

Глоссарий

Жетекші ағын – 4 – 6 км қабатында аз құйындалған тұрақты, күшті ағын.

Адвекция – ауа массаларының горизонтальды тасымалдануы.

Трансформация – ауа массалары жылжыған кезде төселме бетпен жылы- және ылғалалмасудың арқасында оның қасиеттерінің өзгеруі.

Жоғарғы фронтальды аумақ (ЖФА) – биік суық циклон мен биік жылы антициклон арасында OT_{1000}^{500} изогипстерінің қатты шоғырланған аймағы.

Атмосфералық фронт – екі ауа массалар арасындағы жіңішке ауыспалы аумақ. Көлденең бағытта барлық метеошамалардың күрт өзгеруімен сипатталады, ұзындығы, жылжу ерекшеліктері, вертикалды құрылымы және ауа райы жағдайлары бойынша ажыратылады.

Фронтогенез – фронттың пайда болу және күшею процессі.

Фронтализ – фронттың сейілу процессі.

Циклогенез – циклонның пайда болу және даму (немесе антициклонның бұзылу) процессі.

Антициклогенез – уақыт өте антициклондық циркуляцияның кешеюі (немесе циклондық циркуляцияның әлсіреуі).

Циклонның регенерациясы – толып келе жатқан циклондардың қайтадан тереңдеуі немесе туындауы, және де осыған дейін дұрыс дамымаған жас циклондардың күрт тереңдеуі.

Циклондардың топтамасы – бір фронтта пайда болған және соның бойымен бір бағытта жылжитын циклондар.

Орталықты циклон – топтаманың бірінші циклонымен жас циклондардың қосылуы нәтижесінде пайда болатын, биік, терең, кең көлемді және окклюзияланған циклон.

Антициклонның регенерациясы – антициклонның бұзылып келе жатқаннан кейін қайтадан күшеюі, және де алдыңғы күшеюден кейін өз қарқындылығын біраз уақыт өзгертпен антициклонның күшеюі.

Синоптикалық орналасу – ауа райы карталарында көрсетілген, уақыттың берілген кезеңіндегі атмосфералық процесстердің жиынтығы.

Синоптикалық орналасуды болжау – қысым жүйелерінің, атмосфералық фронттардың және ауа массаларының жылжуы мен эволюциясын болжау.

Болашақ (болжамды) карта – ауа райының болжанған картасы.

Метеорологиялық болжам – атмосфераның болжам берушімен күтілетін күйін сипаттау.

Болжамды алгоритм – болжауды берілген әдіспен құру үшін қажет логикалық және математикалық операциялардың жиынтығы.

Предиктант – алынған болжамды мәліметтер.

Болжамның әрекет ету уақыты – болжам құрастырылуының аяқталу кезеңі мен болжамды кезеңнің берілген мерзіміне дейінгі уақыт.

Арнайы болжамдар – экономиканың кейбір салалары үшін жүйелі түрде және жеке сұраныстары бойынша құрастырылатын болжамдар.

Жалпы болжамдар – бұл барлық тұрғындарға арналған болжам.

Методикалық болжам – физикалық тұрғыдан түсіндірілген, негізіне болжамдық алгоритм қойылған әдісті қолдану нәтижесінде алынған болжам.

Методикалық емес болжам – синоптиктер ешқандай аналитикалық немесе есептеу жұмыстарын қажет етпейтін болжам.

Фондық болжам – толықтандыру дәрежесі жоғары емес, үлкен аймақтарға арналған болжам.

ДӘРІСТЕРДІҢ ҚЫСҚАША МАЗМҰНЫ

Лекция №1

Изобарлық беттердің биіктігінің уақыт бойынша локальды өзгеруі

Геопотенциалдың уақыт бойынша локальды өзгеруінің формуласын жылдамдық құйын теңдеуінен жер бетіндегі үйкелісті ескермегенде алуға болады:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{1}{ml}(H, \Delta H) + \frac{1}{m}(H, l) + \frac{1}{m}(l^2 + \Delta H)\left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\tau}{m} \cdot \frac{\partial}{\partial p} \Delta H + \frac{l}{m} \left(\frac{\partial \tau}{\partial x} \cdot \frac{\partial v}{\partial p} - \frac{\partial \tau}{\partial y} \cdot \frac{\partial u}{\partial p}\right)$$

Кез-келген изобарлық беттің биіктігінің уақыт бойынша өзгеруі келесі факторлардың әсерімен анықталады:

- 1) есеп жүргізілетін деңгейдегі $\frac{\partial H}{\partial t}$ ағынның бойымен жылдамдық құйынның горизонталды жылжуымен,
- 2) ендік бойынша кориолис үдеуінің өзгеруі,
- 3) сол изобарлық бетте ауа ағындарының дивергенциясымен,
- 4) жылдамдық құйынның тігінен өзгеруі,
- 5) изобарлық беттің бойында вертикалды жылдамдықтың өзгеруі және биіктеген сайын жел векторының құраушыларының өзгеруінен.

Практикалық мақсаттар үшін негізгі факторлар болып жылдамдық құйынның адвекциясы және жылдамдық дивергенциясы табылады деп санаса болады.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Изобарлық беттің биіктігінің уақыт бойынша өзгеруі қандай факторлармен анықталады?
2. Әр фактордың үлесін сипаттаңыз.
3. Геопотенциалдың уақыт бойынша локальды өзгеруі туралы сапалы қорытындыларды қандай формула арқылы жасауға болады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1977.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеоиздат. 1986. Ч.1.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1991.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. Алма-Ата: Изд. КазГУ. 1967.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.

Лекция №2

Цикло- мен антициклогенездің осы заманғы (гидродинамикалық) теориясы

Циклондардың пайда болу және даму (антициклондардың бұзылу) процессі циклогенез деп аталады, ал антициклондардың пайда болу және даму (циклондардың әлсіреуі) – антициклогенез.

Цикло- және антициклогенездің бір немесе бірнеше факторларға негізделген, бірақ циклон мен антициклондардың дамуын толығымен түсіндіре алмайтын теориялары бар.

Қазіргі кездегі теория – құйынды, құйын жылдамдығының теңдеуін қолдануда негізделген. Тұйықталған төменгі және жоғарғы қысым аймақтарының пайда болуының негізгі шарты қысым өзгеруінің біркелкілігі емес болып табылады. Осындай өзгеру изобарлық беттіктердің иілуіне алып келеді, аналитикалық түрде уақыт бойынша

геопотенциалдың лапласианының өзгеруімен сипатталады, яғни $\frac{\partial}{\partial t} \Delta H$ мәнімен және таңбасымен.

$\frac{\partial}{\partial t} \Delta H > 0$ циклондық циркуляцияның күшеюін немесе антициклондық циркуляцияның әлсіреуін сипаттайды, яғни циклогенезді.

$\frac{\partial}{\partial t} \Delta H < 0$ циклондық циркуляцияның әлсіреуін немесе антициклондық циркуляцияның күшеюін сипаттайды, яғни антициклогенезді.

Қазіргі кездегі цикло- және антициклогенездің формуласы келесі түрдей болады:

$$\frac{\partial}{\partial t} \Delta H_{p_0} = -\frac{1}{l} (H, \Delta H)_p - l^2 \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \right)_p - R l_n \cdot \frac{P_0}{P} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \Delta T_{cp}.$$

Жер бетінде жылдамдық құйынның өзгеруі $p=\text{const}$ деңгейінде жылдамдық құйынның адвекциясымен, сол деңгейде жылдамдықтың дивергенциясымен және P_0 мен P беттіктер арасындағы орташа температура лапласианның өзгеруімен анықталатының формуладан көруге болады.

Осы формула бойынша барлық қорытындылар цикло- және антициклогенезді сапалы бағалау үшін қолдануы мүмкін.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Қазіргі уақытта цикло- мен антициклогенез процесстерін түсіндірген кезде қандай факторлер саналады?
2. Цикло- және антициклогенезге құйын жылдамдығының адвекциясының әсерін түсіндіріңіз.
3. Циклогенез бен антициклогенезде термикалық фактордың орны қалай бағаланады?
4. Жер бетінде циклогенез бен антициклогенез үшін ең қолайлы болатын төменгі тропосферадағы биіктік термобарикалық алқаптың схемасын көрсетіңіз.
5. Цикло- және антициклогенез процессінде жылдамдықтың дивергенциясы қандай рольді атқарады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1977.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеоиздат. 1986. Ч.1.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1991.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. Алма-Ата: Изд. КазГУ. 1967.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.

