

ЛАБОРАТОРИЯЛЫҚ САБАҚТАРДЫ ЖҮРГІЗУ ҮШІН ӘДІСТЕМЕЛІК НҮСҚАМА

1-сабақ. Атмосфера қысымын өлшейтін аспаптар. Барометрлер, барографтар. Олардың жұмыс істеу принциптері. Олармен бақылау жүргізу. Атмосфера қысымына есептер шығару.

Метеорологияда атмосфера қысымын өлшеу үшін негізгі төрт түрлі құралдар қолданылады:

1. Гидростатика заңдары негізінде жұмыс істейтін сұйықтық барометрлер;
2. Қатты денелердің серпімділік қасиетін қолданып жасалған барографтар мен анероидтар;
3. Газдардың серпімділік күші қолданылатын газды барометрлер;
4. Сұйық заттардың қайнау температурасының сыртқы ауа қысымына бағыныштылығы қолданылатын құрал - гипсотермометр.

Барометрді алғаш Торричелли (1643 ж.) ойлап тапқан және оны торричелли трубкасы деп атап кеткен. Ал, ол аспапты барометр деп атаған Бойля (1665 ж.). Өзінің тәжірибесінде Торричелли ұзындығы 90 см, бір жағы бітеу шыны трубкаға сынап толтырып, оны төңкеріп ашық жағымен сынап құйылған ыдысқа батырған. Сонда трубкадағы сынаптың біршамасы ыдысқа құйылып, басым бөлігі - 76 см-дейі трубкада қалып қойған. Бұдан ғалым мынадай қорытынды шығарған: трубкадағы сынап бағанының ауырлық күші, ыдыс бетіне түсетін ауа қысымы күшіне теңеліп тұр, яғни трубкадағы сынап салмағы, табан ауданы трубкакікіндей атмосфера бағанының салмағына тең. Барометрде сұйық зат ретінде сынаптың қолданылатын себебі, ол ауыр және өте тығыз ($\rho=13,5957 \text{ г/см}^2$), сонымен қатар 60°C температураға дейін сынап буының серпімділігі (қысымы) өте төмен болады. Барометрлік трубкадағы сынаптың үстінде сынап буы болғанның өзінде, қысымды өлшегенде сынап буы серпімділігін ескермесе де болады. Сондықтан барометрлерде сынап қолданылады. Кейбір жағдайларда, кіші қысымдарды өлшеу үшін басқа да сұйық заттар қолданылады, мысалы: спирт, толуол, май барометрлері. Май барометрі стратосферадағы қысымды өлшеу үшін қолданылады. Құрылысы бойынша барометрлер 3 түрге бөлінеді: чашкалы, сифонды-чашкалы және сифонды барометрлер.

Өлшенген қысым мәніне мынадай түзетулер енгізіледі:

1. аспаптық түзету, ол барометрдің сертификатында көрсетіледі;
2. ауырлық күшіне түзету;
3. температуралық түзету.

Анероид. Атмосфера қысымын барометр-анероидпен де өлшейді. Онда сезімтал элемент ретінде ішіндегі ауасы сорып алынған жіңішке дөңгелек темір қалбырша (барокоробка) қолданылады. Ол қалбырша атмосфера қысымының әсерінен сығылып немесе ұлғайып тұрады, яғни оның үстіңгі және астыңғы қабырғаларының ортаңғы осьтерінің ара-қашықтығы өзгереді. Анероидтің сезімталдығын ұлғайту үшін, бір-біріне ортаңғы осьтерімен жапсырылған 4-5 барокоробка тізбегі қолданылады. Ауа қысымы өскенде барокоробка сығылады да, арнайы тасымалдау механизмі көрсеткіш тілді шкала бойымен қозғайды. Ол механизм бірнеше рычагтар мен пружиналардан тұрады. Анероид шкаласының бетіне ауа температурасын өлшейтін кішкентай термометр орнатылады.

Анероидпен қысымды өлшер алдында, рычагтардың үйкелісін жою үшін анероид шкаласының әйнегін саусақпен жайлап шертіп ұру керек. Өлшеу дәлдігі – 0,1 мбар.

Анероид көбіне дала жағдайындағы экспедициялық жұмыстарда және барометрлік нивелирлеу кезінде қолданылады.

Барограф. Атмосфера қысымын үздіксіз бақылау (тіркеу) үшін барограф қолданылады. Барографта да сезімтал элемент – барокоробкалар тізбегі. Жұмыс істеу принципі анероидтікі сияқты. Барокоробканың сығылуы арнайы тасымалдау механизмі арқылы басында сия қаламы бар тілге беріледі. Сия қалам сағаттық механизмі бар

барабанға тиіп тұрады. Сағаттық механизмді барабанның тәулігіне (26 сағаттық) және аптасына (180 сағаттық) бір айналым жасайтын түрлері болады. Барографта апталық барабан қолданылады. Барабан бетіне арнайы барограф лентасы кигізіледі. Лента бетінде горизонтальді - қысым сызықтары (1 мбар сайын) мен вертикальді - уақыт сызықтары (2 сағат сайын) торы бар. Сия қалам, уақыттың өтуімен лента бетіне қысым мәніне сәйкес сызық сызып отырады. Сызылған қысым сызығы бойынша қысым тенденциясы мен 3 сағат сайынғы өзгеру мәні анықталады. Барографтың бақылау мерзімдерінде көрсететін мәнін ылғи да барометр көрсеткішімен салыстырып отыру керек.

ЕСЕПТЕР

1. Ауа температурасы 0°C , атмосфера қысымы 400, 600, 1000 гПа болған жағдайлардағы қысымның вертикальді градиентін анықта.

2. Теңіз деңгейінде атмосфера қысымы 1005,2 гПа, температурасы минус $20,5^{\circ}\text{C}$. Қысым сатысын анықта.

3. Температура 0°C жағдайында қысымның вертикальді градиенті 6,8 гПа/100 м. Қысым сатысының анықта.

4. Барометрлік нивелирлеу нәтижесі мынадай: таудың етегінде атмосфера қысымы 980,5 гПа, температурасы $20,2^{\circ}\text{C}$. Таудың шыңында атмосфера қысымы 880,5 гПа, температурасы $5,7^{\circ}\text{C}$. Таудың биіктігін анықта.

5. Теңіз деңгейінен 500 м биіктікте орналасқан станцияда атмосфера қысымы 950,6 гПа, температурасы $15,7^{\circ}\text{C}$. Теңіз деңгейіндегі қысымды анықта.

2-сабақ. Күн радиациясын өлшейтін аспаптар. Актинометр, пиранометр және балансомер. Олардың жұмыс істеу принциптері. Олармен бақылау жүргізу. Атмосферада радиацияның таралуына есептер шығару.

Күн радиациясын өлшеу үшін орташа күн уақыты бойынша сағат 0^{30} , 6^{30} , 9^{30} , 12^{30} , 15^{30} , 18^{30} –да актинометриялық бақылаулар жүргізіледі. Метеостанцияларда қолданылып жүрген актинометриялық құралдарда сезімтал-қабылдағыш элемент ретінде термобатарейалар қолданылады. Термобатарейа күн радиациясын электр энергиясына айналдырады.

