamolga teskari tomoni) qatlamli to'p-to'p va qatlamli bulutlar maydonida tashkil topadi. Orografik mezouyurmalar zanjiri minglab kilometr-gacha cho'zilishi mumkin (11.5- *a* rasm).

Orografik mezouyurmalar, shuningdek baland sohillar ustida (havo oqimi qirg'oq chizig'i bo'ylab parallel esgan hollarda) hosil bo'ladi (11.5- *b* rasm). Orografik mezouyurmalarining diametr o'lchamlari 10 dan 100 kilometr-gachani tashkil etadi.

Qatlamli to'p-to'p va qatlamli bulutlardan tarkib topgan orografik mezouyurmalar, qoidaga binoan infraqizil rasmlarda ko'rinmaydi.

Konvektiv mezouyurmalar — alohida ajralgan bulutlar bo'lib, navbatma-navbat bir-biri bilan almashib turadigan to'p-to'p hamda yomg'irli to'p-to'p bulut spirallari va bulutsiz maydonlardan tashkil topgan.



11.5-rasm. Mezouyurmali bulutlar.

a, b) orografik mezouyurma bulutlari (A), d) konvektiv mezouyurmalar (A).

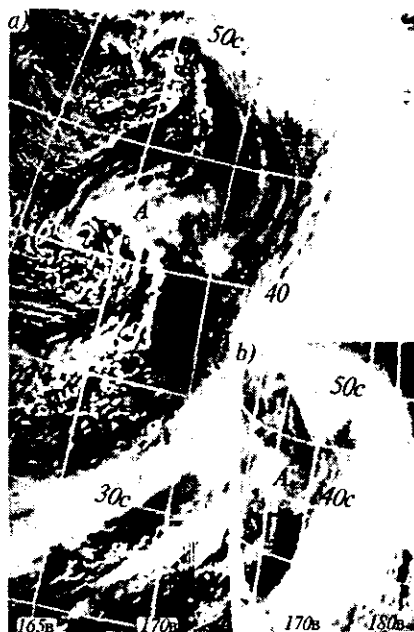
Bunday bulutlar tizimining diametri 50 dan 200 kilometr-gachani tashkil etadi (11.5- d rasm).

Ikkilamchi bulut uyurmaları — to‘p-to‘p va yomg‘irli to‘p-to‘p bulutlardan tashkil topgan, bir yoki bir necha spiral ko‘rinishga ega bo‘lgan bulutlar tuzilmasi. Bu bulutlarning qalinligi chekka qismidan bosh qismigacha ortib boradi.

Ikkilamchi bulut uyurmalarining gorizontaal o‘lchamlari 200 dan 500 kilometr-gachani tashkil etadi. Bunday uyurmalar ko‘p hollarda konveksiya yaxshi rivojlangan siklonning orqa qismida uchraydi.

Bu bulutlar tizimi spektrning ham ko‘rinadigan qismida, shuningdek ham infraqizil qismida yaxshi ajratiladi (11.6-rasm).

Ikkilamchi bulut uyurmaları, o‘zining boshlang‘ich rivojlaniş bosqichida yirik masshtabli bulutlar tizimidan alohida ajralgan bo‘ladi.



11.6-rasm. Ikkilamchi bulut uyurmaları (A).
a) televizion (TV) va b) infraqizil (IK) tasvirlar.

11.4. Makrostrukturali tasvir

Makrostrukturali tasvir deb, yuzlab elementlardan tashkil topgan, o'zining mezomasshtab va tekstura xarakteristikasiga ega bo'lgan rasmning katta qismidagi geometrik xususiyatiga aytiladi. Bu elementlarning o'lchami Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlaridagi apparaturalarning farqlay olish qobiliyatiga nisbatan chamasi ikki-uch marta katta.

Makromasshtabli bulutlar tuzilmasi quyidagilarga ajraladi:

- havo massalaridagi bulutlar,
- atmosfera frontlaridagi bulutlar tizimi,
- siklonlardagi bulutlar tizimi,
- antisiklonlardagi bulutlar,
- tez havo oqimlaridagi bulutlar,
- tropik siklonlardagi bulutlar,
- tropik konvergensiya zonasidagi (TKZ) bulutlar.

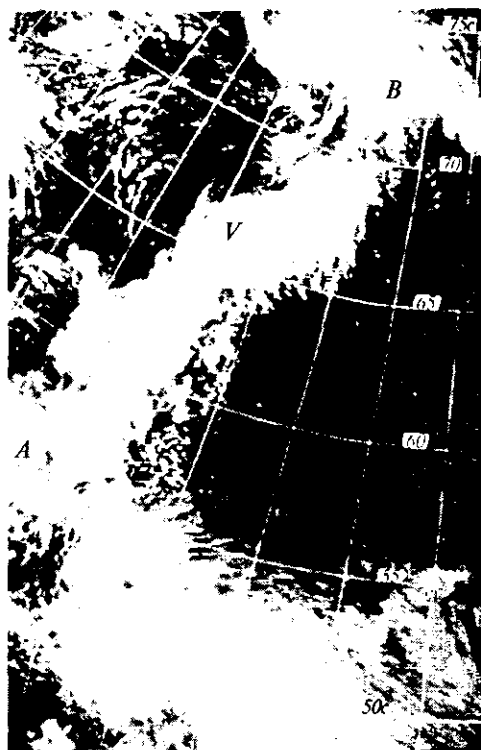
Bulutlik polosasi — bulutlar polosasining cho'zilganligi uning kengligiga nisbatan bir necha barobar uzun bo'ladi. Kengligi qoidaga binoan, 1000 km dan kamroq bo'ladi. Bunday bulutlarning tusi va tuzilishi, odatda, yaxlit bo'lmagan, ba'zida esa bir necha alohida, oralari ochiq bo'laklarga bo'lingan, nisbatan tor polosalardan tashkil topadi.

Siklonlarda frontal bulutlik polosalari havoning siklonik sirkulatsiyasi ta'siri ostida spiralsimon ko'rinishda egiladi. Antisiklonda esa bu bulutlar polosasi uning chekkalari bo'ylab cho'ziladi va atmosferaning Yerga yaqin qismida past bosim tomon biroz egiladi.

Sovuq frontning bulutlik polosalari turli yorqinlikka ega bo'lgan alohida yig'ilgan bulutlar to'plamidan iborat tor ochiq-oppoq polosalar ko'rinishida yoki yomg'irli to'p-to'p bulutlar belgisi aniq ifodalangan keng ochiq-oppoq yaxlit bulutlik polosalar ko'rinishida bo'lishi mumkin.

Sovuq frontning bulutlik polosalari ikki tomonda, ya'ni sovuq havo massasi va shuningdek iliq havo massasi tomonda ham aniq chegaraga ega.

Bulutlar polosasining qalinlashuvi, uning egriligi va yorqinligini o'zgarishi frontdagi to'liqlik g'alayonni vujudga kelishiga mos tushadi (11.7-rasm).



11.7-rasm. Sovuq front bulut tizimi (AVB). Televizion tasvir.

Iliq frontning bunday bulutlik polosalari sovuq front va okkluziya frontidan tashkil topgan asosiy bulutlik massividan biroz turtib chiqqan ko'rinishga ega bo'ladi. Siklonning chetlarida esa iliq frontning bulutlik polosalari ko'pincha alohida bo'laklarga ajraladi (11.8-rasm).

Iliq frontning bulutlik polosalari sovuq frontning bulutlik polosalaridan tasvirdagi shakli va tuzilishi bilan farq qiladi.

Iliq front bulutlik polosalarining iliq havo massasi (siklonning iliq sektor) tomonga qaragan chegaralari, taglik sirtga nisbatan o'zining yorqinligi bo'yicha ajralib turadi. Sovuq havo massasi tomondan esa bulutlik polosalarining yorqinligi asta-sekin kamayib boradi.



11.8-rasm. Iliq front bulut tizimi (AB). Televizion tasvir.

Iliq frontning bulutlik polosalari siklonning maksimal rivojlanish bosqichida (hali okkluziya jarayoni boshlanmasdan avval) katta ko'lamda cho'zilgan bo'ladi. Siklonning okkluziya holatida esa iliq front bulutlik polosalarining faqat siklon markaziga, ya'ni okkluziya nuqtasiga yaqinroq qismi qoladi.

Okkluziya frontning bulutlik polosalari siklon okklyuziya jarayonining boshlang'ich bosqichida, bulutlik massivining cho'zilganligi unchalik katta bo'lmagan ko'rinishga ega.

Okkluziya jarayoni maksimal rivojlanish bosqichiga yetgan siklonda, asosiy spiralsimon bulutlik polosalari, okkluziya fronti bilan bog'liq bo'ladi. Qator hollarda u siklonning markazi atrofida buralib, uni o'rab oladi (11.9-rasm).

Asosiy bulutlik tizimining ortida qoramtir spiralsimon bulutsiz ob-havo yaxshi ko'rinib turibdi, lekin u siklon markazigacha yetib bormagan. Infraqizil tasvirlarda siklondagi tor bulutlik polosalarini (tizma va chiziqlar), odatda, ajratib bo'lmaydi.

Frontal polosalar, odatda, ko'p qatlamli har xil turdagi bulutlar birikmasidan tashkil topadi.

Frontal zonadagi bulutlar turini farqlash ma'lum qiyinchiliklardan iborat va tasvirni o'ta sinchkovlik bilan tahlil etishni talab qiladi. Bunday holatlarda biror-bir bulutlar turiga mansub bo'lgan har qanday belgilar (hatto ajratilishi juda kuchsiz bo'lgan belgilar) ham inobatga olinadi.



**11.9-rasm. Okkluziya fronti (ABV) va sovuq frontdagi (VG) bulutlar tizimi.
a) televizion (TV) va b) infraqizil (IK) tasvirlar.**

Shuningdek, qaysi turdagi bulut kuzatilayotganligini aniqlash uchun, bulutlik polosa chegaralarining xususiyatlari ham hisobga olinadi. Masalan, patsimon bulutlar mavjudligini „sochilgan“ ochiq kul rang tus bo'yicha fikr yuritish mumkin.

Chegaralari „uzuq-yuluq“ (notekis) yorqinligi keskin o'zgarib turuvchan belgilar esa yomg'irli to'p-to'p bulutlar ekanligini tasvirlaydi.

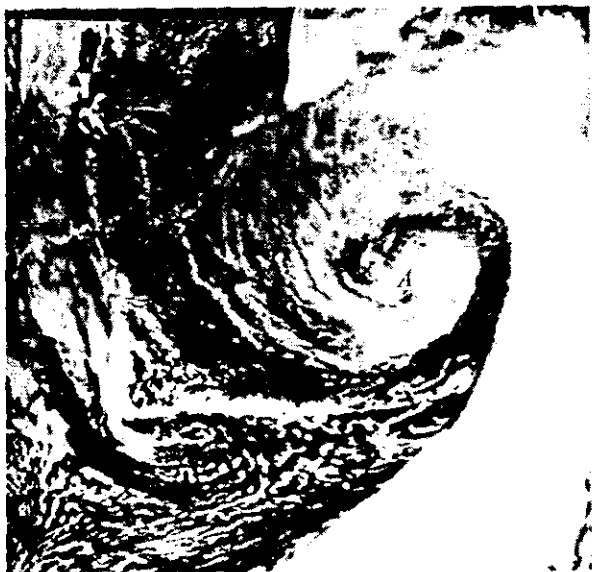
Televizion va infraqizil rasmlarni birgalikdagi tahlili frontlarning eng faol qismlarini hamda bulut turlarini aniqlashda yordam beradi. Masalan, infraqizil rasmdagi ochiq-oydin va oq tusdagi tasvirlar bulutlarning eng yuqori balandligiga va qalinligiga, ya'ni frontlarning eng faol qismlariga mos keladi. Frontlarning sustroq qismlari esa ochiq kul rang yoki kul rang tusdagi tasvirlar bilan ifodalanadi.

Spektrning televizion (ko'rinuvchan) diapazonida olingan rasmlarda barcha bulutlar polosasi bir xil tusdagi tasvirga ega bo'ladi. Bunday holatlarda bulutlar turini, eng yuqori balandlikdagi bulutlarning eng past balandlikda joylashgan bulutlarga tushgan soyasining xususiyatiga qarab aniqlash mumkin.

Bulutlar uyurmasi spiralsimon ko'rinishga ega bo'lib, yirik masshtabli massadan iborat. Spiralning fokusi bulut uyurmasining markazi hisoblanadi.

Siklonik bulutlar uyurmasida polosalarning markazga yaqinlashuvi shimoliy yarim sharda soat millariga teskari, janubiy yarim sharda esa soat millari bo'yicha yo'nalgan bo'ladi (11.10- rasm).

Notropik bulutlar uyurmasi, uning rivojlanish bosqichi, havo namligi, vertikal harakati, shuningdek qaysi rayonda shakllanganligi va uyurmaning siljishi kabi va boshqa sabablarga bog'liq bo'lgan tasvirdagi katta (xilma-xil) o'lchamlari va shakllari bilan ajralib turadi.



11.10-rasm. Shimoliy yarimsharda bir spiralli notropik bulut uyurmasi. Oqimlar yaqinlashuvi markaz (A) tomon soat millariga teskari yo'nalgan.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan tasvirlarda, rivojlangan va to'layotgan siklonlardagi bir nuqtaga yaqinlashuvchi, ko'plab spiralsimon bulutlik polosalariga ega bo'lgan bulutlar uyurmasi juda yaqqol ifodalangan bo'ladi.

Polosalarning kengligi va uzunligi, shuningdek ular orasidagi bulutsiz ochiq joylar turli xil bo'ladi. Ayrim paytlari bulutlar uyurmasi birgina keng bulut spiralini (odatda, suv yuzasi ustida) hosil qiladi.

Notropik bulutlar uyurmasi tizimi uchun turli xildagi bulutlarning birgalikdagi kuzatilishi xarakterlidir. To'layotgan siklondagi bulutlik tizimi bundan mustasno. Chunki siklonning bu bosqichida uyurma tarkibi faqat ensiz uzuq-yuluq bulutlar polosasidan hosil bo'lishi mumkin.

Tropik bulutlar uyurmasi (tayfun, uragan) rasmda keng oppoq dog' shaklida tasvirlanadi. U kalta spiralsimon bulutlik polosalaridan tashkil topgan „vergul“ ko'rinishda bo'ladi. Siklon faoliyati qancha jadal sur'atda bo'lsa, undagi bulutlik tizimi shuncha keng (lekin uning diametri 500—700 km dan katta emas) va spiralsimon tuzilmasi shunchalik yaxshi ifodalangan bo'ladi.

Dovul va tayfunlarda asosan yomg'irli to'p-to'p hamda patsimon bulutlar kuzatiladi. Ularning markazi atrofida eng zich va qalin bulutlardan hosil bo'lgan yaxlit massa mujassamlashadi. Tropik siklonlarning markazida ba'zan unchalik katta bo'lmagan qoramtir dog' ko'rinishida „tayfun ko'zi“ (diametri 20—30 km li yog'insiz, kuchsiz shamol va ochiq havoga ega bo'lgan maydon) hosil bo'ladi.

Ko'p hollarda tayfun ko'zi, hatto uyurmaning markaz qismidagi spiralsimon tuzilmasi tasvirda patsimon bulutlar qoplami bilan bekilib qoladi. Bunday hollarda tasvir bir jinsli oppoq tusda ifodalanadi.

Tropik konvergensiya zonasidagi (TKZ) bulutlar — faol rivojlanadigan to'p-to'p, qalin to'p-to'p va yomg'irli to'p-to'p bulutlar to'plami. U patsimon bulutlar bilan birgalikda katta miqdordagi polosalar ko'rinishda okeanning ekvatorga yaqin qismidagi suv sirti ustida joylashadi.

Bulut polosalari yaxlit yoki uzuq-yuluq bo'ladi. Ular bir necha kilometrga cho'zilishi mumkin. Bulutlik massivining chekkalarida chiziq va tizma ko'rinishidagi tarmoqlangan to'p-to'psimon bulutlar yoki yoyilgan patsimon bulutlarni kuzatish mumkin.