Лекция №3

Қысым алабының құрылымы және оның уақыт ішіндегі өзгеруі бойынша жер бетіндегі цикло- мен антициклогенездің таңбасы мен қарқындылығын сапалы бағалау

Геопотенциал лапласианның өзгеруінің таңбасы изогипс бағытында изобарлық беттің биіктігінің өзгеруіне құйынды факторды анықтайтын ағындардың қандай қысымдық құрылымынан бағынды екенін білу үшін формуланы натуралды координат жүйесінде жазамыз:

$$\left(\frac{\partial H}{\partial t} \right)_{\text{вихр}} = \frac{1}{\text{ml}} H_n (K_s H_n + K H_{ns} + H_{nns}).$$

Жылдамдық құйынның горизонталды тасымалдануының әсері үш фактормен анықталатынын формуладан көруге болады:

- 1) ағын бойынша изогипстердің қисықтығының өзгеруінен,
- 2) қисықтығы әртүрлі изогипстердің қосылуымен (шашырауымен),
- 3) ағын бойымен изогипстерге енетін нормаль бойынша изогипстердің шоғырлану дәрежесі мен бағытының өзгеруінен.

Үшінші фактордың әсері ең аз, сондықтан сапалы бағалағанда оны ескермесе де болады.

Геопотенциалдың құйынды фактормен қалыптасқан ең көп төмендеуі изогипстері шашырайтын биіктік жыралардың алдыңғы бөлігінде және биіктік жоталардың артқы бөлігінде болады.

Геопотенциалдың құйынды фактормен қалыптасқан ең көп өсуі изогипстері қосылатын биіктік жыралардың артқы бөлігінде және изогипстері шашырайтын биіктік жоталардың алдыңғы бөлігінде болады. Басқа жағдайларда геопотенциалдың құйынды фактормен қалыптасқан өзгерулері ЖФА байқалады. Геопотенциал өскен кезде уақыт өте жақын деңгейдегі қысым да өседі және керісінше болады. Сондықтан құйынның адвекциясы мен жылдамдықтың дивергенциясын қысымның өзгеруінің динамикалық факторы деп санаса болады.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Натуралды координат жүйесінде изогипстердің бағытында геопотенциал лапласианның өзгеруінің формуласын көрсетіңіз.
2. Жылдамдық құйынның горизонтальды тасымалдануының әсері қандай факторлармен анықталады?
3. Сапалы бағалаған кезде формуладағы әр мүшенің үлесін сипаттаныз.

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1977.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеоиздат. 1986. Ч.1.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1991.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. Алма-Ата: Изд. КазГУ. 1967.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.

Лекция № 4

Циклон мен антициклонның классификациясы. Циклон мен антициклон туралы жалпы мәліметтер

Солтүстік жарты шарда ең кең көлемді циклондар әдетте атлант және тыңық мұхиттарының солтүстігінде байқалады. Орташа алғанда антициклондардың қайталанушылығы, циклондарға қарағанда, 2,5 – 3 есеге аз.

Ресейдің европалық территориясында қыста, жазға қарағанда, циклондардың қайталанушылығы 2 есеге көп болады. Континенттің азия бөлігінде ең жоғарғы қайталанушылық жазда байқалады.

Пайда болуының себебінен байланысты арктикалық фронтта дамиды фронтальды және фронтальды емес циклондарды ажыратады. Фронтальды емес жергілікті, термикалық циклондар әдетте кіші көлемді болады және қатты тереңдемейді. Циклондар

пайда болуының ендігі бойынша, құрылымының және дамуының ерекшеліктерінен байланысты келесі түрлерге бөлінеді:

- 1) қоңыржай ендіктің циклондары немесе тропикалық емес циклондар,
- 2) тропикалық циклондар және экваториальды аймақтың әлсіз циклондық құрылымдар.

Пайда болуының ендігі бойынша антициклондарды субтропикалық және тропикалық емес деп бөлуге болады. Фронтальды бөліктермен байланысуы бойынша антициклондар фронтальды және фронтальды емес болуы мүмкін.

Фронтальды антициклондар аралықтық және соңғы болып бөлінеді.

Фронтальды емес антициклондарға стационарлы немесе азжылжымалы, термикалық (жергілікті) және субтропикалық антициклондар жатады.

Жылжу бағытынан байланысты циклондардың келесі траекториялы болады: солтүстік немесе солтүстік-батыс, батыс, оңтүстік және шығыс немесе ультраполярлы. Антициклондардың траекториялары да осылайша бөлінеді: полярлық немесе солтүстік-батыс енулер, ультраполярлық (ссш), сібір антициклонның үлкен жотасы (отрог), азор антициклонның ядросы. Жылжу жылдамдығы 0-ден 100 км/сағ. дейін өзгеруі мүмкін.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Циклон мен антициклонның түрлерін айтыңыз.
2. Циклон мен антициклонға сипаттама беріңіз.
3. Қандай циклондарды «сүңгітің» деп атайды? Неліктен олар қатты дамымайды?

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1977.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат. 1986. Ч.1.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1991.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. Алма-Ата: Изд. КазГУ. 1967.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.

Лекция № 5

Қысым жүйелерінің даму кезеңдері (циклон). Әр кезеңдегі қысым жүйелерінің биіктік термобарикалық алқаптың құрылымы және ауа райы жағдайлары

Циклонның дамуын төрт кезеңге бөлуге болады:

- 1) бастапқы немесе пайда болу кезеңі,
- 2) жас циклон кезеңі – пайда болуынан окклюзиялану процессіне дейін,
- 3) максимальды даму кезеңі – окклюзиялану процессінен толуына дейін,
- 4) толу кезеңі – ауа райының жер картасында тұйықталған изобара жоқ болғанша жалғасады.

Циклон дамуының әр кезеңінде ерекше үш өлшемді құрылыммен және ауа райының ерекше жағдайларымен сипатталады.

Әдетте, даму процесінде циклон төмен жылжымалы барикалық түзілуден тік кеңістіктік осі бар жоғары азжылжымалы түзілімге айналады.

Бастапқы немесе пайда болу кезеңінде фронтта ауа ағынының төмен қысымды және циклондық айналу аймағының пайда болуымен байланысты толқын тәрізді иілу пайда болады. Шамамен бір күнге созылатын циклонның дамуының бастапқы кезеңі алғашқы белгілерінен бастап ауа райының жер картасында алғашқы тұйықталған изобараның пайда болуымен сипатталады. Циклонның орталығы мен периферия арасындағы қысым айырмашылығы 5-10 гПа-дан аспайды. Биіктікте циклондық құйындар бастапқы кезеңде байқалмайды.

Жер бетіндегі орталығы фронталды аймақтың антициклондық жағында, биіктіктегі барикалық жыраның алдыңғы жағында орналасқан, онда изогипстердің әлсіз дивергенциясы байқалады. Термобарикалық алқап циклонның одан әрі дамуына ықпал етеді.

Жас циклон кезеңі. Дамудың екінші кезеңінде, оның ұзақтығы әдетте бір тәуліктен аспайды, циклондарда кем дегенде 2 тұйықталған изобар болады, суық фронттың циклондық қисаюы өсті, жылы сектор тарылды (сузился). Термобарикалық алқап деформацияланады, циклон тереңдей түседі, желдің айтарлықтай жылдамдығымен қуатты атмосфералық құйынға айналады. Циклондық айналым атмосфераның жоғарғы қабатына таралады.

Жас циклонның орталығы жылы сектордың шыңына сәйкес келеді. Бұл кезеңде циклон жүйесінде желдің ең жоғары жылдамдығы байқалады.

Термобарикалық алқап айтарлықтай деформацияланған. Желдің айтарлықтай жылдамдығымен изогипстердің ең қатты шоғырланған аймағы жер бетіндегі орталықтан оңтүстікке қарай жылжыған.

Жер бетіндегі циклонының алдыңғы жағында АТ₅₀₀ деңгейінде айқын барикалық жотасы пайда болады, артқы жағында барикалық жырасы қалыптасады. Циклонның одан әрі дамуы үшін жағдайлар ең қолайлы: циклонның жер бетіндегі орталығы тропосферадағы геопотенциалдың маңызды градиенттері бар аймағында орналасқан, дивергентті изогипстердің циклондық қисаюы ағынмен азаяды.

Максимальды даму кезеңі. Үшінші кезең циклонның ортасындағы ең аз қысыммен сипатталады. Кезеңнің ұзақтығы 12-24 сағаттан аспайды.