Актинометр. Күн сәулесіне перпендикуляр беткейге келетін күннің тіке радиациясын (S) өлшеу үшін **термоэлектрлік актинометр М-3** қолданылады. Актинометрдің қабылдағыш элементі ретінде қалыңдығы 0,003 мм, диаметрі 11 мм күміс диск қолданылады. Дискінің күнге қараған беті қара эмальмен боялады. Екінші бетіне жұлдыз пішінді термобатарейаның тақ спаялары арнайы тоқ өткізбейтін қағаз арқылы жапсырылған. Термобатарейаның жүп спаялары салмақты мыс сақина бетіне қағаз арқылы жапсырылған. Термобатарейа константан мен манганин ленталарынан тұрады. Қараға боялған күміс дискі күн сәулесінен қызып температурасы жоғарылайды, ал көлеңкеленіп тұрған мыс сақинаның температурасы төмен болады. Спаяларының температурасы әртүрлі болғандықтан (Зеебек заңы) термобатарейа тоқ өндіреді. Оның мөлшері күннің тіке радиациясының қарқындылығына пропорционал болады. Өндірілген тоқ мөлшері (N_S) арнайы гальванометрмен (ГСА-1) өлшенеді. Күннің вертикаль беткейге келген тіке радиациясы (S), гальванометрдің көрсеткішін (N_S) актинометрдің аспаптық аударма көбейткішіне (α_a) көбейту арқылы анықталады:

$$S = N_S * \alpha_a, \quad (4.19)$$

Пиранометр. Горизонталь беткейге келетін шашыранды (D), жиынтық радиацияны (Q) және жер бетінен шағылған радиацияны (R_K) өлшеу үшін **термоэлектрлік принометр** қолданылады.

Шағылған радиацияны өлшеу үшін пиранометрдің қабылдағышы төмен жерге қаратылады (оны **альбедометр** деп атайды). Пиранометрдің қабылдағыш элементі ретінде манганин мен константан ленталарынан тұратын термо-батарейа қолданылады. Термо-батарейаның беті шахмат тақтасы сияқты ақ-қара квадраттарға бөлінген.

Термобатарейаның тақ спаялары ақ магнезиямен, жұп спаялары қара күйемен боялған. Күйе мен магнезияның сәуле жұту мүмкіндігі әртүрлі болғандықтан (98% және 15%) спаялардың температуралары да әртүрлі болады, сондықтан термобатарейя ток өндіреді. Өндірілген ток мөлшері гальванометрмен өлшенеді де пиранометрдің (альбедометрдің) аспаптық аударма көбейткішіне (α_n) көбейтіледі:

$$Q = N_Q * \alpha_n, \quad (4.20)$$

$$D = N_D * \alpha_n, \quad (4.21)$$

$$R_k = N_R * \alpha_n. \quad (4.22)$$

Ұзынтолқынды радиацияны өткізбеу үшін және жауын-шашын мен шаңнан қорғау үшін пиранометрдің қабылдағыш элементі арнайы шыны қалпақшамен жабылады.

Шашыранды радиацияны өлшегенде, пиранометр диаметрі 85 мм дөңгелек көлеңкелегішпен күннің тіке радиациясынан көлеңкеленеді.

Балансомер. Төселме беттің радиациялық балансын **термоэлектрлік балансомермен М-10М** өлшейді. Балансомермен жер бетіне келетін және жер бетінен кететін барлық қысқатолқынды және ұзынтолқынды радиациялар айырмашылығы анықталады. Балансомердің қабылдағыш элементі қара эмальмен боялған екі (астыңғы және үстіңгі) мыс фольгасынан тұрады. Мыс фольгаларының арасына, әрқайсысында 50 оралымдық термоэлементі бар 10 термобатарейя орнатылған. Термобатарейялар өз-ара жалғастырылып, үстіне мыс фольгасы жапсырылып, квадратты тесігі бар екі латун дискісінің арасына орнатылады. Латун дискісінің сыртына никельді пластинкалар жапсырылған. Балансомердің корпусына, ішінен өткізгіш сымдар өтетін ұстағыш темір труба бекітіледі.

Балансомердің де көлеңкелегіші болады. Бақылау кезінде балансомер тіке радиациядан көлеңкеленеді, яғни тіке радиациядан басқа радиациялар балансы өлшенеді:

$$B - S' = D + E_a - E_{ж} - R_k - R_{\gamma}, \quad (4.23)$$

Ал жалпы балансты анықтау үшін оған актинометрмен анықталған тіке радиация мөлшері қосылады:

$$B = (B - S') + S', \quad (4.24)$$

Балансомердің көрсеткіші (N_6) оның аспаптық аударма көбейткішіне (α_6) көбейтіледі:

$$B - S' = N_6 * \alpha_6, \quad (4.25)$$

Күн радиациясының қарқындылығын біле отырып, **күн шұғыласы ұзақтығын** да білу қажет. Күн шұғыласы ұзақтығы универсальді гелиограф ГУ-1 аспабымен өлшенеді. Оның өлшем бірлігі - уақыт сағаты. Гелиографтың негізгі қабылдағыш элементі ретінде, өз фокусына күн сәулесін жинайтын шыны шар қолданылады. Шар фокусында жиналған күн сәулесі арнайы гелиограф лентасын күйдіріп сызық қалдырып отырады. Лента шкаласының әр бөлігі 30 минут уақыт аралығына сәйкес келеді. Лентадағы күйген ізді сағат есебімен алып күн шұғыласы ұзақтығы анықталады, өлшеу дәлдігі 10 минут.

ЕСЕПТЕР

1. Берілгені: Жер беті температурасы $t_{ж} = 45^{\circ}\text{C}$; ауа температурасы $t_a = 27^{\circ}\text{C}$; ауадағы су буының парциалды қысымы $e = 16$ гПа. ($\delta_{ж} = 0,84$; $A_{ж} = 20\%$; $Q = 1,20$ кВт/м²).
Табу керек: Әрекетті беткейдің радиациялық балансын (B).
2. Берілгені: Күннің биіктігі (h) 30° және 60° ; атмосфераның мөлдірлік коэффициенті $P = 0,80$.
Табу керек: Күн сәулесіне перпендикуляр беткейге келетін тіке радиацияны (S) және горизонталь беткейге келетін тіке радиацияны (S').
3. Берілгені: Күн $h = 40^{\circ}$ биіктікте тұрғанда актинометрлік бақылау нәтижелері мынадай: $S = 0,93$ кВт/м²; $D = 0,11$ кВт/м²; $R_k = 0,12$ кВт/м².
Табу керек: Қысқа толқында радиация балансын (B_k).

3-сабақ. Ауа температурасын өлшейтін аспаптар. Термометрлер мен термограф. Олардың жұмыс істеу принциптері. Олармен бақылау жүргізу. Атмосфераның жылу режиміне есептер шығару.