Bulut jadalligining konvergensiya zonasi bo'ylab o'zgarishi doimo kuzatiladi va uning asosiy xususiyati hisoblanadi. Quruqlik ustida tropik konvergensiya zona tizimi, odatda, yaxshi ifodalanmaydi va tarqoq yomg'irli to'p-to'p va qalin to'p-to'psimon bulutlardan tashkil topadi.

Tez havo oqimlaridagi bulutlar. U, odatda, tolasimon teksturali zich patsimon bulutlardan tashkil topadi. Bu baland bulutlar oqim bo'ylab cho'zilgan keng yaxlit massiv yoki uzun tor polosalar shaklida tez havo oqimlarining iliq tomonida tashkil topadi. Tez havo oqimlarining sovuq tomonida bulutlar kuzatilmaydi yoki pastroqda hosil bo'ladi.

Tez havo oqimlaridagi bulutlik polosalarni ajratadigan belgilardan biri, bu sovuq havo tomonida patsimon shakldagi bulutlarning keskin ifodalangan chegaraga ega bo'lishi hisoblanadi. V tomonida bulutlar kuzatilmaydi yoki pastroqda hosil bo'ladi (11.11- rasm).

Kuchli shamol kuzatilgan paytlarda patsimon bulutlar massivi mezomasshtabli ensiz kesimga ega bo'lib, uning chegarasi tez havo oqimlarining o'qi bo'ylab joylashadi.

Tez havo oqimlari joylashgan holatni bulutlar bo'yicha aniqlash mumkin, ayniqsa patsimon bulutlarning keskin ifodalangan chegarasi yoki uning pastki qatlamda joylashgan bulutlarga tushgan soyasiga qarab aniqlash mumkin. Spektrning televizion diapazonida ushbu soya kengligi 1—3 mm bo'lgan qoramtir polosadan tashkil topadi.

Yuqori qatlamdagi bulutlarning pastki qatlamda joylashgan bulutlarga soya tushish uchun sharoit bo'lmasa, u holda tez havo oqimlarining holatini bulutlarning tasvirdagi tusi va tuzilishiga qarab quyidagicha aniqlanadi: patsimon bulutlar (tez havo oqimlarining iliq tomonida) yorig'roq va ularning tolalari aniq yo'nalishga ega, pastki qatlam bulutlari esa (tez havo oqimlarining sovuq tomonida) xiraroq va ular xaotik joylashgan bo'ladi.



11.11-rasm. Tez havo oqimlari bilan bog'liq bo'lgan patsimon bulutlar chekkasi (AB). Televizion (TV) tasvir.

Spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda tez havo oqimlaridagi bulutlik eng yuqori qatlamda (eng sovuq bulutlar) joylashganligi sababli katta yorqinligi bilan ajratiladi.

Ko'pincha tropikdan mu'tadil kengliklargacha cho'zilgan frontlar bilan bog'liq bo'lmagan patsimon shakldagi keng bulutlar massivini kuzatish mumkin. Bu bulutlar massivi subtropik tez havo oqimlari bilan bog'liq. Ular asosiy bulutlik polosalari yo'nalishiga perpendikular oriyentirlangan ko'plab polosalardan tashkil topganligi bilan xususiyatlanadi. Patsimon bulutlar orqali tez havo oqimlarning cho'zilganlik holatini minglab kilometrgacha kuzatish mumkin.

Makromasshtab strukturasi xususiyatlari, u yoki bu bulutlik tizimlari kuzatiladigan umumiy sinoptikaviy holatni aniqlashga imkon yaratadi.

Xulosa qilib aytganda, deshifrovkaning asosiy maqsadlaridan biri, rasmda tasvirlangan tabiiy obyektlarni sifatiy, miqdoriy va to'g'ri baholash imkonini beradigan ko'p sonli turli xil eng qulay xususiyatlarini olishdan iborat.

Nazorat savollari

1. *Tasvirlarni deshifrovka qilish deb nimaga aytiladi?*
2. *Teksturali tasvir deb nimaga aytiladi?*
3. *Mezostukturali tasvir deb nimaga aytiladi?*
4. *Mekromasshtabli bulutlar tuzilmasiga qaysi obyektlar kiradi?*
5. *Tropik konvergensiya zonasi deb nimaga aytiladi?*

XII BOB. ASOSIY BULUTLAR TASVIRLARINI DESHIFROVKA QILISH

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan apparaturalarning farqlay olish qobiliyati bir kilometrdan bir necha kilometrni tashkil etishi munosabati bilan tasvirlardagi bulut qoplarning detallarini (stansiyadagi kuzatuvchi, odatda, bulutlar turini Yerdan turib ajrata oladi) topib bo'lmaydi. Shu sababli Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlaridan olinadigan tasvirlardagi bulutlarni turlarga ajratish birmuncha umumlashgan xususiyatga ega.

12.1. To'p-to'psimon bulutlar

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi to'p-to'psimon bulutlar tasviri asosan to'p-to'p, kuchli to'p-to'p, yuqori to'p-to'p va patsimon to'p-to'p bulutlardan tashkil topadi. Bulutlar miqdori turli bo'lishi mumkin, lekin u odatda, yaxlit holda kuzatilmaydi.

Spektrning televizion (ko'rinuvchan) diapazonida olingan rasmlarda bulutlar tasviri ochiq-kulrang yoki oq tusda, xilma-xil

bo'ladi. Bulut elementlari, uning turi va o'lchamlari bo'yicha turli-tuman bo'ladi.

Spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda esa yomg'irli to'p-to'p bulutlar tasviri deyarli ochiq-kulrang yoki kulrang tusda bo'lib, u faqat bulut o'lchamlari va bulutsiz maydon elementlari Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan apparaturalarning farqlay olish qobiliyati elementlaridan yuqori bo'lgan hollarda ko'rinishi mumkin.

Infraqizil diapazonida olingan rasmlarda to'p-to'p bulutlarning ochiq joylar bilan birgalikdagi to'dalari, apparaturalarning farqlay olish qobiliyati element o'lchamlariga mos tushsa, u holda tasvir siyrak, tusi bo'yicha bir xil bo'lmagan kulrang qatlam (ayniqsa suv havzasi ustida) ko'rinishda ifodalanadi.

To'p-to'psimon bulutlar rasm maydoni bo'yicha tartibsiz sochilgan yoki turli ko'rinishdagi chiziqlar, yacheykalar, tizmalardan tashkil topgan bo'ladi.

Konveksiyaning suv havzalari va quruqlik ustidagi rivojlanish sharoitlarining tafovuti aniq namoyon bo'ladi. Masalan, issiqlik holati sekin o'zgaradigan dengiz va okeanlardagi bir tekis hamda bir jinsli suv havzalari ustida, konvektiv bulutlar maydoni, odatda, bir turli va barqaror tarkibda bo'lib, katta joyni egallaydi. Quruqlikda esa buning teskarisi, ya'ni konvektiv bulutlar maydonining barqarorligi susayadi.

Quruqlik sirtidagi termik holatning keskin sur'atda o'zgarib turishi, atmosferada konvektiv harakatning rivojlanishiga sharoit yaratadi. Yer sirtida haroratning katta sutkalik tebranishi sababli, quruqlik ustida konvektiv bulutlar maydoni vaqt bo'yicha juda ham beqaror bo'ladi.

Taglik sirtning bir xilda emasligidan hosil bo'lgan mahalliy sirkulatsiya (brizlar, tog'-vodiy) tufayli rivojlangan konvektiv bulutlar, ushbu hududda chegaralanib qoladi. Spektrning televizion (ko'rinuvchan) diapazonida olingan rasmlarda tog' massivlari, tepaliklar, orollar, qirg'oqlar, daryolar, ko'llar va joyning boshqa landshaftga ega bo'lgan xususiyatlari konvektiv bulutlarning taqsimotiga ta'sir etadi.

To'p-to'psimon bulutlar va taglik sirt o'rtasidagi yorqinlik tafovuti katta chegarada o'zgarib turadi. Spektarning televizion diapazonida olingan rasmlarda bulutlik elementlarning o'lchamlari va jipsligi orta borgan sari, tafovut ham kattalashib boradi. Spektarning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda esa tafovutning o'zgarishi bulutlar balandligiga bog'liq bo'ladi.

12.2. Qatlamsimon bulutlar

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi qatlamsimon bulutlar tasviri asosan yomg'irli qatlam, qatlamli, yuqori qatlamli va zich qatlamli-patsimon bulutlardan tashkil topadi. Bundan tashqari, ba'zi bir mayda bulutlik elementlaridan tashkil topgan yuqori to'p-to'p va qatlamli to'p-to'p bulutlar, Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan apparaturalarning farqlay olish qobiliyatiga nisbatan kichikroq bo'lsa, u holda bu bulutlar (yuqori to'p-to'p va qatlamli to'p-to'p) ham xuddi qatlamsimon ko'rinishga ega bo'ladi.

Odatda, qatlamsimon bulutlar maydoni katta gorizontal o'lchamga ega. Spektarning televizion diapazonida olingan rasmlarda qatlamsimon bulutlar jilosiz teksturaga ega bo'ladi. Qatlamsimon bulutning quvvati va Quyosh balandligiga bog'liq holda, uning tasviri oq rangdan kulranggacha tusda bo'ladi.

Spektarning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda qatlamsimon bulutlarning tasvirdagi tusi oq rangdan qoramtir-kulranggacha o'zgaradi.

Yomg'irli qatlam bulutlarining paydo bo'lishi, odatda, frontal xususiyatga ega, shu sababli uning yuqori chegarasi katta balandlikda joylashadi va temperaturasi past bo'ladi. Yomg'irli qatlam bulutlari rasmlarda boshqa turdagi qatlamli bulutlarga nisbatan ravshanroq ifodalanadi va oq tusli tasvirga ega bo'ladi.

Yuqori qatlamli bulutlar tasviri ochiq-kulrang tusda ifodalanib, aniq chegaraga ega bo'lmaydi. Yuqori qatlamli bulutlar yupqa qatlamli-patsimon bulutlardan kam farqlanadi.

Past qatlamli bulutlarning tasviri, odatda, bir xil kulrang tusda ifodalanadi va bir jinsli tarkibga ega bo'ladi. Taglik sirt

bilan bulutlar o'rtasidagi issiqlik farqi unchalik katta bo'lmasa, bunday hollarda spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda qatlamsimon bulutlarni aniqlash qiyinlashadi. Ayniqsa, tungi paytlarda olingan rasmlardagi tasvirda qatlamsimon bulutlarni aniqlash yanada qiyinlashadi, bunga sabab taglik sirt bilan bulutlar o'rtasidagi harorat farqi kamayadi.

Tungi vaqtlarda yerga yaqin qatlamlarda havoning sovushidan hosil bo'ladigan kuchli inversiya kuzatiladigan hollarda, qatlamli bulutlarning yuqori chegarasidagi harorati atrof joylardagiga qaraganda anchagina yuqori bo'ladi. Shu sababli spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda qatlamli bulutlar tasviri bulutsiz ochiq maydonga nisbatan qoramtir ko'rinadi. Bunday bulutlarni qora qatlamli bulutlar deb atash qabul qilingan.

12.3. Qatlamli to'p-to'psimon bulutlar

Qatlamli to'p-to'psimon bulutlarga asosan yopiq yacheykalaridan tashkil topadi. Bu bulutlar inversiya qatlami ostida sovuq nam havo massasida shakllanadi va uning vertikal qalinligi unchalik katta bo'lmaydi. Bulutlik elementlari doirasimon shaklga ega bo'ladi. Ularning diametri 10 dan 100 kilometrgacha bo'lishi mumkin. Bulutsiz maydon oralig'ining o'lchamlari bulutlik elementlaridan bir necha marta kichik bo'ladi. Qatlamli to'p-to'psimon bulutlarning tarkibi kvazioltiburchakli yopiq yacheykalardan iborat bo'ladi. Qatlamli to'p-to'psimon bulutlar miqdori juda katta bo'lib, ayrim paytlari butun osmonni qoplaydi.

Katta miqdordagi rasmlar tahlili shuni ko'rsatadiki, bu turdagi bulutlar yer sharining barcha kengliklarida tarqalgan bo'lib, yilning hamma fasllari davomida ham suv havzalari ustida, va shuningdek, ham quruklik ustida kuzatilishi mumkin.

Spektrning televizion diapazonida olingan rasmlarda qatlamli to'p-to'psimon bulutlar tasviri, bulutlik elementlarning markazida oq rangda bo'lib, uning chetlarida ochiq-kulrang tusgacha o'zgaradi. Ko'p hollarda qatlamli to'p-to'psimon bulutlarning rasmdagi tashqi ko'rinishi shag'alni (mayda toshchalarni) eslatadi.



12.1-rasm. Qatlamli to'p-to'psimon bulutlar (A, B). a) televizion (TV) va b) infraqizil (IK) tasvirlar.

Spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda qatlamli to'p-to'psimon bulutlarning tasvirdagi tusi ochiq-kulrangdan qoramtir-kulranggacha o'zgaradi. Bulutlik elementlari orasidagi masofa juda kichik bo'lgan hollarda, rasmdagi bulutlar tasviri yaxlit kulrang ko'rinishga ega bo'ladi va ko'pincha taglik sirt bilan qo'shilib ketadi (12.1-rasm).

Agar qatlamli to'p-to'psimon bulutlar bir jinsli quruklik yoki suv havzasi ustida joylashgan bo'lsa, ya'ni ularning harorati bulutning yuqori chegarasidagi haroratdan kam farq qilsa, bunday hollarda qatlamli to'p-to'psimon bulutlarni aniqlash juda ham qiyin bo'ladi.

12.4. Patsimon bulutlar

Patsimon bulutlar ko'p hollarda boshqa turdagi bulutlar bilan birgalikda kuzatiladi. Bu hollarda bulutlik maydonining umumiy yorqinligi kuchayadi. Ba'zida patsimon bulutlarni yupqa yuqori qatlamli bulutlar deb qabul qilinishi mumkin.

Spektrning televizion diapazonida olingan rasmlarda ipsimon patli bulutlar tasviri ochiq-kulrangdan kulrang tushgacha o'zgaradi.

Ipsimon patli bulutlar kengligi 50 100 km va cho'zilganligi 1000 km dan uzunroq polosalarni tashkil etadi. Bu bulutlar orasidan relef xususiyatlari va to'p-to'psimon bulutlar yaxshi ko'rinadi.

Spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda patsimon bulutlarning tasvirdagi tusi kulrangdan oq ranggacha o'zgaradi. Tolasimon teksturali patli bulutlar ko'rinmaydi.

Spektrning televizion diapazonida olingan rasmlarda zich patsimon bulutlar tasviri ochiq-kulrangdan oq ranggacha tusda o'zgaradi. Eng katta yorqinlik patsimon bulutlarning markaziy qismida kuzatilib, uning chekkalari tomon sezilarli ravishda kamayib boradi.

Spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda esa zich patsimon bulutlar (past temperaturali va taglik sirt nurlanishini o'tkazmaydigan) tasviri oq yoki ochiq-oq rangli tusda bo'lib, uning yorqinligi bulutlar massivining markaziy qismidan uning chekkalari tomon kamayib boradi.

Zich patsimon bulutlar ko'pincha kengligi 150—200 km va bir necha ming kilometrga cho'zilgan polosalarni yoki bir-biriga parallel, tolasimon teksturali, alohida polosalar to'plamidan iborat bo'lgan keng massivlarni tashkil etadi. Bu bulutlar massividan uning ostidagi qalin bulutlarga tushgan soyasi televizion diapazonda olingan rasmlarda yaxshi ko'rinadi.

Sandonsimon patli bulutlar ko'p hollarda yomg'irli to'p-to'p bulutlarning bir qismi sanaladi. Sandonning shamol yo'nalishiga qarshi qismi, odatda, o'tkir, shamol yo'nalishi tomondagi qismi esa yemirilgan bo'ladi. Tasvir yorqinligi bulut massivining ustida maksimal bo'lib, uning shamol yo'nalishi tomondagi chekkalari tomon kamayib boradi. Sandon ko'pincha yomg'irli to'p-to'p bulutlardan bir necha yuz kilometr masofa uzoqlikda „shleyf“ ko'rinishda tarqaladi. Uning chekka qismlari esa yupqa xirali tolasimon teksturadan iborat bo'ladi. Spektrning infraqizil va televizion diapazonlarida olingan rasmlarda sandon tasviri bir xil tusda bo'lib, yomg'irli to'p-to'p bulutlar ustida yarqiroq-oq rangdan va undan uzoqlashgan sari ochiq-kulrang tusgacha o'zgaradi. Agar patsimon bulutlarning shleyfi kuchli va qisqa bo'lsa, u holda uni yomg'irli to'p-to'p bulutlarning asosiy massasidan ajratish qiyin bo'ladi.