Циклондағы жер бетіндегі қысым өрісі көптеген тұйықталған изобарлармен және айтарлықтай барикалық градиенттермен сипатталады. Жылы және суық фронттардың қосылуы болады – циклонның окклюзиялануы. Циклонның жылы секторы айтарлықтай кішірейеді: циклонның тропосферадағы термикалық жотасы арқылы жер бетіне жақын окклюзия фронтының сызығы өтеді.

Циклонның биіктік орталығының проекциясы жер бетіндегі орталыққа жақындайды. Тропосферада қуатты циклондық айналым орнатылады: циклон тропосферада дамыған тұйықталған изогипс жүйесі бар жоғары барикалық түзілімге айналады.

Толу кезеңі. Циклонның ары қарай окклюзиялануы, жылы ауаның жоғарыға ығысуына және жылы және суық фронттардың бөлек әрекетінің жоғалуына әкеліп соқтырады, оның толуымен бірге жүреді. Циклонның эволюциясының бұл соңғы кезеңі жер бетіндегі ауа райы картасында соңғы тұйықталған изобара жойылғанға дейін жалғасады.

Циклонның толуы үйкеліс конвергенциясы арқылы жер бетіне жақын жерде басталады, өйткені қысым мәнінің сақталуына және одан әрі төмендеуіне қолайлы жағдайлар жойылады: оң таңбалы жылдамдық құйынының адвекциясы және температураның адвективті өзгерістері болмайды. АТ және ОТ изогипстері шамамен параллельді орналасқан. Циклон термикалық симметриялы барикалық түзілімге айналады. Бұл кезеңнің ұзақтығы әдетте 4 күн немесе одан да көп. Циклон осі шамамен тік болатын биік суық барикалық түзілім болады. Циклонның ортасы жылғалы ағын осінің сол жағында орналасқан.

Циклондар ЖФА-ның шашырау бөлігінің астында жылғалы ағыстың антициклондық шетінде пайда болады. Циклонның эволюциясына барлық даму кезеңінде, толу кезеңінен басқа келесі факторлар әсер етеді: термикалық, құйынның адвекциясы, вертикалды ағындар. Соңғы кезеңінде термикалық және құйынды факторлардың әсері нольге жақындайды, вертикалды ағындарда әлсірейді және циклон үйкеліс конвергенциясы арқасында тола бастайды және биік суық қысым жүйесі болады.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Типтік жағдайларда биіктік термобарикалық карталарда және жер карталарында жас циклонның құрылысы қандай?
2. Жер мен биіктік термобарикалық карталарында максимальды дамуына жеткен циклонның құрылысын көрсетіңіз.
3. Жас циклонның әр бөлігінде қыстағы және жаздағы ауа-райы жағдайларын сипаттаңыз.
4. Оқклюдияланған циклонның әр бөлігінде қыстағы және жаздағы ауа-райы жағдайларын сипаттаңыз.

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1977.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат. 1986. Ч.1.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1991.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. Алма-Ата: Изд. КазГУ. 1967.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.

Лекция № 6

Қысым жүйелерінің даму кезеңдері (антициклон); әр кезеңдегі биіктік термобарикалық алқаптың құрылымы және ауа райы жағдайлары

Антициклонның дамуы үшін ең қолайлы жағдайлар оның жер бетіндегі орталығы АТ₅₀₀ картасында биіктік барикалық жыраның артқы жағында, геопотенциалдың маңызды көлденең градиенттері аймағында (жоғарғы фронтальды аймақ) орналасқан кезде қалыптасады. Күшейтетін әсер – изогипстердің циклондық қисаюы ағын бойынша артып, конвергенциялануы.

Мұнда ауа массаларының жиналуы болады, бұл қысымның динамикалық өсуіне әкеледі.

Антициклонның дамуы үш кезеңнен тұрады:

- 1) жас антициклон немесе антициклонның күшеюі кезеңі,
- 2) максимальды дамуына жеткен антициклон,
- 3) ескі бұзылып кележатқан антициклон.

Антициклогенезге қолайлы болып келесілер табылады: орта тропосферада жылдамдық құйынның теріс таңбалы адвекциясы, қабаттың орташа температурасының уақыт өте өсуі, жылдамдық дивергенциясының оң таңбалы мәндері.

Антициклон дамуының басында әдетте циклонның артқы жағында пайда болған сілемге ұқсайды. Биіктікте антициклондық құйындар бастапқы кезеңде байқалмайды. Антициклонның максималды даму кезеңі орталықтағы ең үлкен қысыммен сипатталады.

Бірінші кезеңінде антициклон жер бетінде жылғалы ағыстың циклонды шетінде ЖФА кірісінде суық фронттың артында пайда болатын жота түрінде көрсетіледі. Жер бетіндегі ауа райы картасында антициклон бір изобармен көрсетілген. Антициклонның ортасы мен перифериясы арасындағы қысым айырмашылығы 5-10 гПа құрайды. 1-2 км биіктікте антициклондық құйын анықталмайды. Изогипстердің конвергенциясына байланысты қысымның динамикалық өсу аймағы, жер бетіндегі антициклон алып жатқан барлық кеңістікке таралады.

Максимальды даму кезеңінде жер беті мен биіктікте бірнеше тұйықталған изобарлармен безендірілген жоғарғы қысымның тұйықталған аймағы сәйкес келеді. Жылудың жотасы жер бетіндегі антициклонның ортасына жақын орналасады. Бұзылып кележатқан антициклонға жер бетінде оның ортаңғы және алдыңғы жағында қысымның төмендеуі тән. Ол биік жылы қысым жүйесі болады. Антициклонды айналым үйкеліс дивергенциясы әсерінен бірінші жер бетінен, сосын биіктікте бұзылады.

Квазивертикалды осі бар антициклонның ортасындағы қысым бірнеше күн бойы өзгермеуі мүмкін.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Антициклонның әр даму кезеңіндегі биіктік термобарикалық алқаптың құрылысының ерекшеліктерін көрсетіңіз және түсіндіріңіз.
2. Антициклонның бұзылуына қандай факторлар әкеледі?
3. Қыста антициклонның әр бөлігінде ауа райы жағдайы қандай? Жазда?

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1977.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеиздат. 1986. Ч.1.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1991.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. Алма-Ата: Изд. КазГУ. 1967.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.

Лекция № 7

Қысым жүйелерінің пайда болуы мен эволюциясын және қысым жүйелерінің жылжуын болжау, циклон мен антициклонның регенерациясы

Бұл синоптикалық жағдайды болжаудың маңызды этабының бірі, мұнын соңында ауа райы болжанады.

Жаңа қысым жүйелерінің пайда болуын болжағанда үш мақсат шешіледі:

- 1) пайда болу фактісін болжау,
- 2) болжам құрастырылатын мерзімге оның пайда болу жерін болжау,
- 3) жаңа қысым жүйесінің ортасында қысымды болжау.

Циклон мен антициклондар жиі:

- а) азжылжымалы фронттарда,
- б) суық фронттың жәй жылжитын бөліктерінде,
- в) бұрын пайда болған циклондардың окклюзия нүктесінде,
- г) фронттың жылы бөлігінде пайда болады.

Жаңа циклон пайда болатын фронттар тропосфера қабатында анық көрсетіледі

немесе $\frac{\partial T}{\partial v} \geq 16 - 24$ дам/1000 км болатын ЖФА сәйкес келеді. Циклон пайда болатын

ЖФА-мен әдетте жылғалы ағыс байланысты болады, циклон жылғалы ағыстың жылы антициклондық шетінде пайда болады, сосын дамыған сайын жылғалы ағыстың суық циклондық шетіне ауысады. Циклонның пайда болуына қысым алабы, термикалық және құйынның адвекция факторы болысуы керек. Термикалық (жергілікті) циклондар ауа төселме беттен біркелкі қызбауынан пайда болады. Антициклонның пайда болуы мен дамуы циклонның дамуымен тығыз байланысты. Көрші орналасқан циклон мен антициклонның дамуы бір ЖФА-мен, бірақ әртүрлі бөлігімен байланысты.

Антициклондар азградиентті қысым алабында жиі және тез пайда болады. Антициклондар бұрын байқалған жотаның осінде де пайда болуы мүмкін.