Термометрикалық қасиеттердің қолданылуына байланысты термометрлердің мынадай негізгі түрлері болады:

1. **Сұйықтық және газды термометрлер.** Оларда сұйықтың және газдың температураға байланысты көлемінің өзгеру қасиеті пайдаланылады.

2. **Деформациялық термометрлер.** Қатты денелердің (металдар) размерінің температураға байланысты өзгеру қасиеті пайдаланылады.

3. **Кедергі термометрлері.** Заттардың (метал, жартылай өткізгіштер) температураға байланысты электрөткізгіштігінің өзгеру қасиеті пайдаланылады.

4. **Термоэлектрлік термометрлер.** Термоэлементтер спайларының температурасы әртүрлі болғанда тізбекте электрқозғағыш күшінің пайда болу қасиеті қолданылады.

Метеорологиялық станцияларда тұрақты бақылау мерзімдерінде (3 сағат сайын) ауа мен топырақтың нақты температуралары және мерзім аралығындағы максималды, минималды температуралары өлшенеді. Бұл мақсатта негізінен сұйықтық термометрлер қолданылады. Оларда термометрлік сұйық ретінде сынап пен спирт пайдаланылады.

Сынап (Hg) - қату температурасы – минус $38,9^{\circ}\text{C}$; қайнау температурасы – $356,9^{\circ}\text{C}$; ұлғаю коэффициенті - (18° -та) $0,000181$; жылусиымдылығы – $0,03$ кал/г*град. Этил спирті ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) - қату температурасы – минус $117,3^{\circ}\text{C}$; қайнау температурасы – $78,5^{\circ}\text{C}$; ұлғаю коэффициенті (18° -та) - $0,00110$; жылусиымдылығы – $0,58$ кал/г*град. Сондықтан да сынап нақты және максималды термометрлерде, ал спирт минималды термометрлерде пайдаланылады.

Барлық сұйықтық термометрлер үш негізгі бөліктен тұрады: термометрлік сұйық құйылған өзара бірігіп тұратын резервуар мен шыны түтікше; ақ түсті шыны шкала; қорғаушы шыны трубка-оправа. Ауа температурасын өлшеу үшін негізінен станциялық немесе аспирациялық психрометрдің құрғақ термометрі, максималды және минималды термометрлер қолданылады.

Психрометрлік термометр ТМ-4, будка ішіндегі (сурет 5.2 – 1, 2) арнайы штативте вертикальді түрде бекітіледі. Резервуары дөңгелек шар тәрізді, қорғаушы трубкасының басына метал қалпақша кигізілген, шкаласының бір бөлімі (бөлім бағасы) $0,2^{\circ}\text{C}$ -ға тең, өлшеу шекарасы минус 35°C -тан плюс 55°C аралығында, өлшеу дәлдігі $0,1^{\circ}\text{C}$.

Минималды термометр ТМ-2, бақылау мерзімі аралығындағы ең минималды температураны және нақты температураны көрсетеді. Ол будка ішінде горизонтальді түрде орналастырылады (сурет 5.2 – 4). Резервуары цилиндр формалы, ішіне спирт құйылған, шкаласының бір бөлімі $0,5^{\circ}\text{C}$ -қа тең, өлшеу шекарасы минус 75° -тан плюс 31°C аралығында, өлшеу дәлдігі $0,1^{\circ}\text{C}$. Шыны трубкада спирт ішінде еркін қозғалатын қара түсті шыны штифт (1) болады (сурет 5.3). Ауа температурасы төмендегенде, спирттің беткі пленкасы (2) беттік керілу күші арқасында штифті төмен алып кетеді, ал температура өскенде спирт штифті айналып ағып өтеді. Осылайша штифт минималды температура мөнінде тұрып қалады, ал спирт бағаны нақты температураны көрсетеді. Өлшеп болғаннан кейін термометрдің ортасынан ұстап, резервуарын жоғары көтеру арқылы, міндетті түрде штифті спирттің беткі пленкасына дейін әкелу керек.

Максималды термометр ТМ-1, бақылау мерзімі аралығындағы ең максималды температураны көрсетеді. Ол будка ішінде горизонтальді түрде, резервуары сәл төмен көлбеу орналастырылады. Резервуары цилиндр формалы, ішіне сынап құйылған және шыны түтікшенің сынаптан жоғарғы жағы вакумдалған, шкаласының бір бөлімі $0,5^{\circ}\text{C}$ -ға тең, өлшеу шекарасы минус 20° -тан плюс 70°C аралығында, өлшеу дәлдігі $0,1^{\circ}\text{C}$. Резервуарының ішінде, оның табанына жапсырылған шыны штифт (1) болады (сурет 5.4). Ол штифтің ұшы шыны түтікшеге біршама кіріп тұрғандықтан, түтікшедегі сынаптың резервуарға қайтып кіруін қиындатады. Ауа температурасы жоғарылағанда сынаптың көлемі өсіп, оның бір бөлігі шыны түтікшемен қозғалады, ал температура төмендегенде түтікшедегі сынап резервуарға қайта кіре алмайды. Осылайша максималды температура сақталып қалады. Температураны өлшеп болғаннан кейін термометрдің ортасынан ұстап (резервуары төменде) бірнеше рет қатты сілкіп түтікшедегі сынапты резервуарға қайта

кіргізу керек, сонда оның көрсеткіші нақты температурамен (психрометрлік термометрдің көрсеткішімен) теңеледі.

Топырақ бетінің нақты, максимальді, минимальді температуралары және төселме беткейдің терең қабаттарының (0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,2; 1,6; 2,4; 3,2 метр) температуралары өлшенеді, сонымен қатар жылы кезеңде 20 сантиметрлік топырақ қабатының (5, 10, 15, 20 см) температуралары да өлшенеді. Метеоалаңдағы арнайы дайындалған өсімдіксіз алаңқай бетіне арасы 5-10 см аралықта нақты, минимальді және максимальді термометрлер жатқызылып қойылады (макси-мальді термометрдің резервуар жағы сәл төмен). Термометр-лердің резервуарлары жартылай топыраққа батырылуы қажет.

Нақты топырақ термометрі. Резервуары цилиндр формалы сынаптық термометр, шкаласының бір бөлімі $0,5^{\circ}\text{C}$ -ға тең. Өлшеу дәлдігі $0,1^{\circ}\text{C}$.

Савинов термометрлері. Топырақтың 5, 10, 15, 20 см тереңдік температурасын өлшейтін, резервуары цилиндр формалы, шкаласының бір бөлімі $0,5^{\circ}\text{C}$ -ға тең, сынаптық 4 термометрден тұрады. Термометр, резервуарының жоғары жағынан 135° бұрышқа иілген. Резервуар мен шкала аралығы жылу өткізбейтін күл ұнтағымен толтырылып мақтамен тығындалған. Термометрлер шығыстан батысқа қарай, тереңдігінің өсу тәртібімен орналастырылады. Термометр мен топырақ беті арасы 45° бұрыш құрауы тиіс.