12.5. Yomg'irli to'p-to'p bulutlar

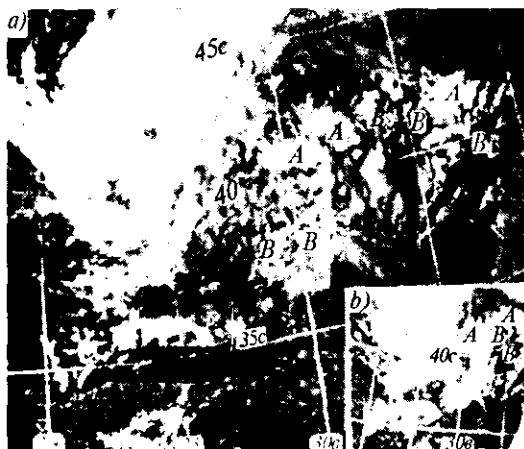
Yomg'irli to'p-to'p bulutlar o'zining o'lchamlariga ko'ra turlicha bo'ladi, ya'ni uning diametri 10—40 km dan 100 km gacha (yomg'irli to'p-to'p bulutlar birlashib ketgan hollarda) yetadi. Rasmlarda ular yarqiroq dog' ko'rinishda ifodalanib, juda mayda to'p-to'psimon bulutlar bilan birgalikda kuzatiladi. Yaxshi rivojlangan yomg'irli to'p-to'p bulutlar uchun patsimon bulutlarning bo'rtib chiqishi xarakterlidir.

Yomg'irli to'p-to'p bulutlar, odatda, xaotik ravishda tarqaladi, lekin ayrim paytlari polosalarni, tizmalarni hosil qiladi.

Ushbu bulutlarning miqdori birtalay, lekin tropik kengliklarda yaxlit katta massivdagi to'p-to'p bulutlar kuzatilish mumkin.

Yomg'irli to'p-to'p bulutlar rasmlardagi tasviri oq rangdan chegaralari yaxshi ifodalangan yarqiroq-oq ranggacha tusda bo'ladi. Sandonning kuzatilishi ular chegarasining keskinligini pasaytiradi, chetlarida esa tus ravshanligini kamaytiradi (12.2- rasm).

Yomg'irli to'p-to'p bulutlarning televizion diapazonda olingan rasmlardagi farqlanish belgilaridan biri, bu ularning tushgan soyasi hisoblanadi.



12.2-rasm. To'p-to'p bulutlarning (AB) televizion (a) va infraqizil (b) tasvirlari.

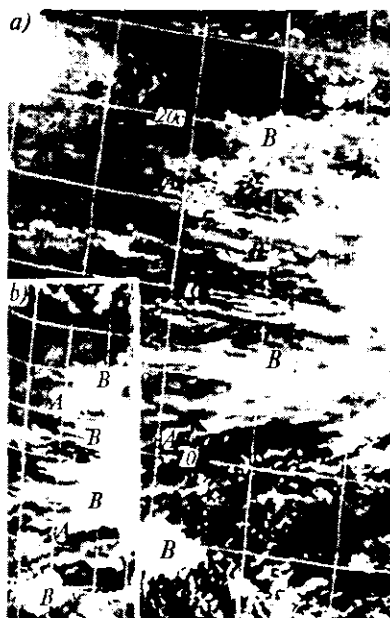
A — yomg'irli to'p-to'p bulutlar, B — kuchli to'p-to'p bulutlar,
D — mayda to'p-to'p bulutlar.

12.6. Aralash turdagi bulutlar

Bir-biriga nisbatan unchalik katta bo'lmagan masofada bir necha bulutlar turi (bulutlar assotsiatsiyasi) birgalikda kuzatilgan holda, tahlil vaqtida alohida bulutlarni ajratib olish ko'pincha qiyin bo'ladi. Shu sababli bir necha bulutlar turining birgalikdagi keng bulutlik maydoni ajratiladi.

Real sharoitda izolatsiyalangan yomg'irli to'p-to'p bulutlar maydoni deyarli uchramaydi. Bu bulutlarning yarqiroq katta dog'lar orasida, odatda, turli o'lchamdagi kam yarqiroqli to'p-to'psimon bulutlar joylashadi, shamol yo'nalishi tomonida esa ko'pincha xira ko'rinishdagi katta masofaga tarqaladigan patsimon bulutlar shleyfi hosil bo'ladi. Bu birikmalar televizion diapazonda olingan rasmlarda aniq ifodalanadi.

Spektrning infraqizil diapazonda olingan rasmlarda, odatda, faqat yomg'irli to'p-to'p va patsimon bulutlar ko'rinadi.



12.3-rasm. To'p-to'p (A), yomg'irli to'p-to'p (B) va patsimon (D) bulutlar birikmasining televizion (a) va infraqizil (b) tasvirlari.

To'p-to'psimon va patsimon bulutlar birikmasida, to'p-to'psimon bulutlar yorug'lik o'tkazadigan yupqa patsimon bulutlar polosasining ostida joylashadi.

Spektrning televizion diapazonida olingan rasmlarda ular ochiq donador teksturali patsimon bulutlar qatlami orqali ko'rinadi. Infraqizil diapazonda olingan rasmlarda esa, bu bulut turlarining birikmasi tasvirdagi tusning yorqinligini ortishiga qarab kuzatiladi (12.3- rasm).

To'p-to'psimon bulutlarning qatlamsimon bulutlar bilan birikmasi katta maydonni egallashi mumkin. Bu hollarda rasmda to'p-to'psimon bulut dog'lari undan yirikroq bo'lgan amorf qatlamsimon bulutlar massivi bilan birin-ketin almashib turadi. Ularni pastki qatlamda joylashgan bulutlarga tushgan soyasi bo'yicha ajratish mumkin.

To'p-to'p va qatlamli to'p-to'p bulutlar birikmasi juda keng tarqalgan bo'ladi. Bu hollarda televizion diapazonda olingan rasmlarda bir-biriga nisbatan unchalik katta bo'lmagan masofada to'p-to'p bulutlarga mos bo'lgan kichik yorqin dog'lar va qatlamli to'p-to'p bulutlar massiviga mos bo'lgan katta doiradagi dog'lar qismi joylashadi. Bulutlarning bunday birikmasi katta maydonni egallashi mumkin.

Spektrning televizion diapazonida olingan rasmlarda qatlamli va qatlamli to'p-to'p bulutlar birikmasi yetarli darajada ko'p uchraydi. Infraqizil diapazonda olingan rasmlarda esa, bu bulut turlarining birikmasini, faqat bulutlik elementlari orasida katta ochiq maydonlari kuzatilgan hollarda aniqlash mumkin.

Spektrning infraqizil va televizion diapazonlarida olingan rasmlarda qatlamli bulutlar hamda tumanni har doim ham bir-biridan ajratish imkoni bo'lmaydi.

12.7. Bulutlar miqdori

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlarida o'rnatilgan va spektrning televizion diapazonida ishlaydigan apparaturalarning farqlay olish qobiliyati, bulutlar miqdorini yetarlicha ishonchlilik bilan aniqlash imkonini beradi.

Juda mayda to'p-to'p bulutlarning o'lchami, odatda, apparaturalarning farqlay olish qobiliyatidan kichik bo'ladi va shu sababli ularning miqdorini aniqlash imkoniyati yo'q.

Spektrning infraqizil diapazonda olingan rasmlarda, odatda, bulutlar to'plami va ular orasidagi ochiq maydonlarni kuzatish mumkin. Bunda tasvir yorqinligi nurlanayotgan sirtning (bulutlar va yer sirti) o'rtacha haroratiga mos ravishda o'zgaradi. Bulutning o'rtacha miqdorini faqat maydoni bo'yicha yetarli darajada katta bo'lgan hududlar uchun aniqlash mumkin.

Bulutning o'rtacha miqdorini, bulut xususiyatlari (yorqinligi va tarkibi) kam o'zgaradigan shartli rayon chegarasida aniqlanadi.

Bulutning miqdori, bulut egallagan maydonni shartli ravishda tanlangan butun maydonga nisbati kabi topiladi. Miqdoriy xususiyatlarini baholash uchun quyidagi gradatsiyalar qabul etilgan:

havo ochiq — bulut umuman yo'q yoki tanlangan hududning 20 % dan kamrog'i bulut bilan qoplangan;

kam bulutlik — tanlangan hududning 20 dan 50 % gacha qismi bulut bilan qoplangan;

ko'p bulutlik — tanlangan hududning 50 dan 80 % gacha qismi bulut bilan qoplangan;

orasidan yorug'lik ko'rinadigan yaxlit bulutlik — tanlangan hududning 80 % dan ko'prog'i bulut bilan qoplangan, lekin ular orasidan yorug'lik ko'rinadi;

yaxlit bulutlik — tanlangan hududning barcha maydoni bulut bilan qoplangan.

Nazorat savollari

- 1. To'p-to'psimon bulutlar tasvirda qanday ajratiladi?*
- 2. Qatlamsimon bulutlar tasvirda qanday ajratiladi?*
- 3. Qatlamli to'p-to'psimon bulutlar tasvirda qanday ajratiladi?*
- 4. Patsimon bulutlar tasvirda qanday ajratiladi?*
- 5. Yomg'irli to'p-to'p bulutlar tasvirda qanday ajratiladi?*
- 6. Aralash turdagi bulutlar tasvirda qanday ajratiladi?*
- 7. Bulutlar miqdori qanday aniqlanadi?*

XIII BOB. YER METEOROLOGIK SUN'IIY YO'LDOSHLARI VA RADIOLOKATSION AXBOROTLARDAN KOMPLEKS FOYDALANISH TAMOYILLARI

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi bulutlik tasvirlarini to'g'ri deshifrovka qilish, siklon va antisiklonlarni, ular bilan bog'liq bo'lgan atmosfera frontlarini hamda uyurma markazlarini topish, barik tuzilmalarning rivojlanish bosqichlari va havo massalarini asosiy xususiyatlarini aniqlash imkonini yaratadi.

Meteorologik radiolokatorlar yordamida bajarilgan kuzatuvlar turli xil bulutlarning o'lchamlari va qayerda joylashganligi, ular bilan bog'liq bo'lgan ob-havo hodisalarini (jala, momaqaldiraq, do'l); yog'in radioexosi bilan band bo'lgan maydon; barcha bulutlardagi radioexoning yuqori chegarasini; yuqori va o'rta yarusli bulutlardagi radioexoning pastki chegarasini; to'p-to'p yomg'irli bulutlardagi radioexo zonasining tezligi va yo'nalishini, shuningdek burkama xarakterga ega bo'lgan yog'inlar radioexo zonasini; bulutlar tizimidagi radiolokatsiya xususiyatlarini o'zgarib borish tendensiyasini; to'p-to'p yomg'irli bulutlardagi radioexo evolutsiyasini xususiyatlaydi.

Demak, Yerning meteorologik sun'iy yo'ldoshlari va meteorologik radiolokatorlardan olingan axborotlardan kompleks foydalanish, ob-havo sharoitini to'g'ri tahlil etish uchun imkon yaratadi.

13.1. Yaqin zonadagi bulutlarning radiolokatsion axborot tahlili

Shtormogohlantirish tarmog'i gidrometeorologiya xizmatlarining prognoz tuzuvchi bo'limlarini bulutlik, yog'in va u bilan bog'liq ob-havoning xavfli hodisalari haqidagi axborotlar bilan ta'minlashga mo'ljallangan.

Xavfli hodisalar haqidagi tezkor axborotlarga asosiy iste'molchi bo'lib aviatsiya hisoblanadi. Shu sababli meteorologik radiolokatorlar asosan aeroportlarda, shuningdek gidrometeorologiya xizmati yoki

gidrometeorologik rasadxonalar faoliyat ko'rsatayotgan yirik shaharlarda ham o'rnatiladi. Keyingi yillarda radiolokatsion axborotlarning sifati, hajmi va tezkorligiga ehtiyoj sezgan boshqa — qishloq xo'jalik tashkilotlari, transport, elektrotizim va shu kabi iste'molchilar tomonidan ham bo'lgan talab ortmoqda. Bugungi kunda *shtormogohlantirish radiolokatsiya meteorologik tarmog'i* asosan MRL-1 va MRL-2 radiolokatorlar bilan jihozlangan bo'lib, ular asta-sekin MRL-5 radiolokatorlariga almashtirilmoqda.

Meteorologik radiolokatorlar do'ldan himoyalaniish va undan keladigan zararni kamaytirish maqsadida bulutlarga faol ta'sir etish texnologiyasining muhim tarkibiy qismi sanaladi. Mamlakatimizning ko'proq do'l kuzatiladigan hududlarida, do'ldan himoyalaniish ishlarini ta'minlash uchun radiolokatsiya meteorologik tarmog'i tashkil etilgan.

Bu tarmog' asosan MRL-5 radiolokatorlari bilan jihozlangan bo'lib, ulardan do'lli va do'l xavfi bor bulutlarni aniqlash, ta'sir etilishi kerak bo'lgan bulut zonalarni ajratish uchun foydalaniladi. Radiolokatsiya kuzatuvlari yordamida olingan do'lli jarayonlar haqidagi axborotlar, meteorologik holat va do'l xavfiga ega bo'lgan bulut tizimini baholash, do'lli jarayonlar turini, uning siljish tezligi va yo'nalishini, rivojlanish tendensiyasini aniqlash, ta'sir etish obyektni tanlash va ta'sir etish strategiyasini ishlab chiqish maqsadida tahlil etiladi.

Radiolokatsiya kuzatuvlarining asosiy maqsadi, uning yordamida o'lchanishi talab etilgan meteooobyektlar radiolokatsiya xususiyatlarini meteorologik talqin etish hisoblanadi. Radiolokatsiya o'lchash ma'lumotlarini meteorologik tahlili, bulut va yog'inlar fizik holati va parametrlarining xususiyatlari bilan ularning barqaror fizika-statistik bog'lanish mavjudligiga asoslangan.

Momaqalldiroq va jala radioexolari yaxshi ifodalangan, ayrim o'choqlarining gorizonta'l o'lchamlari bir necha kilometrgacha yetadigan strukturaga ega. Bunda momaqalldiroqdagi radioexo katta vertika'l quvvatga va katta qaytaruvchanlikka ega bo'ladi. Shu sababli ular doirali obzor va „uzoqlik — balandlik“ indika'torlarida aniq ajralib turadi. Shivalama yog'inli qatlamdor bulutlardan qaytgan radiexo asosan bir xil bo'lib, katta maydonni egallaydi, lekin bu

bulutlarning qaytaruvchanligi, jala va momaqaldiriqdagiga nisbatan ancha kam.

Hozirgi vaqtda bulutlik bilan bog'liq bo'lgan xavfli atmosfera hodisalari haqidagi axborotlarni o'z vaqtida shtormogohlantirish tezkor vositalaridan biri meteorologik radiolokator hisoblanadi.

Standart radiolokatsiya kuzatuvlari barcha meteorologik radiolokatorlarda bir xil vaqtlarda, har 3 soatda 300 km li radiusda olib boriladi. Bu kuzatish vaqtlari yer yaqini meteorologik kuzatuvlar vaqtiga mos tushadi. Xavfli hodisalar mavjudligida har soatlik maxsus kuzatuv shtormogohlantirish rejimi kiritiladi. Shtormogohlantirish rejimida 180 km gacha radiusdagi radiolokatsiya axborotlari olinadi. Aeroportlarda joylashgan meteorologik radiolokatorlarda, yaqinlashib kelayotgan xavfli hodisalarning alohida o'choqlarini kuzatish, albatta har soatlik kuzatuv vaqtlari orasida ham 100 km lik radiusda bajarilishi shart. Bunday hollarda xavfli zonalarini siljishini amalda to'xtovsiz kuzatilib boriladi.

Radiolokatsiyaning asosiy tamoyili, bu yuborilgan radioto'lqinni meteoobyektga urilgandan keyin qaytgan qismini qabul qilishdan iborat. O'z -o'zidan ko'rinib turibdigi yutilish natijasida yuborilgan energiyaning faqat oz qismini qabul qilish mumkin.