Жер бетінде антициклонның пайда болуына ең қолайлы жағдайлар бұрынғы циклонның суық фронт сызығының артында дамитын барикалық жотаның аймағында, егерде биік қысым алабы теріс таңбалы жылдамдық құйынның қалыптасуына алып келсе болады. Термикалық фактор де антициклогенезге қолайлы болуы керек. Тропикалық емес (жергілікті) антициклондар төселме бетпен жылуалмасу біркелкі болмаған жағдайында пайда болады.

Қысым жүйелерінің жылжуын болжау үшін көптеген эмпирикалық ережелер, есептеу формулалары және статистикалық байланыстар құрастырылып қолданады.

Ең оңай әдіс – ол сызықтық және сызықтық емес экстраполяция әдісі. Сызықтық экстраполяция кезінде келесі уақыт аралығында циклон (антициклон) өткен уақыттағы бағытпен және сол ара қашықтыққа жылжиды деп саналады. Сызықтық емес экстраполяция жағдайында қысым жүйелерінің жылжу жылдамдығының өзгеруі ескеріледі, яғни екі уақыт аралығындағы жылжудың бағыты мен жылдамдығының өзгеруі бойынша анықталатын үдеу.

Изаллобарикалық ошақтар, олар байланысты циклон мен антициклонның орталығына қарағанда, тұрақты жылдамдықпен және дұрыс траекториямен жылжитының тәжірибие көрсетті. Сондықтан изаллобарикалық ошақтардың жылжуын болжағанда жақсы нәтижелерді сызықтық экстраполяция әдісі береді.

Циклонның (антициклонның) ортасынан бірдей арақашықтықта орналасқан, анық көрсетілген изаллобарикалық қос ошақтары бар жылжымалы циклондар мен антициклондар қысымның өсу және төмендеу аймағын қосатын сызықтың бойымен жылжитыны анықталған. Синоптикалық практикада ең көп қолданылатын әдіс – ол жетекші ағын әдісі.

Жылжымалы циклондар мен антициклондар 4 – 6 км қабатында күшті құйындалған тұрақты ағынның бағытымен және осы ағынның жылдамдығына пропорционалды жылдамдықпен жылжитының С.И. Троицкий мен В.Л. Линхель бақылау материалдарынан анықтаған. Бұл ағынды олар жетекші деп атады. Кейін пропорционалдық коэффициенті at_{700} деңгейінде $\approx 0,8$, ал AT_{500} деңгейінде $\approx 0,6$ тең екенін анықтады. Коэффициенттердің мәндері жетекші ағынның жылдамдығынан бағынды болады және берілген изобарлық деңгейлер үшін тұрақты болып табылмайды.

Жетекші ағын ережесінен шығатын ереженің бірі Я. Бьеркнес-Сульберг ережесі болып табылады. Олар, жас циклондар жылы сектордың изобарларына, суық ауаны сол жағына қалдырып, параллельды жылжитынын анықтады.

Антициклонның жылжуын болжағанда келесі ережені қолдануға болады. Егер AT_{700} деңгейіндегі антициклонның ортасы жер бетіндегі ортасымен сәйкес келсе, онда антициклонның жылжу бағыты OT_{1000}^{500} изотермаларының бағытымен анықталады.

Әр әдістің әртүрлі дәлділігіне қарамастан, синоптик соның әрқайсысын қолдана білуі керек.

Толып келе жатқан циклондардың қайтадан тереңдеуі немесе туындауы, және де осыған дейін дұрыс дамымаған жас циклондардың күрт тереңдеуі циклондардың регенерациясы деп аталады.

Регенерация кезінде жер бетінде циклонның ортасында қысымның өсуі оның төмендеуімен ауысады, кейде төмендеуден кейін қысымның тегіс жүрісі, сосын қайтадан қысымның күрт төмендеуі басталады.

Циклонның жылжу бағыты да өзгереді, жылжу жылдамдығы күрт өседі, ескі фронт күшейеді немесе жаңа фронт пайда болады, жел, жауын-шашын күшейеді, ауа райы бұлыңғыр болады.

Циклонның регенерациясына алып келетін негізгі процесс – ол оның артына суық ауаның қатты енуі. Мұндай жағдай циклонның температуралық алабының асимметриясын көбейтеді және ортасына жақын жерде қысымның төмендеуіне алып келеді. Суық ауаның енуі циклон жүйесіне жаңа негізгі фронт кіргенде болады. Полярлы-фронтальды циклондардың артына суық арктикалық ауа енген кезде регенерациясы жиі болады.

Антициклонның бұзылып келе жатқаннан кейін қайтадан күшеюі, және де алдыңғы күшеюден кейін өз қарқындылығын біраз уақыт өзгертпен антициклонның күшеюі регенерация процессі деп аталады. Екі негізгі түрі болады:

1) Биік жылы антициклон суық соңғы антициклонмен қосылған кезде оның регенерациясы болады. Бұл жағдайда ескі антициклонның үстінде биік термобарикалық алабында жфа қайтадан пайда болады немесе күшейеді.

2) Ескі антициклонның жотасында жаңа антициклонның даму нәтижесінде антициклогенез процессінің қайтадан болуы. Жаңа антициклон күшейіп, көлемі үлкейеді, дамуының барлық кезеңдерін өтіп, ескі антициклонмен қосылады.

Регенерацияланған антициклонның өмір сүруінің ұзақтығы көбеюі мүмкін.

Циклонның регенерациясының екінші варианты болып суық фронта байқалатын циклонның қасында жаңа циклонның дамуы және оның ара қарай жылжып, екі орталықтың қосылуы табылады.

Жаңа пайда болған циклон биік ескі циклонның қасында дамығандықтан, барикалық топография карталарында жаңа циклон да биік қысым жүйесі сияқты болады.

Жаңа циклон дамыған сайын ескі циклонның изобарлары анық көрінбейді және ескі циклон толады.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Атмосфералық фронттарда толқынның пайда болуын қандай факторлер қалыптастырады?
2. Циклонда толқынның жалпы даму белгілерін айтыңыз.
3. Окклюзия нүктесінде циклонның пайда болу белгілерін айтыңыз.
4. Әр түрдегі фронттарда циклонның пайда болу мен даму жағдайларын түсіндіріңіз. Неліктен жылы фронттарда циклондар сирек пайда болады?
5. Циклонның (антициклонның) осі квазивертикалды. Осыдан циклонның (антициклонның) жылжуы мен эволюциясын болжау үшін қандай тұжырым шығаруға болады?
6. Циклонның эволюциясына оның артынғы және алдыңғы жақтарына температураның адвекция ерекшелігінің әсері қандай?
7. Я. Бьеркнес–Сульберг әдісі бойынша қандай қысым жүйелерінің жылжуын болжауға болады?
8. Неге изаллобарикалық ошақтардың экстраполяциясы, қысым жүйелерінің орталықтарын жылжытқанға қарағанда, жақсы нәтижелерді береді?
9. Қандай жағдайларда сызықтық және сызықтық емес экстраполяция қолданылады?
10. Циклонның регенерация процессінің тұжырымы неде? Қандай процесстердің нәтижесінде циклонның регенерациясы болады?
11. Антициклонның регенерация процессінің тұжырымы неде? Қандай процесстер антициклонның регенерациясына алып келеді?

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1977.
2. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Л.: Гидрометеоиздат. 1986. Ч.1.
3. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеоиздат. 1991.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. Алма-Ата: Изд. КазГУ. 1967.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.

Лекция № 8

Болжаулардың жалпы сипаттамасы, олардың мағынасы және классификациясы.

Жалпы қолданыстағы балжамдарда пайдаланылатын терминология

Метеорологиялық жағдайлардың әсеріне ұшырамайтын адам затының іс-әрекеті жоқ. Ауыл шаруашылығының метеорологиялық жағдайлардан байланысы өте күшті, сондықтан Гидрометеорологиялық қызметінің негізгі тұтынушысы болып табылады.

Ауа райының болжамдары және қауіпті құбылыстар туралы ескертулер тұтынушыға қажет шараларды өткізуге мүмкіндік береді.

Метеорологиялық болжам ретінде атмосфераның болжам берушімен күтілетін күйін сипаттауын айтады. Болжамдардың әртүрлі классификациялары бар, өйткені олар болжамның әрекет ету уақыты, әрекет ету аймағы, мазмұны, тұжырымының сипаты, дәлділік дәрежесі бойынша ажыратылады.