Метеорологияда негізінен биметалды деформациялық термометр – **термограф** қолданылады. Термографтың негізгі бөліктері: биметал пластинка, арнайы тасымалдау механизмі, тіркеуші бөлік және шыны терезелі пласмасса қорапша. Термографтың сезімтал элементі ретінде, ұлғаю коэффициенттері әртүрлі екі металдан тұратын биметалды пластинка қолданылады. Ол екі метал бір-біріне жабысып тұрғандықтан, температураның жоғарылауымен бірге металдардың көлемі ұлғайып, пластинка ұлғаю коэффициенті төмен метал жағына иіледі. Ал температураның төмендеуімен бірге биметал пластинка қайтадан жазылады, себебі ұлғаю коэффициенті жоғары метал тез жиырылады. Биметал пластинканың бір шеті қозғалмайтындай етіп бекітілген, ал екінші шеті тасымалдау механизмімен байланыста болады. Биметал пластинканың қозғалысы тасымалдау механизмі арқылы басында сия қаламы бар тілге беріледі. Сия қалам, сағаттық механизмі бар барабанға тиіп тұрады. Сағаттық механизмді барабан тәулігіне (26 сағаттық) бір айналым жасайды. Барабан бетіне арнайы термограф лентасы киіледі. Лента бетінде горизонтальді - температура сызықтары (1°C) мен вертикальді - уақыт сызықтары (15 минут) торы бар. Сия қалам, уақыттың өтуімен бірге лента бетіне ауа температурасының тербелуіне сәйкес сызық сызып отырады.

ЕСЕПТЕР

1. Жер бетіне жақын ауа температурасы $3,6^{\circ}\text{C}$, ал 2000 метр биіктікте минус $4,4^{\circ}\text{C}$ -ға тең. Температураның вертикальді градиентін тап.
2. Ауа температурасы Алматыда (H=848 м.) 25°C , Жамбылда (H=642 м.) 26°C , Қызылордада (H=131 м.) 31°C тең. Ауа температурасының вертикальді градиентін $0,5^{\circ}\text{C}$ деп алып, оларды теңіз деңгейіне келтір.
3. Радиозонд арқылы алынған әртүрлі биіктіктегі ауа температурасы бойынша (таблица 5.1) вертикальді градиентті және инверсия, изотермия қабаттарын, топопаузаның биіктігін анықта; температураның биіктік бойынша өзгеру қисық сызығын сыз.

Таблица 5.1

t, $^{\circ}\text{C}$	Биіктік К, м	
	-9,2	-7,2
-11,0	-11,0	685
-7,7	-7,0	1967
-12,7	-14,0	3242
-19,3	-19,0	4118
-25,9	-24,0	5063
-30,0	-30,0	6013
-36,0	-35,3	6690
-44,2	-46,4	7895
-51,3	-54,2	9236
-58,5	-59,0	10306
-57,6	-59,5	11546
-57,0	-58,8	13093

4-сабақ. Ауа ылғалдылығын өлшейтін аспаптар және ауа ылғалдылығы сипаттамаларын психрометрлік кестені қолданып анықтау. Гигрометрлер мен гигрограф. Олардың жұмыс істеу принциптері. Олармен бақылау жүргізу.

Ауа ылғалдылығын өлшеу үшін метеорологияда негізгі төрт әдіс қолданылады:

1. Психрометрлік әдіс;
2. Гигрометрлік әдіс;
3. Абсолюттік немесе химиялық әдіс;
4. Конденсациялық немесе шық нүктесі әдісі.

Бұлардың ішінде ең кең қолданылатыны психрометрлік және гигрометрлік әдістер. Аспаптардан станциялық және аспирациялық психрометрлер, шашты гигрометр және гигрограф кең қолданылады. Ауа ылғалдылығын өлшейтін аспаптарды тексеретін үлгілі аспап ретінде конденсациялық гигрометр қолданылады.

Психрометрлік әдіс. Метеорологияда бұл әдіс негізгі болып табылады. Бұл әдістің негізінде су бетінен булану қарқындылығының ауа ылғалдылығы тапшылығына бағыныштылығы жатыр. Булану қарқындылығы, бетінен булану жүріп жатқан дененің (t') және оны қоршаған орта (t) температураларын өлшеу арқылы анықталады. Суды буландыруға жылу жұмсайтындықтан, ол дененің температурасы қоршаған орта температурасынан біршама төмен болады. Бұл әдіспен, арнайы психрометрлік таблицаны пайдалана отырып, ауа ылғалдылығының төрт сипаттамасы анықталады (e, d, f, t_d).

Станциялық психрометр. Ол, будканың ішіндегі штатифке қатар ілінген екі бірдей психрометрлік термометрлерден және дистилдендірілген су құйылған стаканнан тұрады. Оң жақтағы термометрдің резервуарына батист мата байланады да, оның бір шеті стакандағы суға батырылып қойылады. Стакан мен резервуардың арасы 2 см. Ауа ылғалдылығының сипаттамалары осы екі термометрдің температура айырмашылығы негізінде анықталады.

Станциялық психрометрдің төменгі қолдану шегі минус 10°C және жылы маусымда ұзын батист, суық маусымда қысқа батист қолданылады. Қыстың күні, ауа температурасы 0°C -дан төмен жағдайда батистегі судың фазалық күйі ескеріледі. Егер, карандашты батистке тигізгенде термометр көрсеткіші өзгерсе су сұйық салқындаған күйде, ал өзгермесе – қатты мұз күйінде болады. Бұл жағдайлар үшін психрометрлік таблицада жеке бөлімдер бар.

Гигрометрлік әдіс. Салқын маусымда ауа температурасы минус 10°C -дан төмен кезеңде шашты гигрометр ауа ылғалдылығын өлшейтін негізгі аспап болып саналады. Шашты гигрометрдің жұмыс істеу принципі адам шашының капилляр ойшықтарында су буының конденсациялануы қасиетіне негізделген. Ауа ылғалдылығы өскенде капилляр ойшықтардағы су менискісі беткейінің ойыстығы азаяды да шаш ұзара бастайды, яғни ойшықтарға су толады. Бұл ұзару салыстырмалы ылғалдылықтың логарифміне тіке пропорционал болады. Салыстырмалы ылғалдылық 0 ден 100 %-ға өскенде шаш 2,5 %-ға ұзарады және оның ұзаруы біркелкі емес, яғни төменгі ылғалдылықта шаш жылдамдық ұзарады, ылғалдылық өскен сайын ұзару мәні азая береді. Әртүрлі шаштың ұлғаю мүмкіндігі әрқалай болатындықтан, шаш іріктеліп алынады да арнайы химиялық және механикалық өңдеуден өткізіледі. Гигрометр минус 50°C мен плюс 50°C аралығында қолданылады. **Гигрограф.** Ауаның салыстырмалы ылғалдылығын үздіксіз тіркеп отыру үшін шашты гигрограф қолданылады. М-21 гигрографының сезімтал элементі ретінде кронштейнге керілген шаш бумасы пайдаланылады. Шаш бумасының ортасына ілгешек кигізіліп арнайы механизмді рычагтар жүйесі арқылы стрелкамен байланыстырылады. Стрелканың басына сия тамшысын ұстап тұратын үш кигізілген. Ауа ылғалдылығы өзгергенде шаш ұзындығы да өзгереді, нәтижесінде стрелка сағаттық механизмі бар барабанға кигізілген қағаз лента бойымен қозғалады. Лента бетінде уақыт (вертикальді сызық) және ылғалдылық (горизонтальді сызық) диаграммасы бар. Ылғалдылықтың бөлім бағасы 1 %, уақыткісі - 15 минут. Сиялы ұшы бар стрелка ауа ылғалдылығы мәнін лента бетіне тіркеп сызып отырады. Лента бекітілген барабан өз осімен бір айналымды 24