Radioto'lqinlarning yo'nalishi vaqtida ular har xil obyektlarga duch keladi (chang, suv, muz zarrachasi va h.). Ular bilan to'qnashgandan keyin to'lqinlar jismning sinish ko'rsatkichi tufayli har tomonga tarqaladi. Demak, shu jarayon paytida radioto'lqinlar energiyaning yo'qotadi. Ushbu holat radiolokatsiyaning ishlatishga o'zining ta'sirini o'zkaadi.

Yuborilayotgan radioto'lqinlar energiyasining qaytib kelgan energiya bilan bog'laydigan radiolokatsiya tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$P_{\sigma} = \frac{P_t A_p^2 \sigma_i}{9\pi \lambda^2 r^4}, \quad (13.1)$$

bunda P_{σ} — to'lqinlarning qabul qilingan energiyasining qo'vvati, σ_i — meteoobyektlarning orqaga tarqalish kesimining maydoni, r — obyektgacha bo'lgan masofa, P_t — to'lqinlarning yuborish energiyasining quvvati, A_p — apertura (antenna kesimining maydoni).

Radiolokasiya tenglamasidan (13.1) ko'rinib turibdiki, yaqin masofada joylashgan meteobyektlardan qaytib kelgan radioexo quvvati eng yuqori bo'ladi. Shuning uchun bu zonada obyektlarni tahlil qilish bir muncha osonroq. Bulutlar yaqin zonada yaxshi ko'rinadi va ularning geometrik hamda ichki parametrlarini aniqlash oson. Undan tashqari, bulutning geometrik parametrlarini o'zgaruvchanligini ham aniqlash qulay. Tahlil qilish albatta bulutning shakliga ham bog'liq (konvektivmi yoki qatlamsimonmi). Konvektiv bulutlarning tahlil qilish osonroq. Chunki ular radiolokator ekranlarida farqlanib turadi. Qatlamsimon bulutlar ekranlarda o'ziga xos ko'rinishga ega. Gorizontal kesim ekranida ular doira ko'rinishga ega. Vertikal kesim ekranida ayrim balandlikda joylashgan qatlamsimon radioexo ko'rinishga ega bo'ladi. Asosan bu narsa bulutlarning tezligini aniqlashda xalaqit qiladi. Qatlamsimon bulutlarning tezligini aniqlash biroz qiyinroq kechadi.

Yaqin zonadagi atmosfera obzori vertikal kesimlar yordamida olib borilib, 20/40 km masshtabli „uzoqlik — balandlik“ indikatorlarida o'lchov va kuzatuv uchun foydalaniladi.

Yuqorida aytilgan bulutlarning radioexosini asosan vertikal kesim ko'rsatadigan ekranda farqlash mumkin. Pastki, o'rta va yuqori yarusli bulutlar ushbu ekranda bir xil, ya'ni qatlamsimon radioexo ko'rinishga ega bo'ladi. Ularni joylashgan balandligiga qarab klassifikatsiya qilish mumkin. Konvektiv bulutlarning radioexosi birinchidan jadalroq bo'ladi. Ikkinchidan ular to'p-to'p joylashgan bo'ladi. Shuning uchun konvektiv bulutlarning radioexosini vaqt bo'yicha o'zgarishini osonroq kuzatish mumkin va tezlikni ham aniqlash qulayroq.

O'rta mavsumlarda bir vaqtda turli xil bulutlarning birlashgan shakllari kuzatiladi. Bu holatni aniqlash uchun ikkala ekrandan foydalanish kerak (vertikal va gorizontal kesim qilish ekranlari). Bu holatlarda bulutlar shaklini aniqlash asosan vertikal kesim qiluvchi ekranda qulay. Chunki vertikal kesim qiluvchi ekran ko'rinishida qatlamsimon va konvektiv bulutlarning radioexolari katta farq bilan ajralib turadi.

Uzoq zonada atmosfera doirali obzordan antenna ko'tarilishiga mos ravishda har xil burchaklar ostida birin-ketin ko'riladi. Bunda

doirali obzor indikator ustiga qo'yiladigan maxsus andazadan (shablon) foydalaniladi. Kuzatuv jarayonida radioexo balandlik maydoni va uning sifatiy gorizontal taqsimlanishi, radioexo turi, berilgan sathlardagi (Z_1 , Z_2 va Z_3) qaytaruvchanlikning taqsimlanishi va boshqa parametrlari aniqlanadi.

Radiolokatsiya ma'lumotlarini izohlashda bulutlik tizimi va xavfli hodisalarning siljish tezligi va yo'nalishi, shuningdek bulutlik tizimininig xususiyati aniqlanadi.

Bulut va yog'inlarni radiolokatsiya kuzatuvlarining barcha jarayonlari va uning meteorologik izohlashni ikki asosiy bosqichga ajratish mumkin:

- meteorologik holatni umumiy baholash va bulutlik tizimininig turini aniqlash;
- to'p-to'p yomg'irli bulutlar bilan bog'liq bo'lgan xavfli hodisalarning oldini olish.

13.2. Bulutlik turini aniqlash

Meteorologik nishondan qaytgan radioexolar asosan bulut tarkibidagi eng yirik zarrachalar bilan aniqlanadi. Radiolokator amalda bulutlik tizimininig 1 m³ hajmida o'lchami 0,1 mm dan kichik bo'lmagan va uning miqdori bittadan ko'p bo'lgan zarrachalardan iborat faqat shunday zonasini „ko'radi“. Shu sababli bulutlikning radiolokatsiya tasviri, vizual kuzatuv bo'yicha tuzilgan tasvirdan sezilarli darajada farqlanadi. Tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatadiki, amalda barcha bulutlarda o'lchami 0,1 mm dan katta bo'lgan „o'tayirik“ zarrachalar mavjud bo'ladi. Aynan shu tufayli bulutlik haqidagi axborotlarni olish uchun meteorologik radiolokatorlardan foydalanish mumkin.

Ayrim holatlarda bulutlar radioexosi har xil tizimlar ko'rinish oladi. Do'lli konvektiv bulutlarning o'ziga xos ko'rinishi bor. Vertikal kesim qiluvchi ekranda ularning ko'rinishi „qo'ziqorin“ga o'xshab ketadi. Bir xilda bulutlar radioexosi bir chiziq bo'ylab joylashgan bo'ladi. Bu holat sovuq frontli hosil bo'lgan bulutlarga tegishli. Ushbu bulutlar bilan har xil xavfli hodisalar bog'liq bo'ladi. Qattiq shamol yoki jala, do'lli hodisalar, momaqaldiraq.

Meteorologik radiolokator indikatorlarida kuzatiladigan har xil bulutlarning radioexo tasvirlarining qisqacha xususiyatlarini keltiramiz.

1. Qatlamli bulutlar (St) — ingichka yaxlit tasma ko‘rinishda bo‘ladi. Radioexoning vertikal quvvati 0,2—0,8 km ni tashkil etadi. Bu bulutlardan shivalama yog‘inlar yog‘ayotganda radioexo yer sirtigacha cho‘ziladi.

2. Qatlamli to‘p-to‘p bulutlar (Sc) — yacheykasimon tuzilishli ingichka yaxlit tasma ko‘rinishda bo‘ladi.

3. Yomg‘irli qatlam bulutlar (Nc) — burkama yog‘inlari (yomg‘ir, qor), bulutlarning yuqori chegarasidan yer sirtigacha cho‘zilgan zona ko‘rinishda bo‘ladi. Radioexo vertikal tuzilishining asosiy xususiyatlaridan biri, bu yilning iliq davrida nol izoterma balandligida juda yuqori qaytaruvchanlikka ega bo‘lgan qatlamning mavjudligidadir.

4. Yuqori qatlam bulutlar (As) — yaxlit tasma, yuqori to‘p-to‘p bulutlar (Ac) — yacheykasimon tuzilishli tasma ko‘rinishda bo‘ladi.

5. Patsimon turdagi bulutlar (Ci, Cc, Cs) — qalinligi yuzlab metr dan bir necha kilometrgacha cho‘zilgan zona ko‘rinishda bo‘ladi.

6. Vertikal rivojlangan bulutlar (Cb va Cu cong.) — deyarli vertikal zona ko‘rinishda bo‘ladi.

Radiolokatsiya shtormogohlantirish tarmog‘ida, amaliyotda qo‘llash uchun umumiy qabul qilingan bulutlar genetika-morfologik klassifikatsiyasidan birmuncha farqlanadigan, lekin bulutlik tizimi turlarini yetarlicha yaxshi yoritadigan, radiolokatsiya kuzatuv usulining o‘ziga xos xususiyatlarini inobatga oladigan klassifikatsiya qabul etilgan.

Bulutlarning radiolokatsiya xususiyatlarini tahlil etishda yaqin zona (40 km gacha) va uzoq zonaga (30—300 km) ajratiladi.

Yaqin zonada bulutlardagi radioexoning sifatli tasviri aniqlanadi va yer sirtidan 1000 m balandlikdagi sathda (lgZ_1), nol izotermali sathda (lgZ_2), shuningdek $0^{\circ}C$ (lgZ_3) izotermadan 2,0—2,5 km yuqoridagi sathda qaytaruvchanlik qiymati o‘lchanadi. Yaqin zonada bulutlarning 5 xil turdagi radioexoga ajratiladi:

- 1) yuqori qatlamdagi qatlamsimon;
- 2) o'rta qatlamdagi qatlamsimon;
- 3) pastki qatlamdagi qatlamsimon;
- 4) katta vertikal ko'lamli qatlamsimon;
- 5) to'p-to'psimon (vertikal rivojlangan).

Uzoq zonada ham bulutlardagi radioexoning tasviri aniqlanadi, meteorologik radiolokatorlar obzor radiusida radioexoning yuqori chegarasining taqsimlanishi va yer sirtidan 1000 m balandlikdagi sathda ($\lg Z_1$), nol izotermali sathda ($\lg Z_2$), shuningdek 0°C ($\lg Z_3$) izotermadan 2,0—2,5 km yuqoridagi sathda qaytaruvchanlik qiymati o'lchanadi. Uzoq zonada bulutlarning 3 xil turdagi radioexoga ajratiladi:

1) qatlamsimon bulutlar atmosferada tarqalishi bo'yicha yaxlit yoki yaxlitmas, yerdan ko'tarilgan yoki yog'in payti yer sirtigacha yetadigan bo'lishi mumkin;

2) to'p-to'psimon yoki konvektiv bulutlar yaxlit zona, yaxlitmas zona yoki alohida o'choq shaklida kuzatilishi mumkin;

3) to'p-to'psimon va qatlamsimon bulutlar kuzatilib, oldingi ikki turdagi radioexo belgilarini takrorlaydi.

Bulutlar tizimining keltirilgan klassifikatsiya bo'yicha farqlash ishonchligi 80—90% ni tashkil etadi.

13.3. Uzoq zonadagi bulutlarning radiolokatsion axborot tahlili

Uzoq zonada joylashgan bulutlarni tahlil etish bir necha qiyinchiliklarga bog'liq. Birinchidan uzoq zonada joylashgan bulut va radiolokator o'rtasida boshqa bulutlar bo'lishi mumkin emas, chunki yaqinda joylashgan bulut uzoqdan kelgan radioexoning quvvatini pastroq qilib ko'rsatadi. Ko'pincha uzoq zonada joylashgan bulutlar radioexosini ularning tezligini aniqlash maqsadida foydalaniladi. Undan tashqari uzoqda joylashgan bulutning ichki tizimini aniqlash biroz qiyinroq.

Radioexolar turlarini klassifikatsiya qilish vertikal va gorizontal kesim qiluvchi ekranlar yordamida qilinadi. Radioexoni qaysi balandlikda joylashganini, uning quvvatini, geometrik va ichki

tuzimiga qarab klassifikatsiya qilinadi. Ushbu klassifikatsiya bulutlarning morfologik klassifikatsiyasiga o'xshab ketadi. Lekin radioexo ko'rinish bo'yicha klassifikatsiya qilish to'g'riroq. Sababi biz bulutlarning ichki tuzilishini inobatga olamiz.

Konvektiv bulutlarning joyini aniqlash va ular bilan bog'liq bo'lgan hodisalarni baholash amallarini gorizontol kesim qiluvchi ekran orqali bajarish mumkin. Birinchidan bulutlargacha bo'lgan masofani aniqlash kerak. Ikkinchi vazifa ularning tezligini aniqlash. Uchinchi vazifa radioexoning quvvatini baholash. To'rtinchi vazifa radioexoning o'zgarishini baholash (radioexo kuchayadimi yoki pasayadimi). Ushbu vazifalar bajarilgandan keyin — biz bir xulosaga kelishimiz mumkin. Radioexo qancha kuchli bo'lsa, shu konvektiv bulutdan shuncha xafli hodisa kutsa bo'ladi.

Atmosfera obyektlarining harakat tezligini va rivojlanish tendensiyasini aniqlash uchun bulutlarning radioexosini uzoq muddat kuzatish kerak. Bulutning o'ziga xos bo'lgan radioexo ko'rinishining gorizontol kesim qiluvchi ekranida ikki vaqt daqiqada aniqlanadi. Bulut o'tgan masofani vaqtga bo'linsa, bulutning tezligi aniqlanadi.

Rivojlanish tendensiyasi ko'pincha vertikal kesim qiluvchi ekran yordamida aniqlanadi. Tendensiyani aniqlash uchun geometrik (bulutning yuqori va pastki chegarasining balandligi) parametrlarining o'zgaruvchanligini baholash kerak.

13.4. To'p-to'p yomg'irli bulutlar bilan bog'liq bo'lgan xavfli hodisalarning oldini olish

To'p-to'p yomg'irli bulutlar bilan bog'liq bo'lgan xavfli hodisalarning oldini olish, radiolokatsiya kuzatuv tarmog'ining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Bunday hodisalarga jala yog'in, momaqaldiroq, do'l va qasirg'a shamollar kiradi.

Shtormogohlantirish tarmog'ida kuzatuvlar olib borish haqidagi Qo'llanmaga mos ravishda, bulutlar tizimiga bog'liq bo'lgan yomg'ir va hodisalarni radiolokatsiya klassifikatsiyasi qabul qilingan va u faqat uch guruhdan iborat:

1) do'l xavfi bor yomg'irli to'p-to'p bulutlar va do'lli momaqaldirimli bulutlar;

2) do'l xavfi bor yomg'irli to'p-to'p bulutlar va momaqaldirimli jala yomg'irlar;

3) momaqaldirimsiz yomg'irli to'p-to'p bulutlar va momaqaldirimsiz jala yomg'irlar.

Yomg'irli to'p-to'p bulutlar bilan bog'liq xavfli hodisalarni radiolokatsiya xususiyatlari bo'yicha farqlash, bu hodisalarni Cb bulutlaridagi radioexo tuzilishi bilan xavfli hodisalar o'rtasida empirik o'rnatilgan statistik bog'lanishdan foydalanishga asoslangan.

Kuzatuvlar natijasi shuni ko'rsatadiki, Cb bulutlaridagi xavflilik darajasi ortib borgan sari, bulutning o'ta sovugan qismidagi (Z_3) radiolokatsiya qaytaruvchanligi ham ko'payib boradi va radioexoning maksimal balandligi ($H_{\max}$) ko'tariladi. Bundan tashqari, bulutning maksimal qaytaruvchanlik zona balandligining ($Z_{\max}$) ham ortib borish moyilligi tez-tez kuzatiladi yoki nol izotermali sath (Z_2) bilan nol izotermadan 2,0—2,5 km yuqoridagi sathlar (Z_3) orasidagi qaytaruvchanlik farqi kamayadi.

Katta ko'ndalang kesimga va yuqori radiolokatsiya qaytaruvchanlikka ega bo'lgan bulutlar, birmuncha jadal hamda yirik masshtabli xavfli hodisalar kuzatiladi.