Осы бөлінулерге байланысты болжамның келесі түрлерін ажыратады:

- 1) қысқамерзімді және ұзақмерзімді,
- 2) тәуліктік, оперативтік және штормдық ескертулер,
- 3) пункт бойынша, аудан бойынша, маршрут бойынша, фондық,
- 4) жалпы және арнайы.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Болжамдық әдістемеге негізгі талаптар қандай?
2. Болжау әдістерін объективті бағалау принциптері ретінде нені қолданамыз?
3. Метеорологиялық болжам дегеніміз не?
4. Жалпы және арнайы болжамдарда қандай терминология қолданылады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч.1 Л.: Гидрометеиздат. 1986.
2. Коженкова З.П. Курс лекций по дополнительным вопросам синоптической метеорологии. Алма-Ата: КазГУ. 1976.
3. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
4. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
5. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.
6. Прогнозирование синоптического положения: учебное пособие/ А.Б. Лебедев. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2011. – 113 с.

Лекция № 9.

Синоптикалық жағдайларды болжау әдістері мен маңызы; болжамды карта-схемасын қолмен құрастыру әдісі

Синоптикалық орналасуды болжау ауа райын болжауының бірінші дайындық этабы болып табылады және осы болжамның негізі болады.

Синоптикалық орналасу дегеніміз ауа райы карталарында көрсетілген, уақыттың берілген кезеңіндегі атмосфералық процесстердің жиынтығы.

Синоптикалық орналасуды болжау дегеніміз келесі кезеңге атмосфералық процесстердің даму схемасын құрастыру, яғни қысым жүйелерінің, атмосфералық фронттардың және ауа массаларының жылжуы мен эволюциясын болжау.

Синоптикалық орналасуды болжау тәсілдерін екі түрге бөлуге болады:

1. термодинамиканың және гидродинамиканың теңдеулерін шешуінде немесе математикалық статистика және ықтималдық теория әдістерін қолдануда негізделген сандық әдістер;
2. екі құраушыдан тұратын синоптикалық әдіс:
 - а) формальды және физикалық экстраполяция тәсілдерінде негізделген,
 - б) синоптиктің атмосфералық процесстердің күтілетін дамуы туралы сапалы-физикалық тұжырымдарында негізделген синоптикалық әдіс.

Болжамның ең толық және негізгі түрі болып қазіргі кезде болжамды немесе болашақ карта деп аталатын ауа райының күтілетін картасы табылады. Болжамды жер картасын құруының негізі болып атмосфералық процесстердің дамуының жалпы

тенденциясын анықтау табылады. Болжамды картасының құруын келесі жүйелілікпен жасау керек:

- 1) бастапқы қысым алабына және өткен кезеңдегі синоптикалық процесстің дамуына толық үшөлшемді физикалық талдау. Өткен кезеңдегі әр түрлі аймақтағы ауа райы жағдайларының өзгеруін талдау.
 - 2) негізгі қысым жүйелерінің жылжуын болжау, яғни циклон мен антициклонның орталықтарының және жыралар мен жоталардың осьтарының болашақ орналасуын анықтау.
 - 3) циклон мен антициклонның орталықтарындағы және жыралар мен жоталардың осьтарындағы болашақ қысымды есептеу.
 - 4) әр түрлі көмекші нүктелерде атмосфералық қысымды есептеу.
 - 5) изобарды жүргізу.
 - 6) қысым жүйелерінің эволюциясын болжау.
 - 7) негізгі және қайталанған фронтальды бөліктердің эволюциясын және жылжуын болжау.
 - 8) болашақ синоптикалық орналасудың картасын соңғы рет безендіру.
- Синоптикалық орналасудың болжамы кешенді болжам болып табылады.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Синоптикалық жағдай деп нені түсінуге болады және синоптикалық жағдайды болжаудың мағынасы қандай?
2. Физикалық және формальды экстраполяция тәсілдерінің маңызы неде және синоптиктің сапалы-физикалық қорытындылары немен негізделеді?
3. Циклонның (антициклонның) эволюциясын болжаған кезде АТ₇₀₀ картасындағы изаллогипстер және қысым тенденциялары қалай қолданылады?
4. Циклонда фронттың орналасуы бойынша оның эволюциясы туралы қалай талқылауға болады?
5. Фронттар эволюциясын қалай түсінуге болады?
6. Фронтальды беттің ылди бұрышының өзгеруін қалай болжайды?
7. Фронт жатқан жыраның құрылымы мен фронттың эволюциясы арасында қандай байланыс бар?
8. Қысым жүйелерінің жылжуының жалпы болжамы қалай беріледі?
9. Атмосфералық фронттардың жылжуының жалпы болжамы қалай беріледі?
10. Фронт байланысқан циклонның жылжуы, фронттың жылжуын болжаған кезде ескеріледі ме, егер ескерілсе, онда қалай?

Ұсынылған әдебиет:

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч.1 Л.: Гидрометеоиздат. 1986.
2. Коженкова З.П. Курс лекций по дополнительным вопросам синоптической метеорологии. Алма-Ата: КазГУ. 1976.
3. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
4. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
5. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.
6. Прогнозирование синоптического положения: учебное пособие/ А.Б. Лебедев. – СПб.: ВКА имени А.Ф. Можайского, 2011. – 113 с.

Ауа температурасы мен ылғалдылық алқабының өзгеруін анықтайтын факторлар; жерге жақын қабаттағы ауа температурасы мен ылғалдылықты болжау

Ауа температурасы мен ылғалдылықтың жергілікті өзгеруін анықтайтын негізгі факторлар болып келесілер табылады:

1) Адвекция, яғни ауа массаларының горизонтальды тасымалдануы.

2) Ауа массаларының трансформациясы, яғни жылы төселме бетке жылжыған кезде оның жылынуы. Жерге жақын қабатта ауа ылғалдылығының трансформациялық өзгеруі негізінен тасымалдау траектория бойында төселме беттің ылғалдану дәрежесінен және вертикальды турбуленттік алмасудың қарқындылығынан бағынышты болады. Вертикальды турбуленттік алмасу өз кезегінде температуралық стратификацияның тұрақсыздығы көбейген сайын және жел күшейген сайын өседі.

3) Турбуленттік жылуалмасумен қалыптасатын ауа температурасы мен ылғалдылықтың тәуліктік жүрісі.

Жерге жақын қабатта температура мен ылғалдылықтың болжамы бір схемамен және бір бастапқы материалдармен құрастырылады. Болжамды формулалар:

$$T_{\text{болжамды}} = T_o + \delta T_a + \delta T_{mp} + \delta T_{m.ж.}$$

$$T_d = T_{d_o} + \delta T_{d_a} + \delta T_{d_{mp}} + \delta T_{d_{m.ж.}}$$

Ауа температурасының тәуліктік жүрістің әсерінен өзгеруін болжамды 24 сағаттан басқа уақыт мерзіміне құрған кезде ескереді.

Болжам бөлімдерінде ылғалдылықтың тәуліктік жүрісі туралы мәліметтер әрқашанда болмағандықтан, келесі формуламен есептесе де жеткілікті болады:

$$T_{d_{\text{болжамды}}} = T_{d_a} + \delta T_{d_{mp}} .$$

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Температураның жергілікті өзгеруі қандай факторлардан бағынышты?
2. Жер бетінде температураны болжаған кезде қандай негізгі факторлар ескеріледі?
3. Температураның адвективті өзгеруін қалай есептеуге болады?
4. Температураның трансформациялық өзгеруін қалай есептеуге болады?
5. Температураның тәуліктік жүрісінің болжамы қалай құрастырылады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
2. Практикум по синоптической метеорологии. /Под ред. В.И. Воробьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч.1 Л.: Гидрометеиздат. 1986.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по дополнительным вопросам синоптической метеорологии. Алма-Ата: КазГУ. 1976.
5. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
6. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
7. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.

Ауа температурасын синоптикалық әдіспен болжау, ауаның минимальды және максимальды температурасын болжау, үсіктерді және ормандарда өрт қауіпін болжау.