сағатта жасайды. Лента тәулігіне бір рет (13 сағат шамасында) ауыстырылып отырылады. Әрбір бақылау мерзімінде бақылаушы арнайы білтені басып лента бетіне белгі салады. Гигрограф минус 45 °С пен 55 °С аралығында қолданылады.

ЕСЕПТЕР

Психрометрлік таблицаны пайдаланып ауа ылғалдылығын анықта:

- 1) құрғақ термометр – 20,2 °С, ылғалды термометр – 15,6 °С, атмосфера қысымы – 930,5 гПа.
- 2) құрғақ термометр – минус 1,4 °С, ылғалды термометр – минус 5,1 °С, атмосфера қысымы – 980,3 гПа.
- 3) құрғақ термометр – минус 6,5 °С, ылғалды термометр – минус 8,2 °С (мүз), атмосфера қысымы – 968,6 гПа.

5-сабақ. Жауын-шашынды өлшейтін аспаптар. Жауын өлшегіш, плювиограф. Олардың жұмыс істеу принциптері. Олармен бақылау жүргізу.

Жауған жауын-шашын мөлшерін өлшейтін әртүрлі құрал – аспаптар бар. Соның ішінде метеорологиялық станцияда негізінен “Третьяков жауынөлшегіші О-1” және “Плювиограф П-2” қолданылады. Сонымен қатар шалғай таулы және шөлді аудандарда “Жиынтық жауынөлшегіш” арқылы маусымдық немесе жылдық жауын мөлшері жиналып өлшенеді. Агрометеорологиялық және басқа да экспедициялық зерттеулерде Ф.Ф.Давитайдың “Дала жаңбырөлшегіші” қолданылады.

Третьяков жауынөлшегіші О-1 екі жауынжинағыш ыдыстан, желқаққыштан және өлшегіш стаканнан тұрады. Жауынжинағыш ыдыстың қабылдау ауданы 200 см², биіктігі 40 см болады. Желмен үрленіп және буланып кетпес үшін ыдыстың ішіне конусты диафрагма жапсырылған. Оған жазғы маусымда воронка кигізіледі. Ыдыстың беткі ернеуі жерден 2 м биікте орналасады.

Жауынөлшегіштің желқаққышы бір-біріне шынжырлар-мен жалғасқан 16 трапеция сипатты иілген планкадан тұрады. Бұл желқаққыш ыдыстың айналасында болатын ауа иірімін өшіреді.

Жауын мөлшері біздің аймақта тәулігіне 2 рет – 7⁰⁰ және 19⁰⁰ сағатқа жақын бақылау мерзімдерінде өлшенеді. Станциядағы жауынжинағыш ыдыс қақпақпен жабылып метеоалаңға апарылады да, однағы ыдыспен ауыстырылады. Ауыстырылған ыдысқа қақпақ кигізіліп метеокабинетке әкелінеді де, оның ішіндегі жаңбыр суы (қар болса еріген сон) өлшегіш стаканға құйылып өлшенеді. Өлшегіш стаканда 100 бөлім сызығы бар. Шкаланың бөлім бағасы 2 см³-қа тең. Ол 200 см² қабылдау ауданына сәйкестегенде 0,1 мм су бағанына тең болады, яғни шкаланың 1 бөлімі 0,1 мм-ге, 10 бөлімі 1 мм-ге тең. Қатты күйдегі жауынды әдейі ысытып ерітуге болмайды, ол булануға әкеп соғады.

Өлшенген жауын мөлшері арнайы түзету енгізілгеннен кейін КМ-1 кітапшасына тіркеледі. Жауын суының жауынжинағыш ыдысқа жағылуына байланысты енгізілетін аспаптық түзету мәндері мынадай: мөлшері 0,1 мм-ден жоғары қатты жауын үшін – + 0,1 мм; мөлшері 0,1 мм-ге дейінгі сұйық және аралас жауын үшін – +0,1 мм, ал мөлшері 0,1 мм-ден жоғары болса – +0,2 мм. Егер сұйық жауын мөлшері 25 бөлім, яғни 2,5 мм болса оған +0,2 мм түзету енгізіліп, барлығы 2,7 мм болады да кітапшаға былайша жазылады:

$\frac{25}{25}$	0,2	2,7
-----------------	-----	-----

Плювиограф П-2 сұйық жауынның мөлшерін үздіксіз тіркеу үшін және оның қарқындылығын анықтау үшін қолданылады. Ол биіктігі 1,3 м цилиндрлі темір қораптың ішіне бекітілген қабылдаушы және тіркеуші бөлімдерден тұрады. Қораптың жоғарғы жағында орналасқан, ауданы 500 см² қабылдаушы ыдыстың табаны конус тәріздес болып келіп бірнеше су ағатын тесігі болады. Жаңбыр суы ыдыстан трубка арқылы ағып қалтқылы камераға құяды. Камераның сиымдылығы 10 мм. Оның ішіндегі қаңылтыр қалтқы темір өзек арқылы сиялы ұшы бар стрелкамен байланысады.