Shtormogohlantirish tizimida radioexoning maksimal balandligini ($H_{\max}$, km) nol izotermadan 2,0—2,5 km yuqoridagi sath $\lg Z$, qiymatiga ko'paytmasi Y indeksidan foydalaniladi:

$$Y = H_{\max} \lg Z_{r,3}. \quad (13.2)$$

Ko'p yillik meteorologik kuzatuvlar ma'lumotiga ko'ra, turli fizika-geografik hududlarda $Y \geq 25$ kattalik, ikkinchi guruh hodisalarni (do'l xavfi bor yomg'irli to'p-to'p bulutlar va momaqaldirimli jala yomg'irlar) aniqlash uchun ishonchli (90% dan yuqori) belgi bo'lib hisoblanadi. Agar Y qiymati 25—6 oraliqdagi intervalda yotsa, u holda noaniqlik vujudga keladi, ya'ni konvektiv bulutlar ikkinchi yoki uchinchi guruhdagi hodisalarga tegishli bo'lishi mumkin. Shuni ta'kidlash joizki, Y qiymati 6 dan 25 gacha ortib borsa momaqaldirim ehtimolligi ko'payadi. Radiolokatsiya kuzatuv amaliyotida bu omil, havfli hodisalar haqidagi

ma'lumotlarni ehtimollik shaklida taqdim etilayotganda inobatga olinadi.

Y qiymati 6—10 diapazonda bo'lsa, u holda radioexo kuzatiladigan zona uchinchi guruh hodisalarga tegishli bo'ladi va momaqalldiroqsiz konvektiv bulutlar va jala yomg'irlar deb klassifikatsiya qilinadi. Jala yog'inlar haqidagi radiolokatsiya bilan yerdagi kuzatuv ma'lumotlarini bir-biriga mos tushish ehtimolligi bu mezon bo'yicha 70—90% ni tashkil etadi. Lekin, shuni nazarda tutish kerakki, bu mezon bo'yicha meteobyektlar faqat 100 km dan ortadigan uzoqlikda joylashgan chegaradagina foydalanish mumkin. 100 km masofagacha bo'lgan chegarada, Z1 kattaligi yetarli darajada aniq o'lchanadi va yog'ayotgan yog'inlarning jadalligini aniqlash mumkin.

13.5. Yog'inlar jadalligini o'lchash

Radiolokatsion kuzatuvlar yordamida ayrim maydonlarda yog'inlarning miqdorini aniqlash mumkin. Bu ma'lumotlar bir muncha gidrologik masalalarni yechishga imkon yaratadi. Shularning ichida daryolarning suv sarfini aniqlash, tog'li hududlarda bo'lish mumkin bo'lgan sel toshqinlarning hajmini aniqlash va qachon kuzatilishi mumkinligini oldindan prognoz qilish kabi bir qator amaliy ahamiyatga ega bo'lgan muammolarning yechimini topishga yordam beradi.

Yog'inlardagi zarrachalar soni qancha ko'p va zarrachalarning yirikligi qancha katta bo'lsa, uning radiolokatsiya qaytaruvchanligi shuncha katta bo'ladi. Boshqa tomondan ma'lumki, yomg'ir jadalligi katta bo'lsa, undagi yirik tomchilar soni ham shuncha ko'p bo'ladi. Demak, yog'inlardagi radiolokatsiya qaytaruvchanligi bilan uning jadalligi I o'rtasida bog'lanish mavjud. Har xil jadallikdagi yomg'ir tomchilari o'lchamining spektrini o'lchash asosida, Z bilan I o'rtasidagi bog'lanishni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$Z = AI^B, \quad (13.3)$$

bunda Z kattaligi mm^6/m^3 , va I kattaligi mm/s larda ifodalangan. A va B sonli parametrlar. A va B parametrlar qiymati turli xildagi

yomg'irlar uchun har xil va yog'inning hosil bo'lish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Lekin mo'tadil kengliklarda o'rtacha kvadrat xatoligi 30% dan oshmagan ko'pchilik yog'inlar (shivalama yomg'ir va do'lli yog'inlardan tashqari) uchun quyidagi nisbatlardan foydalanish mumkin:

$$Z = 250I^{1,6} \text{ yomg'ir uchun va } Z = 1000I^{1,6} \text{ qor uchun. (13.4)}$$

Shtormogohlantirish rejimida bu nisbatlardan radiolokatorning obzor maydonida yog'inning maksimal jadalligini faqat chamalab baholash uchun foydalaniladi.

Nazorat savollari

- 1. Shtormogohlantirish tarmog'i iste'molchilarni qanday axborotlar bilan ta'minlashga mo'ljallangan?*
- 2. Radiolokatsiya kuzatuvlarining asosiy maqsadi nimadan iborat?*
- 3. Shtormogohlantirish rejimida necha kilometrgacha radiusdagi radiolokatsiya axborotlari olinadi?*
- 4. Bulut va yomg'ir radiolokatsiya kuzatuvlarining barcha jarayonlarini necha asosiy bosqichga ajratish mumkin?*
- 5. Radiolokatsiya kuzatuvlaridan bulutlik turi qanday aniqlanadi?*

XIV BOB. BULUT TASVIRIDAN FOYDALANIB SINOPTIK HOLATNI TAHLIL VA PROGNOZ QILISH

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi bulutlar tasviri va meteorologik stansiyalardan olingan ma'lumotlarni bir vaqtda tahlil etilayotganda doimo shuni nazarda tutish kerakki, har bir turdagi axborotning afzalligi va shuningdek uning kamchiligi nimalardan iborat. Ana shundagina u yoki bu turdagi axborot manbasi ustuvorligidan maksimal foydalanish mumkin bo'ladi.

Yerdagi meteorologik stansiyalardan olingan axborotlarning afzalligi shundan iboratki, ular atmosfera holatining ko'plab parametrlarini miqdoriy baholashga imkon beradi. Yerdagi har qanday meteorologik stansiyalar tarmog'ining (hatto zich joy-

lashgan bo'lsa ham) asosiy kamchiliklaridan biri, kuzatuv bir nuqtada (stansiyada) olib boriladi. Shu sababli atmosferadagi yirik masshtabli oqimlarni umumiy tasvirini yaratish uchun har bir stansiyalarda bajarilgan kuzatuv o'lchovlarini interpolatsiya qilish darkor. Tabiiyki, interpolatsiyaning aniqligi va tahlilning to'g'riligi meteorologik stansiyalar tarmog'ining zichligiga bog'liq bo'ladi.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari orqali olingan axborotlarning so'zsiz ustivorligi shundan iboratki, fazodagi kuzatuvlar uzluksiz olib boriladi. Meteorologik stansiyalardagi kuzatuvlardan farqli ravishda, Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlar bo'yicha juda qisqa vaqt ichida bulutlarning keng maydondagi umumiy taqsimlanish tasvirini yaratish mumkin. Lekin uning kamchiliklaridan biri, bulutlar tasviri sifatiiy hisoblanadi, ya'ni bajariladigan o'lchovlar miqdoriy xususiyatga ega emasligidadir.

Bu bo'limda yirik masshtabli bulutlik tuzilmalari va ularning quyidagi sinoptik miqyosdagi tizimlar bilan o'zaro bog'liqligi qaraladi:

- atmosfera frontlari;
- siklonlar;
- antisiklonlar;
- tez havo oqimlari.

14.1. Sovuq front bulutlari

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlarning asosiy tarkibidan biri, turli kenglikka va yorqinlikka ega bo'lgan polosalar hisoblanadi. Bu polosalar, odatda, atmosfera frontlaridagi bulutlar tizimiga to'g'ri keladi. Frontal bulutlar polosasi, ko'p qatlamli turli xil bulutlar birikmasidan tashkil topadi.

Kosmik yo'ldosh rasmlarida faollashgan sovuq frontga kengligi 200—300 km va uzunligi 1000 km ga ega bo'lgan bulutlar polosasi to'g'ri keladi. Spektrning ham televizion va shuningdek ham infraqizil diapazonlarida olingan rasmlarda, ularning tasviri ochiq (yorqin) tusda bo'ladi. Bulutlar uyurmasi joylashgan markazidan boshlab masofasi kattalashgan sari, odatda, bulut polosasining kengligi kamayib boradi.

Faollashgan sovuq front yomg'irli to'p-to'p va yomg'irli qatlam bulutlardan tashkil topadi. Qatlamsimon bulutlar ustivor qiladigan polosalar eni, odatda, yomg'irli to'p-to'p bulutlardan tashkil topgan polosalardan biroz kengroq bo'ladi.

Sust rivojlangan sovuq frontdagi bulutlarning rasmdagi tasviriga suv havzalari ustida ensiz uzoq polosalar mos keladi. Quruqlik ustida esa bu frontlar zonasidagi bulutlar kamroq va ularni Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi tasviridan aniqlash qiyin.

Sust rivojlangan sovuq frontlar kuchsiz termik adveksiya va shamolning vertikal siljishi kam bo'lgan kuchsiz baroklinik zonalar bilan bog'langan. Sust rivojlangan sovuq frontlar bilan bog'liq bo'lgan bulutlar tasviri spektrning televizion diapazonida olingan rasmlarda yorqin, infraqizil diapazonda esa kulrang tusda ifodalanganday bo'ladi.

Sovuq frontga mos bulut polosalari yaxshi ifodalangan siklonik egrilikka ega. Sovuq frontdagi bulut polosasining o'zi, odatda, front oldi va front ortidagi bulutlardan nisbatan bulutsiz zona bilan ajralib turadi. Iliq yarim yillikda olingan rasmlarda, frontal zonaning oldida asosiy bulutlik polosasidan ma'lum bir masofada, ko'pincha yomg'irli to'p-to'p bulutlardan iborat va u frontga parallel joylashgan bulut tizmalari kuzatiladi. Faollashgan sovuq front ortida esa iliq taglik sirt ustida siljiyotgan sovuq havo adveksiyasi natijasida, bulutlar tizmasi, yacheykalari shakllanadi.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlar bo'yicha bulutlik polosasining tadqiqot natijasi shuni ko'rsatadiki, sovuq frontdagi bulutlar tizimining kengligi 450 km, uzunligi esa 2000—2500 km bo'lishi mumkin. Shuningdek, siklon chuqurligi va undagi bulutlik polosasining o'lchamlari o'rtasidagi bog'liqlik ham o'rnatilgan: siklon qanchalik chuqur bo'lsa, frontal bulutlik polosasi shuncha cho'zilgan bo'ladi.

Yerga yaqin qatlamda sovuq front chizig'i, odatda, bulutlik polosasi chegarasida yotadi. Agar bulutlik zonasida qatlamsimon bulutlar ustivor bo'lsa, u holda Yerga yaqin qatlamdagi sovuq front chizig'i bulutlik polosasining oldidagi chetiga joylashadi. Agar bulutlik zonasida to'p-to'psimon bulutlar ustivor bo'lsa, u holda

Yerga yaqin qatlamdagi sovuq front chizig'i bulutlik polosasining ortidagi chetiga yaqin joydan o'tadi.

14.2. Iliq front bulutlari

Kosmik yo'ldosh rasmlarida iliq front bulutlar tasviri, o'zining nisbatan katta o'lchamlari va turli xildagi shakllari bilan ajralib turadi. Ayniqsa iliq frontlar, siklon rivojlanishining boshlang'ich bosqichidagi bulutlik maydonida yaxshi ifodalangan bo'ladi. Bu bosqichda bulutlarning kengligi 300—500 km, uzunligi esa ko'p hollarda 500—1000 km ni tashkil etadi. Uzun bulut polosalari iliq frontlar uchun xarakterli emas.

Frontning iliq qismini bulutlar tasvirida, uning uchun xos bo'lgan antisiklonik egrilik xususiyati bo'yicha topish mumkin. Ya'ni, bu egrilik bulut polosalarining orqa tomonida yaxshi ko'rinadi va chegarasi aniq ifodalangan bo'ladi.

Iliq frontning bulutlik polosasi, odatda, bir jinsli yomg'irli qatlam bulutlaridan tashkil topadi va faqat istisno tariqasida (ko'p hollarda iliq yarimiylikda) yomg'irli to'p-to'p bulutlari qo'shilishi mumkin.

Yoz faslida iliq frontning bulutlik polosasi oldida yoyilib ketgan to'p-to'p bulutlarni kuzatish mumkin. Iliq front ortida esa, ya'ni iliq havo massasida, odatda, havo ochiq yoki alohida to'p-to'p bulutlar bo'lishi mumkin.

Sovuq yarimiylikda spektrning televizion (ko'rinuvchan) diapazonida olingan rasmlarda, ko'p hollarda frontal bulutlarning orqa tomonini aniqlash qiyin, ya'ni u iliq havo massasida qatlamli bulutlar bilan tutashib ketgan bo'ladi. Okkluziya jarayoni boshlangan paytda, iliq frontning keng bulutlik polosasi qisqaradi va sezilarli kengaygan qismi faqat okkluziya nuqtasiga yaqinroq joyda qoladi.

Iliq front bilan bog'liq bo'lgan bulutlar, spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda ham, televizion diapazonda olingan rasmlardagi kabi morfologik xususiyatlarga ega. Uning farqi shundan iboratki, infraqizil diapazonda olingan rasmlar bulutlik polosasining orqa tomonidagi chegara holatini aniqlash imkonini beradi, chunki

undagi iliq havo massasida qatlamli bulutlar va tumanlar, harorati anchagina pastroq bo'lgan yuqori frontal bulutlarga nisbatan qoramtirroq ko'rinadi.

14.3. Okkluziya front bulutlari

Okkluziya fronti bilan bog'liq bulutlar Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlarda, zich va yorqin tusda ifodalangan bulutlik polosasining kengligi 300 km atrofida bo'ladi. U asosan spiral shaklga ega bo'lib, fokusi siklonik sirkulatsiyaning aynan markaziga yaqinroq joyda kuzatiladi. Bulutlik spiralining ichki chegarasi ko'p hollarda yaxshi ifodalanadi. Uning ortida doimo bulutsiz yoki kam bulutli maydon kuzatiladi.

Umuman olganda, okkluziya fronti bilan bog'liq bulutlar, spektrning ham televizion va shuningdek ham infraqizil diapazonlarida olingan rasmlarda bir tasvirlanadi. Farqi shundan iboratki, infraqizil diapazonda olingan rasmlarda bulutlar yorqinligi, spiral bo'yicha uning fokusi tomon kamayib boradi (fokusga yaqinlashgan sari bulut qatlami pasayib boradi). Bulutlik spiralining orqa qismida ham aynan shu sababga ko'ra, televizion diapazonda olingan rasmlardagi tasvirga qaraganda qoramtir ko'rinadi.

Agar okkluziya frontidagi bulutlar polosasi, o'zining orqa qismida keskin chegaraga ega bo'lsa, u holda okkluziya fronti shu chegaraga yaqinroq joylashadi. Agar uning orqa qismi yemirilgan bo'lsa, u holda okkluziya fronti bulutlar polosasining markaziy qismidan yaqinroq joydan o'tadi.

Spektrning infraqizil diapazonida olingan rasmlarda okkluziya frontining holati Yer sirtiga yaqinroq qatlamda tasvirdagi bulutlar polosasining eng yorqin qismiga mos tushadi. Okkluziya front nuqtasining holatini ko'pincha iliq frontdan qolgan va bulutlik spiralining o'ng tomonida joylashgan biroz kengayish bo'yicha aniqlanadi.

Okkluziya nuqtasining joyini, shuningdek ushbu hollarda ham aniqlash mumkin. Agar tez havo oqimlaridagi patsimon bulutlar massivining chegarasi yaxshi ifodalangan bo'lib va u xuddi siklonning markaziy qismida joylashgan bulutlik spiralni asosiy

frontal bulutlardan ajratib qo'ysa, u holda okkluziya nuqtasi ushbu patsimon bulutlar massivining ostida joylashadi.

Okkluziya fronti bilan bog'liq bo'lgan bulutlik polosasi, odatda, siklonning old qismida joylashgan bo'ladi. Havoning ochilgan qismi va to'p-to'p bulutlarning rivojlanish zonasi yuqori barik botiqlik (yoki siklon) va sovuq yadrosi bilan mos tushadi. Okkluziya frontining bulutlik polosasi troposferaning pastki qatlamida joylashgan termik havo o'rkachining o'qi bilan mos tushadi. Barik havo o'rkachining o'qi 500 gPa sathda ko'p hollarda bulutlik polosasining oldingi chegarasiga mos tushadi. Bulutlik polosasining kengligi 200—300 km ni tashkil etadi. Uning egriligini siklonik deb, shuningdek antisiklonik ham deb bo'lmaydi.