Жалпы болжамдарда түнге ауаның минимальды температурасы және күндізге ауаның максимальды температурасы көрсетіледі. Пункт бойынша болжағанда екеуінде 2 °С және аймақ бойынша болжағанда 5 °С градациясында беріледі. Температураның күрт өзгеруі күтілетін жағдайларда өзгеру уақыты мен ауаның күтілетін температурасы болжанады. Арнайы болжамдарда тұтынушыға қажет мерзімдердегі температурасы көрсетіледі. Ауаның максимальды және минимальды температурасы ауа райы карталарының мәліметтерімен келесі формула бойынша есептелуі мүмкін:

$$T = T_a + \delta T_{mp} + \delta T_{m.ж.}.$$

Өтіп баражатқан тәулікке T_{max} және T_{min} өткен тәуліктің максимальды және минимальды температуралар картасы бойынша келесі формулалармен есептелуі мүмкін:

$$T_{min} = (T_{max})_a + \delta T_{mp},$$

$$T_{max} = (T_{max})_a + \delta T_{mp},$$

мұнда $(T_{min})_a$ және $(T_{max})_a$ – 24-сағаттық траекторияның алғашқы нүктесіндегі минимальды және максимальды температуралардың мәндері. Осымен қатар, экстремальды температуралар О.П. Глазованың тәуліктік жүріс графиктерінің көмегімен анықталады. Өтіп баражатқан күнге таңертеңгі вертикальды зондылау мәліметтері бойынша T_{max} болжау үшін кең қолданылатыны О.П.Глазовамен анықталған Н.И. Бельский әдісі болып табылады. T_{min} болжаудың Н.Е. Берлянд пен А.С. Зверев әдістері Қазақстанның болжау бөлімдерінде кең қолданылады, өйткені олар жеңіл және бастапқы мәліметтері оңай алынады.

Үсік дегеніміз ауаның орташа тәуліктік температурасы тұрақты оң таңбалы болғанда ауаның және топырақ бетінің температурасының 0°С-ға дейін және одан да төмен төмендеуі. Үсіктердің қалыптасуының негізгі себебі болып нәтижелі сәулелешіғару табылады. Үсіктер пайда болу себептеріне байланысты үш түрге бөлінеді: адвективтік, радиациялық және адвективтік-радиациялық. Кеш көктемгі және ерте күзгі үсіктер арктикалық ауада қалыптасқан антициклондар мен жоталарда және циклондардың артқы бөлігінде пайда болады. Үсіктер ойпатта немесе топырақ бетінің қатты салқындауына алып келетін, тыныш ашық ауа райы кезінде анық көрсетілмеген қысым алабында байқалады.

Үсіктерді болжаудың негізі – T_{min} болжау. Үсіктердің болжамы берілген ауданда үсіктердің пайда болу жағдайларын ескеріп, синоптикалық орналасудың болжамы негізінде ауа райының жалпы болжамдарын және ауыл шаруашылығына болжам құрастырғанда беріледі.

Үсіктің болу мүмкіндігі температураның адвективтік және трансформациялық өзгеруін, және тәуліктік жүрісін ескеріп болжанған T_{min} мәнімен анықталады.

Үсіктерді болжағанда суық ауаның ылғалдылығына көңіл бөлу керек және келесілерді ескеру керек:

- 1) егер жергілікті уақыттың 21 сағатында $T_d < 0^\circ\text{C}$, онда түнгі үсіктерді күту керек,
- 2) егер 21 сағатта $T_d < 2^\circ\text{C}$ болса, онда ашық аспан және желсіз болғанда түнгі үсіктерді күтуге болады.

Үсіктерді болжау үшін есептеу әдістері бар, мысалы М.Е.Берлянд ұсынған. Қазақстанда бұл әдіспен Таразда, Ақтауда және Өскеменде T_{min} болжамын есептейді. Оның орташа ақталушылығы 76%.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Аэрологиялық диаграмманың көмегімен максимальды температураның болжамы қалай құрылады?
2. М.Е.Берлянд номограммалары бойынша ауа мен топырақ бетінің минимальды температурасын қалай есептеуге болады?
3. А.С.Зверев әдісі бойынша минимальды температураны қалай есептеуге болады?
4. Үсік дегеніміз не? Үсіктің қандай түрлерін білесіз, олардың пайда болуының себебі қандай?
5. Үсіктің болжамы қалай құрылады?
6. Температураның қандай мәндері апатты гидрометеорологиялық құбылыстарға жатады?
7. Үсікті болжағанда қандай есептеу әдістері болжау орталықтарында кең қолданылады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Практикум по синоптической метеорологии. /Под ред. В.И.Воробьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч.1 Л.: Гидрометеиздат. 1986.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по дополнительным вопросам синоптической метеорологии. Алма-Ата: КазГУ. 1976.
5. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
6. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
7. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.

Лекция № 12

Жауын-шашынның қалыптасуын анықтайтын факторлар; ақ жауынды болжау.

Барлық жалпы болжамдарда және арнайы болжамдарда жауын-шашынды болжау міндетті болып табылады. Жауын-шашындар нөсерлі, ақ жауын және сіркіреуік болып бөлінеді. Жауын-шашынның әр түрі белгілі бұлт формаларымен байланысты болады, сондықтан олардың пайда болуы синоптикалық процесстердің белгілі түрімен анықталады.

Нольдік изотерманың биіктігінің болжамын беру қиын болғандықтан, жауын-шашынның фазалық күйін бағалау үшін жер бетіндегі ауа температурасы мен H_{1000}^{850} салыстырмалы геопотенциал арасындағы байланысты эмпирикалық график түрінде қолдануды Г.П. Попов ұсынды. Бұл әдіс Алматы, Тараз, Шымкент және Талдықорған қалаларының болжам бөлімдерінде қолданылады. Сіркіреуік жауындардың қарқындылығы аз, сондықтан жиі оның тек қана пайда болу фактісін болжау маңызды болады. Сіркіреуік жауынның байқалған аймағын, оның эволюциясы мен жергілікті жағдайларды ескеріп экстраполяция жолымен болжайды. Демаркационды графиктер арқылы да болжауға болады.

Синоптикалық практикада кең қолданылатын әдіс – ол Н.В. Лебедева ұсынған аэрологиялық диаграмманың көмегімен ақ жауынның мөлшерін есептеу.

Әдіс қаныққан ауада су буының массалық үлесінің өзгеруін есептеуде негізделген:

$$Q_{\text{ақ жауын}} = 1,5\Delta q_{850} + 1,8\Delta q_{700} + \Delta q_{500}.$$

Бұл формула бастапқы мерзімде 500 гПа жоғары ауадағы су буының конденсациясын ескермейді.

Егер $\tau_{500} \leq -100$ гПа/12 сағат, онда $Q'_{акжауын} = Q_{акжауын} (1 - 0,002\tau_{500})$.

$\Delta q_{850}, \Delta q_{700}, \Delta q_{500}$ - осы уақыт аралығындағы сәйкес изобарлық деңгейден көтерілген кезде қаныққан ауадағы су буының массалық үлесінің индивидуальды өзгерістері.

Ақ жауындардың жауу мүмкіндігін бағалау үшін П.К. Душкин, Е.Г. Ломоносов, Ю.Н. Луниннің графиктерін қолдануға болады.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Жауын-шашынды болжаудың негізгі принциптері қандай?
2. Жалпы болжамдар үшін қандай терминология қолданылады? Жауын-шашынның түрлерін және олар жауатын бұлттарды айтыңыз.
3. Жауын-шашынның қандай сипаттамалары болжанады?
4. Ақ жауын-шашынның пайда болуына және жаууына қандай факторлар әсер етеді?
5. Аэрологиялық диаграмманың көмегімен ақ жауынның мөлшерін қалай есептеуге болады?
6. Ақ жауынның мөлшерін графикалық әдіспен қалай есептеуге болады?
7. Жауын-шашынның фазалық күйінің болжамы қалай құрылады?
8. Сіркіреуік жауын-шашынның болжамы қалай құрылады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Практикум по синоптической метеорологии. /Под ред. В.И.Воробьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
3. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч.1 Л.: Гидрометеиздат. 1986.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по дополнительным вопросам синоптической метеорологии. Алма-Ата: КазГУ. 1976.
5. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
6. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
7. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.

Лекция № 13

Конвекцияның пайда болуын анықтайтын факторлар. Конвекцияның модельдері және оларды болжам мақсатында қолдану.

Атмосфералық конвекцияның даму мүмкіндігін бағалайтын негізгі физикалық принцип тұрақсыздық энергиясының қорын анықтаудан тұрады, бұл энергия босап, конвективті қозғалыстардың статикалық кинетикалық энергиясына ауысуы мүмкін. Практикада статикалық тұрақсыздықтың критеріі ретінде бір деңгейден адиабатты түрде жылжып кележатқан бөлшек пен қоршаған ауа температуралының айырмашылығы қолданылады.

Конвективті құбылыстардың болжамы екі этаптан тұрады:

- 1) келешекте болатын атмосфераның күйін болжау;
- 2) осы күйдің тұрақсыздық дәрежесін және жер бетінен немесе жоғары деңгейлерден конвекцияның даму мүмкіндігін бағалау.