Камераға су жиналғанда қалтқы көтеріледі де, стрелка сағаттық механизмі бар барабанға кигізілген қағаз лента бойымен қозғалады. Лента бетінде уақыт (вертикальді сызық) және

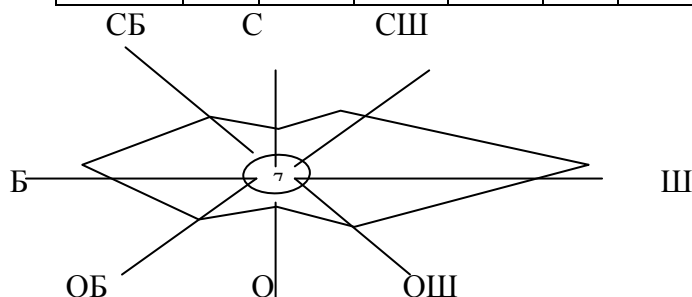
жауын мөлшері (горизонтальді сызық) диаграммасы бар. Жауын шкаласының бөлім бағасы 0,1 мм, уақыткі - 10 минут. Сиялы ұшы бар стрелка, камерадағы жауын мөлшерінің мәнін лента бетіне тіркеп сызып отырады. Сызылған сызықтың еңкею бұрышы жауын қарқындылығына тіке пропорционал, неғұрлым жауын қарқынды болса бұрыш соғұрлым жоғары болады. Қалтқылы камераның бір жақ қабырғасына муфтамен (7) бекітілген жауын суы ағатын сифонды шыны трубка (8) бар, ал үстінгі қалпақшасында суды күштеп ағызатын механизм (11) орнатылған. Қалтқылы камерада су мөлшері 10 мм-ге жеткенде аталмыш механизм камерадағы суды сифонға сығып шығарады (оларда су деңгейлері теңеледі), ал одан әрі физика заңы бойынша су түгелдей ағып кетеді. Аққан су плювиограф қорабының табанындағы шелекке (10) жинала береді. Кейінгі жауған жаңбыр суы қалтқылы камераға тағы да жиналады. Осылайша плювиограф лентасында көлбеу сызықтар пайда бола береді. Ол сызықтарды талдап жауынның басталу және аяқталу уақытын, жалпы мөлшерін және де қарқындылығын анықтауға болады. Жауынның қарқындылығы ретінде бірлік уақыттағы жауын мөлшері (мм/мин) алынады. Плювиограф метеостанцияда жоғарғы ернеуі жерден 2 метр биіктікте болатындай етіп ағаш бағанға орнатылады. Күздің аяғында сағаттық механизмі бар барабан мен қалтқылы камера алынып, плювиограф қорабы жабылады.

6-сабақ. Желді өлшейтін аспаптар. Флюгер. Қашықтықтық метеорологиялық станциялар. Олардың жұмыс істеу принциптері. Олармен бақылау жүргізу. Жел кестесін сызу.

Жел өрнегі (роза ветров) – берілген жердегі желдің соғу режимін сипаттайтын векторлық диаграмма. Желдің басым бағытының өндірістік маңызы зор, әсіресе ауыл шаруашылығы мен құрылыста. Мысалы, егінді қорғайтын орман алқаптарын орналастыру және қар тоқтату жұмыстарын дұрыс жобалау үшін желдің басым бағытын білу керек. Сондықтан да күнделікті бақылау негізінде, көпжылдық мәліметтер бойынша, белгілі уақыт аралығындағы (ай, маусым, жыл) желдің бағытының румбалар бойымен қайталанушылығы анықталады. Жел бағытының таралуын таблица немесе график түрінде (жел өрнегі) көрсетуге болады. Ол үшін ортаңғы нүктеден негізгі сегіз румба бағытында, берілген масштабпен жел бағыттарының қайталанушылығына (%) сәйкес кесінділер белгіленеді. Сосын, румбаларда белгіленген кесінділердің ұштары бір-біріне сызықтармен қосылады. Жел өрнегінің ортасында штиль саны көрсетіледі. Жел кестесін, штиль санын ескермей сызса да болады, онда бағыттардың пайыздық қайталанушылығы өзгереді.

Жел бағыттарының қайталанушылығы (%) және штиль саны

Айы	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ	Штиль саны
Январь	3	7	35	11	6	10	20	8	7



Январь айының жел өрнегі.

Метеорологиялық бақылау мерзімдерінде желдің орташа, максимальді және лездік жылдамдығы, бағыты мен ұйтқымалығы анықталады. Автоматтандырылған аспаптар арқылы желдің жылдамдығы мен бағыты 10 минут, ал басқа қарапайым құралдармен көз мөлшерімен 2 минут аралығында орташаланып анықталады. Желдің жылдамдығын өлшеу үшін жел ағыны энергиясын механикалық, электрлік, т.б. энергияға айналдыру негізінде

жасалған құралдар қолданылады. Олардың сезімтал элементі ретінде әртүрлі зырылдауықтар, жел дөңгелегі, қанатты винттер және т.б қолданылады. Желдің бағытын анықтайтын сезімтал элемент ретінде әртүрлі желқаққыш пластиналар (флюгарка) мен жел конусы қолданылады. Желді өлшейтін негізгі құралдарға: флюгер, әртүрлі анемометрлер мен анеморумбометрлер жатады. Анемометрмен желдің тек жылдамдығы өлшенеді, ал анеморумбометрмен жылдамдығы мен бағыты қоса өлшенеді.

Қазіргі кезеңде желді өлшеу үшін әртүрлі автоматтандырылған қашықтықтық анеморумбометрлер кеңінен қолданылады: ДМС-47, ДМС-49, М-63-М, т.б. Мысалы, М-63 анеморумбометрімен лездік жылдамдық 1,5 – 60 м/с, максимальді жылдамдық 3 – 60 м/с, 10 минут ішіндегі орташа жылдамдық 1 – 40 м/с аралығында, желдің бағыты 0 – 360⁰ аралығында өлшенеді. **Анеморумбометрлердің** жұмыс істеу принципі желдің жылдамдығы мен бағытын электрлік өлшемдерге айналдыруға негізделген. Ол электрлік энергия мен импульстар кабель арқылы метеоаландағы датчиктен метеокабинеттегі өлшегіш пультқа келеді. Аспап аккумулятордан немесе айнымалы электр торабынан энергия алып жұмыс істейді. Датчикте сезімтал элементтер, жылдамдық пен бағытты өзгертуші элементтер орналасады. Датчик төрт қанатты винттен және флюгаркадан тұрады. М-63 анеморумбометрінде винттің айналым саны электрлік импульстарға айналып, пульттағы арнайы санағышпен есептеліп жылдамдыққа аударылады. Ал лездік жылдамдық стрелкалы миллиамперметрмен генераторда өндірілген тоқты өлшеу арқылы анықталады (шкала өлшем бірлігі - м/с). Желдің бағыты да электрлік импульсқа айналып, пультта қайтадан бұрышқа айналады.

ДМС – 47, 49 анеморумбометрлерінде желдің жылдамдығы генераторда өндірілген электр тоғын өлшеу арқылы анықталады. Ал желдің бағытын (флюгарканың солтүстіктен ауытқу бұрышын) датчикте орналасқан сельсин электрлік сигналға айналдырады да пульттағы қабылдағыш сельсинге жібереді. Қабылдағыш сельсин сигналды қайта бұрышқа айналдырады. Ол сельсиннің ортаңғы белтеміріне кигізілген стрелка бұрышты, яғни желдің бағытын көрсетеді. ДМС-49 аспабымен желден басқа ауаның температурасы мен ылғалдылығы өлшенеді. Анеморумбометрлердің датчигі метеоаландағы арнайы 10-12 метрлік бағанға орнатылады.

Метеорологияда градиенттік, актинометрлік және басқа да арнайы бақылаулар мен экспедициялық зерттеу жұмыстарын жүргізгенде әртүрлі анемометрлер (МС-13, АРИ-49, және олардың әртүрлі моделдері) қолданылады.