14.4. Statsionar front bulutlari

Statsionar frontlar, odatda, jadal baroklinnik zonalar bilan bog'liq bo'lmaydi. Bu Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida kuzatilgan bulutlik tasvirida ham ifodalanadi. Statsionar frontlar bilan bog'liq bo'lgan bulutlik polosasi, odatda, faol, tez harakatchan frontlar bilan bog'liq bo'lgan bulutlik polosasidan uzunroq bo'ladi. Ularning tarkibi unchalik bir jinsli emas va bulutlik qismlari bulutsiz zonalar bilan birin ketin almashib turadi.

Umuman olganda statsionar frontlarni faol va faol bo'lmagan turlarga ajratish mumkin. Bunday ajratishni Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida kuzatilgan bulutlik tasvirida ham bajarish mumkin. Faol statsionar frontlar ancha keng va nisbatan uzluksiz bulutlik polosasiga ega bo'ladiki, unda ko'p hollarda frontal to'lqinlar shakllanadi. Faol bo'lmagan kvazistatsionar frontlarga uzuq-uzuq bulutlik polosasi mos keladi.

Agar yuqorida havo oqimi statsionar front polosasiga parallel bo'lsa, u holda yer yaqinidagi front chizig'i bulutlik polosasining markaziy qismiga mos tushadi. Agar statsionar front faol bo'lsa va to'lqin hosil bo'lish jarayoni kuzatilsa, u holda frontning sovuq va iliq qismlari bulutlik tasvirida siklonik va antisiklonik egrilik bo'yicha joylashadi.

Statsionar frontlar holatida sinoptik kartalardagi izobaralar deformasion maydonni hosil qiladi, balandlikda esa kichik gradiyentli maydon kuzatiladi.

Yevropa va Osiyo ustida yaxshi rivojlangan antisiklonning uzoq turib qolishi bilan bog'liq bo'lgan statsionar frontning kuzatilishi oddiy hol sanaladi. Bu davrda antisiklonning janubiy yoki janubi-g'arbiy chekkalarida troposferaning pastki qismida jadal, izobaralarga parallel bo'lgan janubiy oqim qaror topadi. Bunday jarayonlar yilning sovuq davrida ko'proq kuzatiladi va ko'p hollarda ular orografiyaning xususiyatlari sababli vujudga keladi.

Statsionar frontlar, shuningdek ko'p hollarda havo oqimini to'sib turuvchi tog' tizmalari (masalan, Alp, Himolay, Karpat) bo'ylab o'tadi. Bunday holatlarda, Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlarda frontal bulutlik polosasi tog' tizmalari bo'ylab yo'nalgan bo'ladi. Ayni paytda ularning asosiy siklonik markazlar bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'liqligi kuzatilmaydi. Atmosfera sirkulatsiyasining „to'sib qo'yilishi“ sababli vujudga kelgan statsionar frontlardagi bulutlar tizimi, odatda, meridional yo'nalishga ega bo'ladi.

14.5. Ikkilamchi front bulutlari

Ba'zida, Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlarda issiq havo massasida sovuq frontga parallel bo'lgan bulutlik polosasini kuzatish mumkin. Ular frontal bulutlik polosasidan kengligi 50 100 km bo'lgan bulutsiz zona bilan ajralib turadi. Bu siklonning iliq sektoridagi sovuq front oldidagi shkval (qasirg'a) chizig'i hisoblanadi. Shkval chizig'ining eng jadal qismida tasviri (kosmik yo'ldosh rasmlarida) yorqin tusga va sandonsimon ko'rinishga ega bo'lgan yomg'irli to'p-to'p bulutlar to'dasi mos keladi.

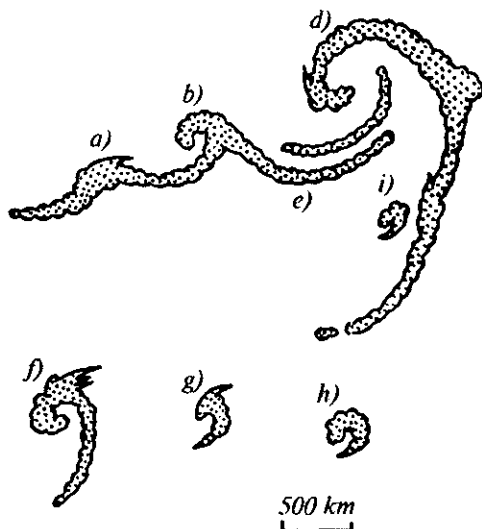
Sovuq havo massasida hosil bo'luvchi ikkilamchi frontlar bilan bog'liq bulutlar tizimi, kengligi 50 dan 200 km gacha bo'lgan spiralsimon ko'rinishdagi bulutlik polosasidan iborat bo'ladi. Ko'p hollarda bunday spirallar to'p-to'p va yomg'irli to'p-to'p bulutlardan tashkil topadi. Yer yaqini qatlamida front chizig'i, odatda bulutlik spiralining orqa tomoni bo'ylab o'tadi.

14.6. Siklon va yuqori barik botiqlikdagi bulutlar tizimi

Notropik kengliklarda kuzatiladigan siklonlar, o'zining genetik belgilari bo'yicha frontal va frontsiz turlarga ajraladi. Frontal siklonlar katta termik va shamol farqlanishga ega bo'lgan baroklinlik zonalarida (ya'ni, atmosferada zichlik faqat bosimgagina bog'liq bo'lmay, balki boshqa meteorologik elementlarga ham bog'liq bo'lgan havo massasi) vujudga keladi. Frontsiz siklonlar esa yer sirtining notekis isishi (mahalliy yoki termik siklonlar) yoki murakkab relief sharoitida havo oqimining buzilishi (orografik siklonlar) natijasida hosil bo'ladi.

Siklonlar bilan ko'p hollarda bulut uyurmaları bog'liq bo'ladi. Ularning barchasi *siklonik uyurmalar* deyiladi. Lekin har xil sinoptik holatlarda ular turli ko'rinishda bo'ladi. Siklonik bulut uyurmalarining turli ko'rinishdagi chizmalari 14.1- rasmda tasvirlangan:

- frontda to'qlinlanish natijasida rivojlangan yosh siklon bulut uyurmaları ikki spiralga ega bo'lib, ular iliq va sovuq frontlarga mos keladigan nuqtada tutashadi (14.1- *a* rasm);



14.1- rasm. Siklonik bulut uyurmalarining turli ko'rinishlari.

- rivojlangan siklon bulut uyurmaları uch spiralga ega bo'lib, ular iliq, sovuq va okkluziya frontlarga mos keladigan nuqtada tutashadi (14.1- *b* rasm);

- okkluziyalangan siklon bulut uyurmaları okkluziya frontiga mos keladigan bir spiralga va ikkilamchi frontga mos keladigan bir-ikki alohida spiralga ega bo'ladi (14.1- *d* rasm). Ayni paytda ikkilamchi front spiralining birortasi yangi seriyadagi birinchi siklonning iliq frontidagi bulut uyurmasiga o'tishi mumkin (14.1- *e* rasm);

- ikkilamchi front cho'qqisida rivojlangan siklon bulut uyurmaları bir spiraldan iborat bo'ladi (14.1- *f* rasm);

- orografik siklon bulut uyurmaları bir qisqa spiral va yirik „bosh“dan iborat bo'ladi (14.1- *g* rasm);

- termik siklon bulut uyurmaları to'p-to'p bulutlardan tashkil topgan bir spiraldan iborat bo'ladi (14.1- *h* rasm).

Ikkilamchi yoki xususiy siklon (anchagina keng va chuqur siklon chekkasidagi uncha katta bo'lmagan siklonli tuzilma) bulut uyurmaları, front holatiga mos ravishdagi shaklga ega bo'lib, rivojlanish bosqichiga bog'liq holda ikki yoki uch spiraldan tashkil topadi.

Ikkilamchi bulut uyurmaları musbat uyurma tezlikka ega bo'lgan termik havo botiqliklarida vujudga keladi (14.1- *i* rasm). Ikkilamchi bulut uyurmaları ko'p hollarda vergul shaklida bo'ladi va asosan to'p-to'psimon bulutlardan tashkil topadi.

Ma'lumki, kvazistatsionar frontda to'liqin paydo bo'lishi termobarik maydonning deformatsiyalanishi bilan birga kechadi. Iliq havo oqimi sovuq havo tomonga harakatlanish moyilligiga ega bo'ladi va o'rkach to'liqidagi bosim pasayaboshlaydi. Bu yerda siklonik sirkulatsiya rivojlanishi uchun imkon yaratiladi. Buning natijasida to'liqin ortida sovuq havodan iliq havo tomonga yo'nalgan shamol tashkil etuvchisi vujudga keladi, to'liqinning bu qismi sovuq frontni tashkil etadi.

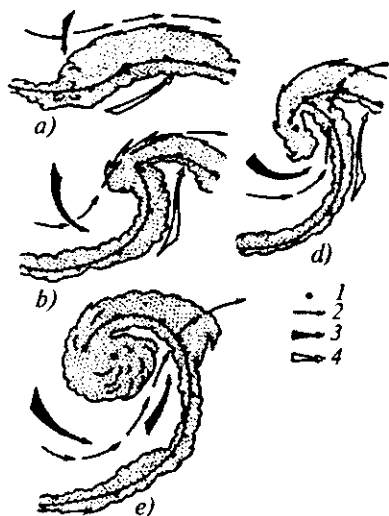
To'liqinning old qismida iliq havodan sovuq havo tomonga yo'nalgan shamol tashkil etuvchisi vujudga keladi, to'liqinning bu qismi iliq frontni tashkil etadi. To'liqin oldida termik o'rkach, ortida esa termik botiqlik shakllanadi. Yer yaqini sirtida berk izobaralar paydo bo'ladi.

Termobarik maydonning qayta tuzilishi havo harakatining vertikal tashkil etuvchisini o'zgarishi bilan birga kechadi va mos ravishda frontal bulutlik tizimi ham qayta o'zgaradi. Agar boshlang'ich momentda frontal bulutlik, kengligi 200—400 km va o'zunligi 1000—2000 km bo'lgan deyarli tekis polosadan iborat bo'lsa, frontda hosil bo'lgan to'liq bulutlik polosasini kuchli deformatsiyalanishiga olib keladi.

To'liq oldida iliq havoni sirg'anib ko'tarilishi natijasida kuchli qatlamdor bulutlar shakllanadi va bu yerda frontal bulutlik polosasi kengayib, sovuq havo tomonga egiladi. To'liq ortida esa aksincha, endi frontal bulutlik polosasi iliq havo tomonga egiladi va bu yerda asosan to'p-to'psimon bulutlar shakllanadi (14.2- a rasm).

Frontal to'liq rivojlanib, yosh siklonga aylanadi. Yer sirti yaqinida hosil bo'lgan siklonik sirkulatsiya asta-sekin yuqoriga qarab tarqalaboshlaydi.

Troposferaning quyi qatlamlarini qamrab olgan uyurmali havo harakati ta'siri ostida frontal bulutlik polosasining deformatsiyalanishi



14.2- rasm. Frontal to'liqdan hosil bo'ladigan siklondagi bulutlar tizimining rivojlanish chizmasi:

- 1— siklonning Yer sirtidagi markazi; 2— tez havo oqimining o'qi;
3— sovuq havo oqim trassasi; 4— iliq havo oqim trassasi.

davom etadi. Natijada, to'liqin cho'qqisida tutashuvchi, frontning iliq va sovuq qismlariga mos keluvchi ikki bulutlik spirallari hosil bo'ladi (14.2- b rasm).

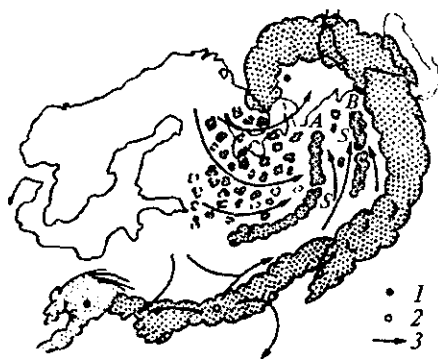
Keyinchalik siklonning okkluziyalanish jarayoni boshlanadi. Bu esa iliq va sovuq frontlarning bulutlik spirallarining bir-biriga tutashuviga sabab bo'ladi. Natijada okkluziya frontining bulutlik tizimi shakllanadi.

Iliq va sovuq frontlar bulutlik spirallarini bir-biriga tutashuvi okkluziya nuqtasi yaqinida sodir bo'ladi, ya'ni u siklon markazida boshlanib asta-sekin uning chetlariga siljib boradi.

Okkluziya frontining bulutlik spirali cho'ziladi va u bir tekis sur'atda sovuq front bulutlik spiraliga o'taboshlaydi. Iliq frontning bulutlik spirali qisman okkluziya frontining bulutlik spiraliga singib ketadi, qisman esa iliq havoning yuqoriga siqib chiqarilish jarayoni natijasida yemiriladi (14.2- d, e- rasm).

Okkluziyalangan siklon bulutlik tizimining xususiyatlaridan biri shundan iboratki, okkluziya fronti bulutlik spirali ikkilamchi front bulutlik polosasidan yaqqol ajralib turadi (14.3- rasm).

Odatda, ikkilamchi front bulutlik polosasi, bulutlik uyurmasining boshidan kengligi 200—300 km bo'lgan bulutsiz zona bilan ajralib turadi. Ushbu bulutsiz zona nisbatan bir xil oqim (odatda,



14.3- rasm. Frontal to'liqindan hosil bo'ladigan siklondagi bulutlar tizimining rivojlanish chizmasi:

1— siklon markazi; 2— antisiklon markazi; 3— Yer sirtidagi oqim chizig'i (yo'nalish bo'yicha o'tkazilgan); A va B — ikkilamchi front bulutlik polosalari.

g'arbiy oqim) maydoni bilan, ayni paytda ikkilamchi front bulutlik polosasi esa yer sirtidagi shamol yaqinlashish chizig'i bilan mos tushadi.

Okkluziyalangan siklon bulutlik tizimining boshqa xususiyatlari shundan iboratki, siklonning orqa chetidagi ikkilamchi front bulutlik polosalari ikkitadan ortiq bo'lmaydi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, yosh siklon bosqichi, odatda, juda tez o'tadi va uni hatto 12 soatlik vaqt oralig'ida ko'pincha ilg'ab bo'lmaydi. Ayni paytda siklonning okkluziyalanish bosqichini, Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlar bo'yicha bir necha sutka davomida kuzatish mumkin bo'ladi. Bulutlik tizimining tarkib topishida, shuningdek, taglik sirt ham katta ta'sir etadi va birinchi navbatda havo oqimini buzuvchi relef turadi.

Siklon bulutlik tizimining yuqorida ko'rsatib o'tilgan rivojlanish sxemasini buzilishi, ayrim paytlari sirkulatsiya va termik rejim sharoitini o'zgarishi bilan ham bog'liq bo'ladi.

Yuqori barik botiqliklar frontal bulutlik polosasi yoki vergul shaklidagi ko'plab bulut uyurmaları ko'rinishidagi ma'lum bir xususiyatga ega bo'lgan bulut turlari bilan bog'liq bo'ladi.

Odatda, yuqori barik botiqliklarning oldingi qismida quyi, o'rta va yuqori yarus bulutlaridan tashkil topgan qalin va keng bulutlik polosasi shakllanadi. Bulutlik polosasining botiqlik o'qi bilan kesishgan zonasida bulut miqdori keskin kamayadi va u pastda joylashadi. Bu, ayniqsa spektrning infraqizil diapazonda olingan rasmlarda yaxshi ifodalangan bo'ladi. Bunday turdagi bulutlar nisbatan kengroq botiqliklar uchun xarakterli bo'ladi.

14.7. Antisiklon va barik o'rkach bulutlari

Antisiklon bilan bog'liq bo'lgan bulutlik turlari barik tuzilma-nining strukturasiga, havo massasining xususiyatga va taglik sirtning ko'rinishiga sezilarli darajada bog'liq bo'ladi. Agar antisiklon sovuq havo massasida shakllansa, u holda bulutlik asosan taglik sirtning xususiyatiga bog'liq bo'ladi. Qish davrida kontinent ustida, sovuq front ortida antisiklon yoki o'rkach egallagan maydonda havo deyarli ochiq bo'ladi, antisiklon markazi esa odatda, shu maydonning

oʻrtasida joylashadi. Agar antisiklon iliq okean sirti yoki iliq quruqlik ustida joylashgan boʻlsa, u holda bu yerda ochiq konvektiv yacheyka va tizmalar koʻrinishdagi bulutlar rivojlanadi.