Болжам мақсатында көп қолданатын конвекцияның 3 моделі бар:

I. Бөлшектің адиабатты моделі – қоршаған ауа қозғалмағанда бір кіші ауа көлемінің адиабатты түрде жоғары бағытталған қозғалысын талдауда негізделген. Н.В. Лебедевамен ұсынылған.

II. Н.С.Шишкин ұсынған қабаттың адиабаталық әдісі. Бұл модельде бұлт қабаттарының жоғары бағытталған қозғалысы және бұлтсыз қабаттардың төмен бағытталған қозғалысы қарастырылады. Көтеріліп кележатқан ауа көлемінің айналасындағы төмен түсіп кележатқан ауаға көп маңыз беріледі.

III. Бөлшектің адиабатсыз моделі (И.А.Славин). Бұл әдісте конвекция пайда болған кезде көтеріліп кележатқан ауа көлемі қоршаған ортаның суықырек және аз ылғалданған ауасымен үздіксіз араласады деп санайды. Мұндай араласу тұрақсыздық энергиясын азайтады.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Атмосферада конвективті қозғалыстар қандай жағдайларда пайда болады?
2. Конвекцияның қандай модельдерін білесіз, олардың өзара принциптік айырмашылықтары қандай?
3. Термикалық, еркін және мәжбүрлік конвекцияны қалай түсінуге болады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 616 с.
2. Практикум по синоптической метеорологии. /Под ред. В.И.Воробьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.
3. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Алма-Ата, 1967.
4. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
5. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
6. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.

Лекция № 14

Конвекциямен байланысты құбылыстарды болжау: нөсерлі жауын-шашын мен найзағайды болжау әдістері

Найзағай мен бұршақты болжау әдістерінің көбісі бөлшек әдісінің бір түрі болып табылады. Мысалы, Н.В.Лебедева әдісі. Ол үш жағдайды бөледі:

- 1) Термикалық конвекция:
 - шекаралық қабаттан жоғары шартты-тұрақсыз ($\gamma_a > \gamma > \gamma_{\text{ба}}$),
 - шекаралық қабаттың үстінде үлкен биіктікке дейін ұстап қалатын қабат (инверсия) ($\gamma < \gamma_{\text{ба}}$) болғанда.
- 2) Еркін конвекция: шекаралық қабаттан жоғары $\gamma \geq \gamma_a$ болғанда.
- 3) Мәжбүрлік конвекция: қалың қабатта $\gamma \geq \gamma_{\text{ба}}$, $T=T_d$ болғанда.

Конвекция параметрлері есептеліп, критикалық мәндерімен салыстырылады, сосын конвективті құбылыстар болжанады.

Қазақстанның болжам бөлімдерінде Уайтинг әдісі кең қолданылады. Бұл найзағайды болжау үшін оңай әдіс, найзағайлық индексті (T мен T_d болжамды профилі бойынша) есептеуден тұрады:

$$K = (T_{850} - T_{500}) + T_{d850} - (T - T_d)_{700}.$$

Кейбір орталықтарда найзағайлар Н.И.Глушкова әдісімен, дауылдар Г.Д.Решетов әдісімен болжанады.

Конвекцияны болжаудың әр әдістері географиялық жағынан шектелген, өйткені болжамды шамалардың шектелген мәндері, формулалар және графиктер әртүрлі авторлармен берілген бақылау мәліметтерін өңдеу нәтижесінде алынған.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Конвекцияның параметрлерін қалай есептеп және бөлшектің адиабатты әдісін қолданып конвективті құбылыстардың болжамын беруге болады?
2. Қабаттың адиабатты әдісінің теоретикалық негіздері қандай?
3. Н.С.Шишкиннің жеңілденген әдісі бойынша конвективті құбылыстардың болжамы қалай беріледі?
4. Бөлшектің адиабатсыз әдісі бойынша конвективті бұлттылықтың жоғарғы және төменгі шекарасы қалай анықталады?
5. И.А.Славиннің әдісі бойынша найзағайдың болжамы қалай құрылады?
6. Найзағайды болжаудың қандай сандық әдістерін білесіз?
7. Р.А.Ягудин бойынша түнгі найзағайды болжау әдістемесі қандай?
8. Бұршақты бұлттылықтың дамуы үшін қандай синоптикалық жағдайлар қолайлы?
9. Бұршақты болжағанда радиолокациялық мәліметтерді қалай қолданады?
10. Жер бетінде Н.И.Глушкова әдісі бойынша бұршақты болжау?

Ұсынылған әдебиет:

1. Руководство по краткосрочным прогнозам погоды. Ч.1 Л.: Гидрометеоиздат. 1986.
2. Практикум по синоптической метеорологии. /Под ред. В.И. Воробьева. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 288 с.
3. Практикум по синоптической метеорологии. /Под ред. А.С. Зверева – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 335 с.
4. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. – Л.: Гидрометеоиздат, 1991. – 616 с.
5. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Алма-Ата, 1967.
6. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
7. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
8. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.

Лекция № 15

Желді болжау кезіндегі жел алқабының ерекшеліктері мен оның өзгерістерін ескеру, шанды дауылды, қарлы боранды болжау

Жел – ол ауаның жер бетіне қатысты қозғалуы, кеңістіктің берілген нүктесінде жылдамдық пен бағытымен сипатталатын $\vec{V}$ векторымен көрсетіледі.

Жел деп ауа қозғалысының горизонтальды құраушысын айтады, өйткені, біріншіден, ол жер бетінде де және еркін атмосферада да кәдімгі құралдармен анықталады. Екіншіден, атмосфераның төменгі қабатында желдің вертикальды құраушысы горизонтальды құраушысынан аз және оны ескермесе де болады. Жел жылдамдығының сандық мәндері жер бетінде м/с-пен, ал биіктікте – км/сағ. өлшенеді; арнайы болжамдарда: теңіз бен мұхиттарда бағыты – градуспен, жылдамдығы – узлымен, теңіз флоты үшін желдің күші баллмен беріледі. Жалпы болжамдарда желдің бағыты көкжиектің ширегімен (қайдан соғып тұрғанын) 18 румбалық жүйе бойынша немесе градуспен (авиация үшін) көрсетіледі. Желдің жылдамдығы 15 – 29 м/с (максималды жылдамдығы) жетсе, онда ол қауіпті болады. Өте қауіпті құбылыстың критеріі ретінде жел жылдамдығының 30 және

одан да көп м/с-ке дейін күшеюі алынады, бірақ әр аудан үшін жергілікті критерийді анықтау керек. Синоптик міндетті түрде таулы аудандар үшін тау-аңғар циркуляцияның, фенның ерекшеліктерін, және де жергілікті циркуляцияның басқа түрлері мен жер бедерінің әсерін ескеру керек. Атмосфералық процесстердің даму заңдылықтарынан басқа жер бетінде және биіктікте жел турбуленттіліктің жағдайы мен дәрежесінің өзгеруі нәтижесінен тәуліктік жүріске ұшырайды. Турбуленттіліктің жағдайы мен дәрежесі өз кезегінде ауа массаларының стратификациясынан, ауа температурасының тәуліктік жүрісінен, бұлттылықтан бағынды болады.

Терминология, алдын-ала ескерту уақыты тұтынушылармен анықталады (энергетика, теплосеть, құрылыс, темір жолы, авиация және т. б.). Бірақ көп жағдайда тұтынушыларға күшті және дауылды желдердің болжамы керек болады.

Жер бетіндегі желдің болжамы қысым алабы мен фронттың дұрыс болжамына негізделеді. Күтілетін бағыты изобардың бағытымен сәйкес келеді, бірақ жер бетіндегі үйкеліс күшінің әсерінен жел изобардың бағытынан құрлықта шамамен 30°-қа және теңіз үстінде шамамен 15°-қа ауытқуын ескеру керек.

Желдің жылдамдығын болжағанда қысымның күтілетін алабынан басқа эмпирикалық ережелер және сандық әдістер қолданылады.

Қазіргі кезде қолданатын желдің болжау тәсілдерінің әдістемелік негіздері бірдей:

1) $\left(\frac{\partial P}{\partial n}\right)$ қысым градиентін ескеру,

2) нақты желдің геострофикалық желге қатынасы $k = \frac{V}{V_g}$, теңіз үстінде орташа

алғанда $k \approx 0,7 - 0,8$, құрлық бетінде 0,5-0,6 тең болады.