Чашкалы қол анемометрі МС-13. Анемометрлер желдің белгілі уақыт аралығындағы орташа жылдамдығын өлшеу үшін қолданылады. Қол анемометрінің чашкалы және қанатты екі түрі болады. Чашкалы анемометрмен 1 – 20 м/с, қанатты анемометрмен 0,3 – 5 м/с аралығындағы жел жылдамдығы өлшенеді. Қанатты анемометр негізінен вентиляциялық трубаларда қолданылады.

ЕСЕПТЕР

1. Алматы станциясында январь мен июльдегі жел бағыттарының қайталанушылығы бойынша жел өрнегін сыз және өзара салыстыр.

Жел бағыттарының қайталанушылығы (%)

Айы	С	СШ	Ш	ОШ	О	ОБ	Б	СБ
Январь	5	4	9	37	21	16	5	3
Июль	1	2	4	76	13	2	1	1

7-сабақ. Климаттық көрсеткіштерді есептеу. Климаттық көрсеткіштердің тәуліктік және жылдық тербелісіне талдау жасау.

Климатты сипаттау үшін ең алдымен метеорологиялық элементтердің (температура, ылғалдылық, қысым, т.б.) көпжылдық орташа мәндері қажет. Мысалы Жер шарының жерге жақын ауа температурасы (теңіз деңгейіне келтірілген) орташа алғанда 14,2⁰С-ға

тең, солтүстік жарты шарда – 15,2 °С, оңтүстік жарты шарда – 13,8 °С. Январдың температурасы солтүстік жарты шарда – 9,0°С, оңтүстік жарты шарда – 16,4 °С. Июльдің температу-расы солтүстік жарты шарда – 22,4 °С, оңтүстік жарты шарда – 11,4°С.

Элементтердің орташа мәндерінің климатологиялық маңыздылығы, оның абсолюттік дәлдігінде емес, үлкен территория немесе планета масштабында олардың бір-бірімен салыстырылымдығында. Температура, жауын мөлшері және т.б. орташа мәндерін, берілген географиялық ауданның шашамен алған “климатологиялық нормасы” ретінде қарастыруға болады. Себебі, орташа мәндер басым кездесетін мәндер болып табыла бермейді.

Көпжылдық орташа мәндер, жеке метеорологиялық элементтердің тәуліктік және жылдық тербелісін зерттеуге мүмкіндік береді. Элементтердің жылдық жүру жолы қисықтарын салыстыру, берілген территория климатының маңызды ерекшеліктерін анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, Қызылорда станциясындағы ауа температурасының және салыстырмалы ылғалдылығының, жауын-шашын мөлшерінің жылдық жолын қарастырайық (сурет 11.1, 11.2). Графиктен көреміз, Қызылордада ең салқын ай қаңтар (минус 9,6 °С), ең жылы ай шілде (24,6 °С) болып табылады. Температураның жылдық амплитудасы – ең жылы және ең салқын айлардың орташа температураларының айырмашы-лығы – 34,2°С құрайды. Ауаның орташа тәуліктік температурасы 0 °С-тан жоғары қарай наурыздың ортасында, төмен қарай қарашаның ортасында өтеді.

Жауын-шашынның жылдық жиынтығы 114 мм құрайды және оның басым бөлігі (66 мм) салқын маусымда (қараша-наурыз) жауады. Жазда тропосферада, температурасы өте жоғары құрғақ ауа массасы тұрақтанатындықтан (жылулық депрессия мен субтропиктік антициклондардың арқасында) жауын-шашын өте аз болады. Жаздың күні жер беті қатты қызғанда төменгі тропосферада жылулық депрессия (жылы циклон) дамиды, ал кейде субтропиктік антициклондар келіп орнығады. Ең құрғақ ай – тамыз (3 мм), ең жауынды ай – ақпан (15 мм).

Жазға қарай жауын-шашын азайып, температураның өсуіне байланысты ауа ылғалдылығы да төмендейді (сурет 11.2). Ауаның салыстырмалы ылғалдылығының орташа айлық мәндері салқын кезеңде – 70-80 %, жылы кезеңде – 38-54 % аралығында болады.

Жалпы Қызылорда облысының жазы ыстық та құрғақ, қысы суық та желді болады. Қыстың күні ұзақ уақыт сібір антициклоны орнығатындықтан, жерге жақын ауа қабаты қатты салқындайды.

Шеткі мәндер. Ауа-райы режимі құбылмалы болып келетіндіктен, әсіресе қаңыржай белдеуде, метеорологиялық элементтердің орташа мәнінен басқа шеткі мәндерінің де маңызы зор болады. Шеткі мәндер – ең үлкен және ең кіші мәндер (максимальді және минимальді) – метеорологиялық элементтің тербелу аралығын көрсетеді.

Абсолюттік максимум немесе минимум – берілген элементтің бүкіл бақылау кезеңінде бір рет қана байқалған ең шеткі мәні. Мысалы Қызылорда метеостанциясында ауа температурасының абсолюттік максимумы 46,0 °С 1912 және 1983 жылдары июльде байқалды. Абсолюттік мәндер климатты сипаттауға келмейтіндіктен, максимальді және минимальді мәндердің орташасы анықталады. Олар климатологиялық анықтамаларда көбіне тек ауа температурасы бойынша беріледі.

Айлық орташа максимальді және орташа минимальді мәндер, әрбір тәуліктің максимальді және минимальді температуралары бойынша анықталады. Олар тәуліктің ең салқын және ең жылы уақытының температуралық режимін сипаттайды және температураның тәуліктік амплитудасын анықтайды. Мысалы, Қызылордадағы орташа максимальді және орташа минимальді ауа температурасының жылдық жолын қарастырайық (сурет 11.3). Суреттен көрініп тұр, шілдеде ауа температурасы күндіз орташа алғанда 34,1 °С-ға жетеді, түнде 18,4 °С-ге дейін төмендейді, ал тәуліктік амплитуда 15,7 °С құрайды. Қаңтарда ауа температурасы күндіз минус 4,7 °С-ға жетеді, түнде минус 13,3 °С-ге дейін төмендейді, ал тәуліктік амплитудасы 8,6 °С болады.

Температураның тәуліктік амплитудасының ең жоғарғы мәні тамызда ($16,4^{\circ}\text{C}$), ең төменгі мәні желтоқсанда ($8,0^{\circ}\text{C}$) байқалады. Көктемде және күзде ауа температурасы күндіз оң таңбалы, түнде теріс таңбалы болатын кезеңдер байқалады. Бұл кезең көктемде наурыз, күзде қараша айларына сәйкес келеді (суретте штрихпен көрсетілген).

Қайталанушылық. Климатты толығырақ сипаттау үшін, ортаңғы және шеткі мәндерден басқа метеорологиялық элементтердің жылдың әр кезеңіндегі қайталанушылығын білу керек. Осы мақсатта метеорологиялық элементтердің белгілі бір мәндері мен құбылыстар байқалған күндер саны есептелінеді.