Agar antisiklon iliq havo massasida shakllansa va havo bilan taglik sirt oʻrtasidagi harorat farqi kam boʻlsa, u holda antisiklon egallagan maydon Yer meteorologik sunʼiy yoʻldoshlari yordamida olingan rasmlardagi kam bulutli sohalarga mos keladi, bunda bulutlar miqdorining minimal qiymati antisiklon markazida yoki barik oʻrkachning oʻqi boʻylab kuzatiladi.

Agar iliq antisiklon egallagan maydonda havo massasi bilan sovuq taglik sirt oʻrtasidagi harorat farqi katta boʻlsa, u holda qatlamdor bulutlar, tuman yoki yopiq konvektiv yacheykali bulutlar kuzatiladi.

Antisiklonning markazini konvektiv yacheykalar kuzatilganda osongina aniqlash mumkin. Minimal oʻlchamga va birmuncha toʻgʻri chaklga ega boʻlgan konvektiv yacheykalar kuzatiladigan maydonlarda antisiklonning markazi mos tushadi.

Antisiklondagi bulutlar miqdori bilan uning yer yaqini markazidagi bosim oʻrtasida ham bogʻliqlik mavjud. Masalan, markazidagi bosimi nisbatan kichikroq (1020—1025 gPa) boʻlgan antisiklonlardagi bulutlar miqdori, markazidagi bosimi katta boʻlgan antisiklonlarga qaraganda kamroq kuzatiladi.

14.8. Tez havo oqimlaridagi bulutlar

Maʼlumki, tez havo oqimlari yuqori troposferada joylashgan oʻziga xos bulutlikka ega. Shuni aytish joizki, bulutlar tez havo oqimlarining butun uzunligi boʻylab vujudga kelmaydi, balki uning ayrim qismlarida kuzatiladi.

Tez havo oqimlari zonasida bulutlarning rivojlanishi uchun eng qulay sharoit yuqori botiqlikning oldingi qismida vujudga keladi. Bulutlar, asosan uning qatlamsimon turlari (qatlamlı-patsimon va yuqori qatlamlı), tez havo oqimlari oʻqining oʻng tomonida, yaʼni iliq havo massasida rivojlanadi. Bu joylarda bir tekis koʻtariluvchi harakat kuzatiladi. Tez havo oqimlari oʻqining chap tomonida va undan pastroqda, yaʼni konveksiya rivojlanishi uchun qulay sharoit

yaratiladigan sovuq havo massasida asosan to'p-to'p va yomg'irli to'p-to'p bulutlar kuzatiladi.

Yuqori botiqlikning orqa qismida (yuqori barik o'rkachning oldingi qismida), odatda, tutib qoluvchi qatlamni hosil qiladigan pastga yo'nalgan harakat kuzatiladi. Uning ostida yasmug'simon yuqori to'p-to'p va patsimon to'p-to'p turdagi bulutlar shakllanadi. Tez havo oqimlari o'qining chap tomonida ayrim paytlari bulutlar umuman kuzatilmaslgi mumkin.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlarda tez havo oqimlari zonasidagi bulutlar, odatda, keng massivli yoki uzun keng polosali, ba'zida esa oqim bo'ylab cho'zilgan qator ensiz polosali patsimon ko'rinishga ega bo'ladi. Ushbu bulutlar tez havo oqimlar o'qi bo'ylab, uning iliq havo massali o'ng tomonida hosil bo'ladi. Patsimon bulutlarning bunday polosalar kengligi 400—600 km, umuman bulutlik massivining kengligi esa bundan ham kattaroq bo'lishi mumkin. Patsimon bulutlar polosalarining uzunligi okean ustida 1500—2700 km bo'lishi mumkin, lekin ko'p hollarda tez havo oqimlari zonasidagi bulutlarning cho'zilganligi 500 dan 1700 km gacha tebranadi.

Tez havo oqimlaridagi bulutlarning chap tomoni (sovuq havo massasi joylashgan tomon) keskin ifodalangan va silliqlangan. Spekrning televizion (ko'rinuvchan) diapazonida olingan rasmlarda tez havo oqimlar o'qi bo'ylab qoramtir ensiz bulutlar soyasi o'tadi. Bu tez havo oqimlardagi yuqori bulutlarning sovuq havo massasida joylashgan pastki bulutlar yoki yorqin taglik sirtga tushgan soyasi hisoblanadi. Soyaning kengligi 10 dan 30 kilometr gacha tebranib, bir necha omillarga bog'liq bo'ladi: Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlaridan tez havo oqimlardagi bulutlarning qaysi burchak ostida ko'rinishi, Quyosh balandligi, tez havo oqimlardagi bulutlarning yuqori chegarasi bilan sovuq havo massasida joylashgan pastki bulutlar orasidagi balandlik ayirmasi.

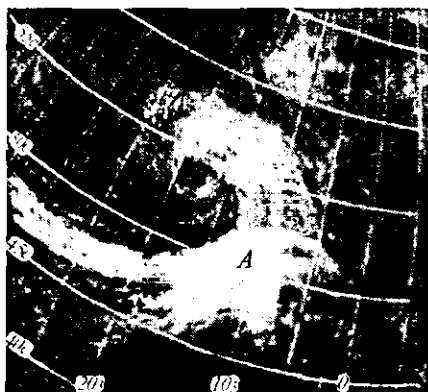
Agar sovuq havo massasida havo ochiq bo'lsa, tez havo oqimlaridagi bulutlarning keskin ifodalangan chap tomoni spektrning televizion diapazonida olingan rasmlarda qoramtir tUSDagi taglik sirtida yaxshi tasvirlanadi. Agar sovuq havo massasida bulutlik kuzatilsa, u holda yuqori bulutlarning unga tushgan soyasi bo'yicha

oson topiladi. Va nihoyat, rasimga tushirish vaqtdagi sharoitda soya bo'lmasa, u holda tez havo oqimlaridagi bulutlar va uning chap tomonini bulutlik maydoni teksturasining tafovuti bilan aniqlanadi.

Tez havo oqimlaridagi bulutlarning sovuq havo massasi tomonidagi chekkalari, odatda, oqim o'qining egriligini takrorlaydi. Yuqori botiqlik oldida joylashgan bulutlik polosasi, uning (yuqori botiqlikning) o'qiga yaqinroq joylarda siklonik egrilikka ega bo'ladi, keyin deyarli to'g'ri holatni oladi, tez havo oqimlari yuqori o'rkachni aylanib o'taboshlaganda esa u antisiklonik egrilikka ega bo'ladi.

Tez havo oqimlaridagi bulutlik polosasi siklondagi bulutlar tizimida sinusoidal egrilik ko'rinishda bo'ladi (14.4- rasm). Siklonning orqa qismida u siklonik egrilikka ega bo'ladi, okkluziya nuqtasi yaqinida esa, tez havo oqimlaridagi bulutlik polosasi antisiklonik egiladi va okkluziya frontining bulutlik polosasini kesib o'tadi. Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlarning tahlil natijasi shuni ko'rsatadiki, frontal bulutlardan yuqorida joylashgan tez havo oqim bulutlari qoidaga binoan ajralib turadi. Tez havo oqimlaridagi patsimon bulutlar qoplami orasidan ko'p hollarda boshqa yo'nalishga ega bo'lgan pastki frontal bulutlar ko'rinadi.

Tez havo oqimlaridagi bulutlarning o'ziga xos bo'lgan xususiyatlaridan biri, ularda ko'ndalang polosalarning vujudga kelishi sanaladi. Ushbu mezostrukturali xususiyatlar, faqat jadal tez havo



14.4- rasm. Tez havo oqimlaridagi bulutlik polosasi va siklondagi bulutlik spirali (A — okkluziya nuqtasi).

oqimlar maydonida vujudga keladi. Mayda polosalar, odatda, asosiy massiv yoki asosiy patsimon bulut polosalariga nisbatan ko'ndalang, ya'ni tez havo oqimlariga nisbatan perpendikular joylashadi, lekin shamol yo'nalishi tomon biroz burilishi mumkin.

14.9. Bulut tasviridan foydalanib sinoptik holatni prognoz etish

Havo bosimi va harorat maydonlarining zamonaviy sonli prognozlar sxemasi bo'yicha katta yutuqlarga erishilgan bo'lishiga qaramasdan, ob-havo elementlarining prognoz masalasi yechilayotganda sinoptik usul asosiy bo'lib qolaveradi. Shu nuqtayi nazardan Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlar ham, ob-havo kartalari singari sinoptik jarayonlar va ob-havo sharoitlarni diagnoz hamda prognoz etish uchun joriy material bo'lib xizmat qiladi.

Sinoptik holatlarni diagnoz va prognoz etish uchun bulut qoplami tasvirlangan rasmdan foydalanish quyidagi ikki tezisga asoslangan.

Birinchi tezis — bulutlik biror-bir sababsiz hosil bo'lmaydi. U qulay sinoptik holatlarda suv bug'larini kondensatsiyaga olib keladigan ma'lum bir gigro- va termodinamik sharoitlarda vujudga keladi. Shu sababli Yer sirtining qaysi bir hududlari ustida kuzatiladigan bulutlarni kam ahamiyatli tasodifiy hodisa deb qarash kerak emas.

Ikkinchi tezis — sinoptik jarayonlarning rivojlanish tendensiyasi, bosim va harorat maydonlarida ko'rinadigan belgilarga qaraganda, bulutlik maydonida avvalroq namoyon bo'ladi. Shu sababli bulut qoplamining o'zgarishini bosim va harorat maydonlari evolutsiyasining rivojlanish tendensiyasi singari qarash kerak.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi bulutlik tasvirlaridan sinoptik meteorologiyada uch maqsadda foydalanish mumkin:

- bulutlarni prognoz qilish;
- sinoptik holatni prognoz qilish;
- ob-havo hodisalarini prognoz qilish

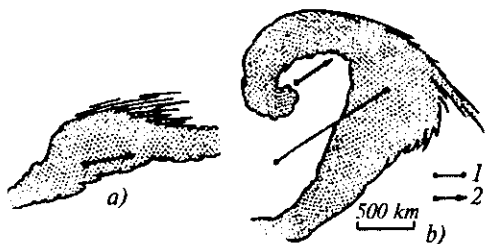
14.9.1. Siklon harakat yo'nalishining prognozi

Siklon siljishini prognoz qilish uchun Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi bulutlik tasvirlaridan foydalanish, bulut qoplamining gorizontaal va vertikal havo oqimlari bilan uzviy bog'liqligiga asoslangan. Siklon harakatini prognoz qilish qoidasi eng avvalo siklon tabiati va uning yetakchi oqim bilan o'zaro ta'siriga tayanadi.

Ma'lumki, siklonlarning ko'pchiligi tez havo oqimlarining ostida, o'qiga nisbatan o'ng tomonda vujudga keladi va rivojlanadi. Hosil bo'lgan siklon birinchi vaqtlarda tez havo oqimlarining yo'nalishi bo'ylab siljiydi. Siklon rivojlanishinig boshlang'ich bosqichida havoning ko'tariluvchi harakati, uning butun maydonini qamrab oladi hamda patsimon va qatlamdor patsimon bulutlarning shakllanishiga sharoit yaratadi. Bu bulutlar polosasi oqim bo'ylab cho'zilib, siklon ustida yuqori troposferada iliq havoning tarqalish yo'nalishini bildiradi. Havoning ko'tarilishi to'xtagan joylarda bu bulutlar polosasi keskin uziladi yoki oqim yo'nalishi bo'ylab asta-sekin sochilib yo'qolib ketadi.

Sochilgan patsimon bulutlarning yo'nalishi siklon harakatining yo'nalishini ko'rsatadi. Bundan birinchi qoida kelib chiqadi: *siklon, uning ustida hosil bo'lgan sochilgan patsimon bulutlarning yo'nalishi tomon harakatlanadi* (14.5- a rasm).

Bu qoida yuqori troposferadagi oqim yo'nalishi bilan patsimon bulutlar polosasining yo'nalishi orasidagi o'zaro bog'lanishga asoslanadi. Siklon harakatining yo'nalishini 12 va 24 soatlik davrlar



14.5- rasm. Siklonning harakat chizmasi.

a) siklondagi bulut tizimi hali uyurma shaklga ega emas, b) siklonda bulut uyurmasi shakllangan. 1 — qalin bulutlik bilan bulutsiz zona markazlarini tutashtiruvchi chiziq, 2 — siklon markazi harakat yo'nalishi.

uchun prognoz tuzishda bu qoidadan muvaffaqiyatli foydalanish mumkin. Yosh siklon bosqichida va uning ustida tez havo oqimlari barqaror saqlanib turgan hollarda bu qoidadan foydalanish yuqori samara beradi.

Siklon rivojlanishining keyingi bosqichlarida va uning bulutlik tizimida, ya'ni okkluziya bosqichida hamda bulut spiralining shakllanishida harakat yo'nalishi boshqacha bo'ladi.

Ma'lumki, bulutlik spirali siklonning shunday bosqichida hosil bo'ladiki, bu davrda havoning ko'tarilishi asosan siklonning oldi qismida vujudga keladi. Siklonning orqa qismida esa havo pastga yo'nalgan bo'lib, okkluziyaning boshlanadi. Tez havo oqimlari havo harorat farqi katta bo'lgan zonaga mos ravishda iliq havo tomon siljiydi va okkluziya nuqtasi ustidagi maydondan o'tadi. Patsimon bulutlar polosasi yoki ko'rinmaydi yoki hali ham asosiy katta harorat farqi saqlangan siklonning janubi-sharqiy qismida joylashadi.

Bunday hollarda siklonning harakat yo'nalishini prognoz qilish uchun boshqa qoidadan foydalaniladi. Bu qoida bulutlarning Yer sirtidagi izallobarik o'choqlari bilan bog'liqligiga asoslangan.

Yer sirtidagi havo bosimi yuqori bo'lgan o'choqlar, odatda, sovuq yoki okkluziya frontlardagi bulutlar polosasi ortida nisbatan bulutsiz zonada, havo bosimi past bo'lgan o'choqlar esa qalin bulutlarning spiral qismida joylashadi. Buning sababi shundan iboratki, siklon ortidagi havo bosimi yuqori bo'lgan o'choqlar quyi troposferada bulutlarning emirilishiga olib keluvchi oqimlarning divergensiya jarayoni va havoning pastga tushishi bilan bog'liq bo'lsa, siklon oldidagi havo bosimi past bo'lgan o'choqlar quyi troposferada bulutlarni hosil qiluvchi oqimlarning konvergensiya jarayoni va havoning yuqoriga ko'tarilishi bilan bog'liq bo'ladi. Ma'lumki, aylanma izobaralarga ega bo'lgan siklon quyi troposferada divergensiya zonasining markazidan konvergensiya zonasining markaziga yo'nalgan vektor bo'ylab siljiydi.

Ushbu qonuniyatlarni inobatga olgan holda, ikkinchi qoidani quyidagicha ifodalash mumkin: bulutlik spirali rivojlangan siklon nisbatan bulutsiz zona markazi bilan qalin bulutlik markazini (bulutlik spirali chegarasida) tutashtiruvchi vektor bo'ylab siljiydi

(14.5- b rasm).

Bu qoidalaridan, hatto kuzutuv stansiyalari ko'p bo'lgan hududlarda ham siklonlar harakat yo'nalishini yaqin 12 va 24 soat davrlar uchun prognoz qilishda qo'shimcha vosita sifatida foydalanish mumkin.

Shuni ta'kidlash joizki, bu qoidalaridan foydalanish tekisliklar ustida yoki okeanlar sirtida harakat qilayotgan siklonlarni harakat yo'nalishini prognoz qilish uchun yaxshi samara beradi. Tog'li hududlar uchun esa uning aniqligi birmuncha pastroq bo'ladi.

14.9.2. Siklon harakat tezligining prognozi

Siklon harakat tezligini aniqlashning murakkabligi shundan iboratki, u rivojlanayotgan siklonda atmosfera holatining ko'plab komponentlarining o'zgarishi bilan birgalikda o'zgarib boradi.