3) атмосфераның стратификациясы,

4) синоптикалық орналасу.

Жел жылдамдығын болжау әдістерінің бірі солтүстік Қазақстанда көп қолданатын Е.П. Веселовтың әдісі.

Желдің болжамымен бірге қарлы боранның болжамы байланысты. Қарлы боранның болжамы синоптикалық процесстердің дамуын болжауда негізделеді және қар мен қар жамылғысының күйінің болжамына қарайды.

Қарлы боранға қолайлы жағдайлар белгілі синоптикалық процесстерде болғандықтан, ауа райы қызметінің бөлімдерінде болжамда қолдану мақсатында осындай синоптикалық процесстерді алдын-ала айқындау бойынша жұмыстар жүргізіледі.

Қарлы боран даму үшін ең қолайлы жағдайлар шекаралық қабатта циклон мен антициклонның арасында болады. Қазақстанда қарқынды қарлы борандар үлкен термодинамикалық энергиясы бар оңтүстік циклондармен жылы фронттарда байқалады.

Күшті қарлы борандар циклондар батыстан шығысқа қарай жылжыған кезде, және сүңгітін циклондар болған кезде байқалады. Сүңгітін циклондардың траекториясы оңтүстікке қарай қатты бағдарланса және қысым алабында циклон анық көрінсе, онда Қазақстанның батыс және солтүстік аудандарына қарлы боранның таралуы ықтимал. Жалпы қарлы борандар желдің жылдамдығы 7 м/с, шамалы борасын мен төменгі қарлы борандар желдің жылдамдығы шамамен 5 м/с болған кезде пайда болуы мүмкін.

Шаңды (құмды) боран дегеніміз күшті желмен шаң мен құмның үлкен мөлшерін тасымалдау, көріну қашықтық күрт төмендейді.

Шаңды боран басталатын желдің жылдамдығының критикалық мәндері жер бетінен және топырақтың құрылымынан байланысты, сондықтан әр ауданға әртүрлі болады. Жиі 10 – 12 м/с кезінде басталады.

Синоптикалық жағдайды ескеріп негізінен II-негізді суық фронтпен байланысты болатын фронтальды шаңды боран және ішкімассалық немесе штормды аймақтың шаңды борандарын ажыратады.

Фронтальды шаңды боранның болжамы келесі болжамдарға келеді:

- 1) фронтальды аймақта желдің күшін,
- 2) фронттың жылжу жылдамдығын,
- 3) фронт аймағында вертикалды қозғалыстардың қарқындылығын.

Ішкімассалық шаңды борандар, жер бетінде қысымның горизонтальды градиенті үлкен болатын аудандарда байқалады.

Болжамның алгоритмы:

1. ауа райының бастапқы картасындағы синоптикалық орналасу типтік процесстермен салыстырылады,
2. жел жылдамдығының болжамы беріледі,
3. топырақ бетінің күйі және ауа массаларының стратификациясы ескеріледі,
4. жер бедері мен басқа жергілікті жағдайлар ескеріледі.

Шаңды борандарды болжағанда олардың әртүрлі синоптикалық процесстер кезінде тәуліктік және жылдық жүрісін және әр мезгілде олардың аудан бойынша таралуын ескеру қажет.

Дауыл – жер бетінде қысқа мерзімде желдің күрт күшеюі, оның бағытының өзгеруі байқалады. Дауыл болғанда желдің жылдамдығы 20 – 30 м/с-ке дейін жетіп, асуы мүмкін және ол градиенттік желден үлкен. Дауылдың пайда болуы күшті будақ-жауын бұлттың дамуымен байланысты. Дауылдар әдетте нөсерлі жауын мен найзағай, жиі бұршақпен бірге байқалады. Бірақ кейде құрғақ дауылдар және ашық аспан кезінде де болуы мүмкін.

Ішкімассалық және фронтальды дауылдарды бөледі. Ішкімассалық дауылдар термикалық конвекция кезінде найзағай дамығанда жылы тұрақсыз ылғалды ауа массасына немесе термодинамикалық конвекция кезінде циклонның артында суық тұрақсыз ауа массасына тән. Ең қауіптісі – ол суық фронттармен (81%) немесе суық окклюзия фронттарымен байланысатын фронтальды дауылдар. Дауылдың дамуына қолайлы болатын жағдайларға келесілер жатады:

- 1) ауа массаның ішінде үлкен үлесті ылғалдылық, шамамен 10 г/кг,
- 2) фронттың алдында жылы ауаның максимальды температурасы шамамен 30 °С,
- 3) құрлық бетінде суық фронтта температураның айырмашылығы жиі 10 °С-тан асады және сирек 8 °С төмен болады,
- 4) суық фронттың артында қысымның өсуі 3-5 гПа/3 сағатқа құрайды.

Дауыл пайда болу үшін ең қолайлы синоптикалық жағдай болып жиі оңтүстік-батыстан солтүстік-шығысқа бағытталған немесе квазимеридиональды бағытта жәй жылжитын жазғы суық фронттар табылады.

Дауылдар 30-40 км/сағ. жылдамдықпен жылжитын толқындардың қасында пайда болады. Дауылдар жылғалы ағыстын антициклонды шетінде, биіктікте ағын бойынша жел әлсіреп изогипстердің шашырауы болатын жерде дамиды.

Ішкімассалық найзағай мен дауылдар жоғарғы депрессия аймағында пайда болады, өзінің максимальды дамуына оның алдыңғы шетінде әлсіз оңтүстік және оңтүстік-батыс желдері басым болатын және оның дивергенциясы болатын жерде жетеді.

Қолайлы синоптикалық жағдайға жер беті мен 850 гПа деңгейінде циклонның жылы секторінде кішкентай қысым жыраларының болуын жатқызуға болады. Түнгі немесе таңертеңгі сағаттарда шамалы бұлтты немесе ашық ауа райы байқалады. Бірақ күндіз “дауыл сызығының” пайда болуымен күшті конвекция дамиды. Дауылды болжау үшін эмпирикалық формулалар және сандық әдістері бар. Көп қолданатыны Г.Д. Решетов, Б.Е. Песков және А.И. Снитковский әдістері.

Дайындалуға арналған сұрақтар:

1. Желдің жылдамдығы қандай факторлардан байланысты?
2. Жер бетінде желдің жылдамдығының болжамын ауаның стратификациясын, температураның тәуліктік жүрісін ескере отырып қалай құрастыруға болады?

3. Жер бетінде желдің болжамын Е.П.Веселовтың әдісі бойынша қалай құрастыруға болады?
4. Жылдамдығы 24 м/с жоғары желдің болжамын А.И.Снитковский әдісі бойынша қалай құрастыруға болады?
5. Жалпы және арнайы болжамдарда желдің жылдамдығын болжағанда қолданылатын терминология?
6. Қауіпті және өте қауіпті құбылыстардың критериялары?
7. Шаңды дауылдың жалпы сипаттамасын беріңіз.
8. Шаңды дауылдың болжамын қалай құрастыруға болады?
9. Қарлы боранның түрлерін атаңыз, оларға сипаттама беріңіз.
10. Қарлы боранның болжамын қалай құрастыруға болады?
11. Дауыл дегеніміз не? Оның пайда болуының жағдайы мен механизмі.
12. Б.Е.Песков және А.И.Снитковский әдәсі бойынша дауылдың болжамы қалай құрылады?
13. Г.Д.Решетов әдісі бойынша дауылдың болжамы қалай құрылады?
14. Дауыл даму үшін қандай синоптикалық жағдайлар қолайлы болады?

Ұсынылған әдебиет:

1. Зверев А.С. Синоптическая метеорология Л.: Гидрометеиздат. 1977, 711с.
2. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л.: Гидрометеиздат. 1991, с. 501-512
3. Практикум по синоптической метеорологии. /Под ред. В.И. Воробьева. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 288 с.
4. Коженкова З.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Алма-Ата, 1967.
5. Валькова В.В., Шушарина Л.М., Нысанбаева А.С. Атмосфералық фронттарды талдау үшін әдістемелік нұсқаулар. – А-Аты: «Қазақ университеті», 2004. – 25 б.
6. Дашко Н.П. Курс лекций по синоптической метеорологии. – Владивосток: изд. ДВГУ, 2005.
7. Шушарина Л.М., Оракова Г.О., Мунайтпасова А.Н.. Ауа райын болжаудың арнайы әдістері. Лабораториялық практикум.– Алматы «Қазақ университеті», 2015. – 99 с.