Yer meteorologik sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan rasmlardagi bulutlik qoplamasi tasvirlari ayrim holatlarda siklon harakat tezligiga aniqlik kiritish uchun qo'shimcha axborotlar berishi mumkin.

Siklonning boshlang'ich rivojlanish bosqichida (bulutlik qoplamada hali uyurma kuzatilmaydi) bulutlik tasviridan siklonning faqat harakat yo'nalishini aniqlashda foydalanish mumkin. Bunda siklonning harakat yo'nalishi, uning ustidagi patsimon bulutlar polosasi yo'nalishiga mos tushadi. Bu holatlarda siklonning harakat tezligi yetakchi oqim va izallobarik o'choqlar qoidasi bilan aniqlanadi.

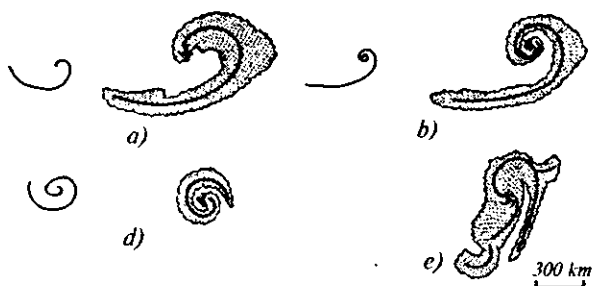
Rivojlangan siklon bosqichida birmuncha boshqacha tus oladi, ya'ni bulutlik tizimi uyurmali strukturaga ega bo'lib, bulutlik spirali aniq ifodalanadi.

Siklondagi bulutlik spiralining rivojlanishini birmuncha soddaroq variantlarini quyidagi ketma-ketlikda ifodalash mumkin:

- spiralning boshlang'ich shakli logarifmik (14.6- a rasm);
- spiralning navbatdagi bosqich shakli giperbolik (14.6- b rasm);
- spiralning so'nggi bosqich shakli arximedli (14.6- d rasm).

Bulutlik spirali logarifmik shaklga ega bo'lgan siklon tezroq harakatlanadi. Bulutlik spirali arximedli shaklga ega bo'lgan siklonlar esa sekinroq harakatlanadi.

Bundan quyidagi qoida kelib chiqadi: agar, *Yer meteorologik*



14.6- rasm. Siklonning bulutlik spiral turlari.

sun'iy yo'ldoshlari yordamida olingan vaqt bo'yicha ketma-ket ikkita rasmlardagi bulutlik tasvirlari qaranganda, spiralining buralganligi ortsa, u holda siklon harakat tezligini yaqin 12 va 24 soat davrlar uchun prognoz qilishda, uning tezligini pasaytirib berish kerak. Ya'ni bulutlik spiralining buralganlik egriligi qancha tez ortsa, qiklon shuncha sekin harakatlanadi. Bulutlik spirali arximedli shaklga ega bo'lgan siklonlar amalda sekin harakatchanligida qoladi.

Ko'rsatilgan qoidalar siklonning mutlaq harakat tezligini hisoblash imkonini bermaydi, undan harakat tendensiyasini aniqlashda sinoptikda mavjud bo'lgan qoidalarga qo'shimcha sifatida foydalanish mumkin.

Murakkab strukturali bulutlik uyurmasiga ega bo'lgan siklon (14.6- e rasmda ushbu variantlardan biri keltirilgan) harakat tezligini prognoz qilishda, ko'rsatilgan qoidalardan foydalanish tavsiya etilmaydi.

Nazorat savollari

1. Sovuq, iliq, statsionar va okklyuziya front bulutlari tasvirda qanday ajratiladi?

2. Ikkilamchi front bulutlari tasvirda qanday ajratiladi?

3. Siklon va yuqori barik botiqlikdagi bulutlar tizimi tasvirda qanday ajratiladi?

4. Antisiklon va barik o'rkach bulutlar tizimi tasvirda qanday ajratiladi?

5. Tez havo oqimlari bulutlar tizimi tasvirda qanday ajratiladi?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. А.С. Зверев — „Синоптическая метеорология“. Л., Гидрометеиздат, 1977.
2. В.И. Воробьев „Синоптическая метеорология“. Л., Гидрометеиздат, 1991.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды - часть 1, Л. Гидрометеиздат, 1986.
4. Практикум по синоптической метеорологии. Под ред. А.С. Зверева, Л. Гидрометеиздат, 1972.
5. Практикум по синоптической метеорологии. Под ред. А.С. Зверева, Л. Гидрометеиздат, 1991.
6. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды - часть 2, Средняя Азия. Л., Гидрометеиздат, 1986.
7. Синоптик метеорологиядан лаборатория ишларини бажариш учун топшириқ ва маслаҳатлар. 1-қисм, Тошкент, „Университет“, 1992.
8. Синоптик метеорологиядан лаборатория ишларини бажариш учун топшириқ ва маслаҳатлар. 2-қисм, Тошкент, „Университет“, 1993.
9. Р.Б. Билялов, М. Алаутдинов „Синоптик метеорологиядан маърузалар конспекти“. 1-қисм, Т. „Университет“, 1993.
10. Р.Б. Билялов, М. Алаутдинов „Синоптик метеорологиядан маърузалар конспекти“. 2-қисм, Т. „Университет“, 1996.
11. Р.Б. Билялов, М. Алаутдинов „Синоптик метеорологиядан маърузалар конспекти“. 3-қисм, Т. „Университет“, 2002.
12. Герман М.А. „Спутниковая метеорология“. Л.: Гидрометеиздат, 1975.
13. Говердовский В.Ф. Космическая метеорология с основами астрономии. - СПб.: РГГМУ, 1995.
14. Т.М. Мухторов Эртанги кун об-ҳавоси, Т. САНИГМИ. 1999.
15. Руководство по использованию спутниковых данных в анализе и прогнозе погоды. /Под ред. И.П. Ветлова, Н.Ф. Вельтищева. Л.: Гидрометеиздат, 1982.

MUNDARIJA

SO'ZBOSHI	3
-----------------	---

BIRINCHI QISM **SINOPTIK METEOROLOGIYA**

I BOB. SINOPTIK METEOROLOGIYANING PREDMETI. **METEOROLOGIK MA'LUMOTLAR**

1.1. Ta'riflar. Sinoptik usul.....	5
1.2. Sinoptik meteorologiyaning asosiy tushunchalari Sinoptik tahlilning obyektlari.....	8
1.3. Meteorologik ma'lumotlarning turlari va manbalari, ularga qo'yiladigan talablar.....	12
1.3.1. Sinoptik stansiyalar tarmog'i.....	15
1.3.2. Aerologik stansiyalar tarmog'i.....	16
1.3.3. Meteorologik radiolokatsiya stansiyalari.....	17
1.3.4. Kosmik meteorologik tizim.....	17
1.4. Butunjahon ob-havo xizmati.....	19
1.5. Meteorologik ma'lumotlarni kodlash. KN-01 kodi.....	23

II BOB. ATMOSFERA OB-HAVO XARITALARI, AEROLOGIK DIAGRAMMALAR VA VERTIKAL QIRQIMLARNING BIRLAMCHI TAHLILI

2.1. Yer yaqini ob-havo xaritalarini tuzish va ularga ishlov berish.....	25
2.2. Balanddagi ob-havo xaritalarini tuzish va tahlil qilish.....	32
2.3. Geopotensialning barometrik formulasi. Mutlaq va nisbiy topografiya xaritalarining fizik ma'nosi.....	37
2.4. Aerologik diagrammalarni tuzish va ularga ishlov berish.....	42
2.5. Atmosferaning vertikal qirqimini tuzish va tahlil qilish.....	47
2.5.1. Fazoviy qirqimlar.....	48
2.5.2 Vaqt bo'yicha qirqimlar.....	50

III BOB. ASOSIY SINOPTIK OBYEKTLAR. **HAVO MASSALARI**

3.1. Ta'riflar. Havo massalarining shakllanishi sharoitlari.....	52
3.2. Havo massalarining termodinamik tasnifi.....	54
3.3. Havo massalarining geografik tasnifi. Havo massalari turlarining shakllanish o'choqlari.....	58

3.4. Iliq havo massalarining xarakteristikallari.....	62
3.5. Sovuq va mahalliy (neytral) havo massalarining xarakteristikallari.....	64
3.6. Havo massalari xususiyatlarining transformatsion o'zgarishlari.....	67
3.7. Orografiyaning havo massalarining xarakteristikallariga ta'siri.....	72

IV BOB. ATMOSFERA FRONTLARI

4.1. Frontlar tasnifi (klassifikatsiyasi).....	74
4.2. Statsionar frontal sirtning qiyaligi.....	78
4.3. Harakatlanayotgan frontal sirtlarning qiyaligi.....	81
4.4. Statsionar front zonasida bosim va shamol maydonlarining xususiyatlari.....	84
4.5. Harakatlanuvchi frontlar zonasida bosim, shamol, barik tendensiya va harorat maydonlarining xususiyatlari. Front baroklin tizim sifatida.....	87
4.6. Iliq frontlarning xarakteristikallari.....	90
4.7. Sovuq frontlarning xarakteristikallari.....	95
4.8. Okkluziya frontlarning xarakteristikallari.....	99

V BOB. YUQORI FRONTAL ZONALAR VA NAYSIMON TEZ HAVO OQIMLARI

5.1. Yuqori frontal zonalarining ta'rifi va tasnifi.....	103
5.2. Yuqori frontal zonalaridagi harorat maydoni.....	105
5.3. Yuqori frontal zonalaridagi shamol maydoni. Tez havo oqimlari va ularning tasnifi.....	108

VI BOB. SIKLONLAR VA ANTISIKLONLAR

6.1. Siklonlar va antisiklonlarning turlari.....	112
6.2. Termik va frontal notropik siklonlarning paydo bo'lishi va rivojlanish shartlari.....	115
6.3. Siklon rivojlanishining turli bosqichlaridagi ob-havo sharoitlari va termobarik maydonning tuzilishi. Siklonlar oilasi.....	118
6.4. Siklonlarning regeneratsiyasi (qayta rivojlanishi).....	123
6.5. Siklonlar va antisiklonlar paydo bo'lishi hamda rivojlanishining advektiv dinamik nazariyasi.....	125
6.6. Tropik siklonlar.....	129
6.7. To'suvchi antisiklonlar.....	131
6.8. Orografiyaning siklon va antisiklonlarga ta'siri.....	133

VII BOB. SINOPTIK HOLATNING PROGNOZI

7.1. Prognozlarning tasnifi. Prognoz usullariga qo'yiladigan talablar...	135
--	-----

7.2. Sinoptik holatning prognoz usullari va ahamiyati.....	138
7.3. Formal ekstrapolyatsiya usullari.....	141
7.4. Fizik ekstrapolatsiya usullari. Yetakchi oqim va fizikaviy mantiq usullari.....	144
7.5. Siklon va antisiklonlarning vujudga kelishi hamda ko'chishining prognozi.....	147
7.6. Havo massalari va atmosfera frontlarining prognozi.....	150
7.7. Tez havo oqimlari o'qi ko'chishining prognozi.....	153

IKKINCHI QISM **KOSMIK METEOROLOGIYA**

VIII BOB. YERNING METEOROLOGIK SUN'IY YO'LDOSHLARI

8.1. Meteorologik yo'ldoshlarning uchish orbitalari.....	158
8.2. Yerning meteorologik yo'ldoshlarini ilmiy va xizmat apparatlari.....	162
8.2.1. Ilmiy apparaturalar majmui.....	163
8.2.2. Xizmat apparaturalar majmui.....	164
8.3. Meteorologik kosmik kemalar tizimi.....	167
8.3.1. „Meteor“ tizimi.....	167
8.3.2. „Tayros“, „NOAA“, „Nimbus“ tizimlari.....	168
8.3.3. „TOS-NUOA“ tizimi.....	169
8.3.4. „Meteosat“ tizimi.....	170
8.4. Yer yo'ldoshlaridan uzatilgan meteorologik ma'lumotlarni to'plash va tarqatish tizimi.....	170

IX BOB. YO'LDOSH METEOROLOGIK MA'LUMOTLARI VA ULARNI ISHLOVI

9.1. Nurlanish spektrining ko'zga ko'rinadigan qismida (TV) olinadigan tasvirlar.....	173
9.2. Nurlanish spektrining infraqizil (IK) qismida olinadigan tasvirlar.....	176

X BOB. KOSMIK TASVIRLARNI VAQTGA VA GEOGRAFIK KOORDINATALARGA BOG'LASH

10.1. Yer meteorologik yo'ldoshlarini ta'qib etish.....	178
10.2. Kosmik tasvirlarni vaqtga bog'lash.....	182
10.3. Kosmik tasvirlarni geografik koordinatalarga bog'lash.....	182

XI BOB. KOSMIK TASVIRLARNI DESHIFROVKA QILISH

11.1. Kosmik tasvirlarni deshifrovka qilish asoslari.....	185
---	-----

11.2. Teksturali tasvir	186
11.3. Mezostrukturali tasvir	188
11.4. Makrostrukturali tasvir	195

XII BOB. ASOSIY BULUTLAR TASVIRLARINI DESHIFROVKA QILISH

12.1. To'p-to'psimon bulutlar	203
12.2. Qatlamsimon bulutlar	205
12.3. Qatlamli to'p-to'psimon bulutlar.....	206
12.4. Patsimon bulutlar.....	207
12.5. Yomg'irli to'p-to'p bulutlar.....	209
12.6. Aralash turdagi bulutlar.....	210
12.7. Bulutlar miqdori.....	211

XIII BOB. YER METEOROLOGIK SUN'IY YO'LDOSHLARI VA RADIOLOKATSION AXBOROTLARDAN KOMPLEKS FOYDALANISH TAMOYILLARI

13.1. Yaqin zonadagi bulutlarning radiolokatsion axborot tahlili.....	213
13.2. Bulutlik turini aniqlash.....	217
13.3. Uzoq zonadagi bulutlarning radiolokatsion axborot tahlili.....	219
13.4. To'p-to'p yomg'irli bulutlar bilan bog'liq bo'lgan xavfli hodisalarning oldini olish.....	220
13.5. Yog'inlar jadalligini o'lchash.....	222

XIV BOB. BULUT TASVIRIDAN FOYDALANIB SINOPTIK HOLATNI TAHLIL VA PROGNOZ QILISH

14.1. Sovuq front bulutlari.....	224
14.2. Iliq front bulutlari.....	226
14.3. Okkluziya front bulutlari.....	227
14.4. Statsionar front bulutlari.....	228
14.5. Ikkilamchi front bulutlari.....	229
14.6. Siklon va yuqori barik botiqlikdagi bulutlar tizimi.....	230
14.7. Antisiklon va barik o'rkach bulutlari.....	234
14.8. Tez havo oqimlaridagi bulutlar.....	235
14.9. Bulut tasviridan foydalanib sinoptik holatni prognoz etish.....	238
14.9.1. Siklon harakat yo'nalishining prognozi.....	239
14.9.2. Siklon harakat tezligining prognozi.....	241
Foydalanilgan adabiyotlar	243

MUXITDIN ALAUTDINOV
TOXIR MUXTOROVICH MUXTOROV
BAXTIYOR MAXAMATJANOVICH XOLMATJANOV
YURIY VASILEVICH PETROV
HAMROQUL TURSUNQULOVICH EGAMBERDIYEV

SINOPTIK VA KOSMIK METEOROLOGIYA

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta ta'lim
vazirligi tomonidan darslik sifatida tavsiya etilgan*

Toshkent — „Noshir“ — 2010

Muharrir X. Po'latxo'jayev
Badiiy muharrir Sh. Odilov
Texnik muharrir D. Mamadaliyev
Sahifalovchi M. Hamidullayev
Musahhah S. Safoyeva

Bosishga ruhsat etildi 25. 10. 2010. Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. Tayms Tad garnituras.
Ofset bosma usulida bosildi. Shartli bosma tabog' 16,3. Nashr b.t. 15,5.
Adadi 500. Buyurtma № 42.

MChJ „Noshir“ nashriyoti,
Toshkent sh., Navoiy ko'chasi, pastki savdo rastalari

MChJ „Noshir“ O'zbekiston-Germaniya qo'shma korxonasining
bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent sh., Navoiy ko'chasi, pastki savdo rastalari