Көпжылдық орташа айлық температура мәні ең ықтималды мән бола бермейді. Мысалы, Алматы-ГМО станциясында (Абай мен Сейфуллин көшелерінің қиылысы) қаңтардың орташа температурасы минус $6,8^{\circ}\text{C}$, ал қайтала-нушылығы ең жоғары орташа тәуліктік температура минус $4,0^{\circ}\text{C}$ шамасында. Қайталанушылықтың қисық сызығы қысқы айларда ассиметриялы, жазғы айларда симметриялы болып келеді, яғни температура режимін жазғы орташа айлық температуралар қыс айларына қарағанда дәлірек сипаттайды. Мысалы, Алматы-ГМО станциясында орташа тәуліктік ауа температурасының ассиметрия коэффициенті қаңтарда минус 0,4-ке, шілдеде минус 0,1-ге тең.

ЕСЕПТЕР

1. №2 қосымша таблицаларда берілген климатологиялық мәліметтерді қолданып берілген қаланың климаттық сипаттамасын жаса.

Жұмысты жасау тәртібі:

1. Берілген қала бойынша мына мәліметтерді жазып ал:
 - а) барлық айлардың орташа температурасын;
 - ә) қаңтар мен шілдедегі ауа температурасының орташа, максимальді және минимальді мәндерін;
 - б) $-5, 0, +5, +10, +15^{\circ}\text{C}$ деңгейінен жоғары және төмен өту даталарын;
 - в) орташа температурасы $0, +5$ және $+15^{\circ}\text{C}$ деңгейінен жоғары тәуліктердің санын;
 - г) ауаның орташа айлық салыстырмалы ылғалдығы мәндерін;
 - д) жауын-шашынның айлық мөлшері мәндерін;
 - е) желдің орташа айлық жылдамдығы мәндерін;
 - ж) қаңтар, шілде және жыл бойынша жел бағытының және штильдің қайталанушылығын;
 2. Ауа температурасының және ауа ылғалдылығының жылдық жолы графиктерін сыз.
 3. Жауын-шашынның жылдық диаграммасын сыз.
 4. қаңтар, шілде және жыл бойынша жел кестесін сыз.
 5. Берілген қаланың климаттық жағдайын талдап сипатта.
- Климатты сипаттауды мына тәртіп бойынша жаса:
- а) қаланың географиялық орнын (координата; теңіз деңгейінен биіктігі) көрсет, су қоймаларын және рельефін сипатта;
 - ә) салқын және жылы кезеңдерді ажыратып, ең салқын және ең жылы айларды, температураның жылдық амплитудасын анықта;
 - б) ең салқын және ең жылы айларда ауа температурасының тәуліктік тербелу шектерін анықта;
 - в) $-5, 0, +5, +10, +15^{\circ}\text{C}$ деңгейінен жоғары және төмен өту даталарын көрсет;
 - г) орташа температурасы $0, +5, +15^{\circ}\text{C}$ деңгейлерінен жоғары тәуліктердің санын көрсет;
 - д) тәулік бойында температурасы оң және теріс таңбалы болатын айларды ата;
 - е) жауын-шашыны ең көп және ең аз кезеңдерді, айларды анықта және себебін түсіндір;
 - ж) ауа ылғалдығы жоғары және төмен болатын кезеңдерді, айларды анықта және себебін, ерекшеліктерін түсіндір;

- з) желдің күшейетін айларын анықта, себебін түсіндір;
 и) желдің басым бағытын анықта, әртүрлі бағыттағы желдің қайталанушылығы туралы тұжырым жаса.

Талдау жасағанда жергілікті жер ерекшеліктерінің климатқа әсерін көрсету керек. Метеорологиялық элемент-тердің жылдық жолы тербелісінің заңдылықтарын түсіндіру керек, және де олардың өзара байланысын талдау керек.

Орташа айлық және жылдық ауа температурасы ($^{\circ}\text{C}$)

Қала	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
Петропавл	-18,7	-17,3	-11,3	1,5	11,4	16,8	18,8	16,6	10,6	1,8	-8,1	-15,9	0,5
Қостанай	-17,7	-17,2	-10,8	2,5	12,7	18,2	20,2	18,2	11,8	2,7	-6,6	14,4	1,6

Ай және жыл бойынша орташа максималды және орташа минималды ауа температурасы ($^{\circ}\text{C}$)

Қала	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
Петропавл	-14,1 -22,9	-12,4 -22,0	-5,2 -15,8	8,2 - 2,8	18,4 5,2	23,7 10,6	24,9 13,1	22,4 10,6	17,1 5,2	6,9 2,4	-3,9 -11,6	-11,1 -19,7	6,2 -4,4
Қостанай	-12,7 -22,3	-11,2 -22,0	-4,4 -15,3	10,0 -1,9	20,4 5,9	25,3 11,2	26,7 13,5	24,8 11,1	19,0 5,7	8,5 1,9	-1,9 -10,4	-9,4 -18,9	7,9 -3,8

Температура және жауын-шашын режимдерін сипаттайтын климатологиялық көрсеткіштер.

Қала	Температураның көрсетілген деңгейде орнығу датасы					Температурасы көрсетілгеннен деңгейден жоғары тәуліктер саны					Жауын-шашын, мм		
	-5 $^{\circ}$	0 $^{\circ}$	5 $^{\circ}$	10 $^{\circ}$	15 $^{\circ}$	-5 $^{\circ}$	0 $^{\circ}$	5 $^{\circ}$	10 $^{\circ}$	15 $^{\circ}$	Салқын кезең	Жылы кезең	Жыл
Петропавл	31.II I 5.XI	11.I V 22.X	23.I V 5.X	9.V 17.I X	2.VI 28.VI II	218	19 3	16 4	13 0	86	75	260	33 5
Қостанай	29.II I 10.X I	9.IV 25.X	20.I V 8.X	4.V 21.I X	26.V 4.IX	225	19 8	17 0	13 9	10 0	63	216	27 9

Орташа айлық және жылдық салыстырмалы ауа ылғалдылығы (%)

Қала	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
Петропавл	82	81	81	72	58	62	69	72	73	78	84	84	75
Қостанай	80	80	81	69	54	56	62	62	65	74	81	80	70

Орташа айлық және орташа жылдық су буының парциалды қысымы (мб)

Қала	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
Петропав л	1,4	1,6	2,6	5,4	7,9	11,9	14,5	13, 2	9,3	5,5	3,2	2,0	6,5
Қостанай	1,6	1,7	2,7	5,6	7,9	11,4	13,8	12, 2	8,7	5,5	3,3	2,0	6,4

Айлық және жылдық жауын-шашын мөлшері (мм)

Қала	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	жыл
Петропав л	14	10	11	19	29	50	58	48	28	28	22	18	33 5
Қостанай	11	9	10	19	26	36	49	34	26	26	19	14	27 9

Орташа айлық және орташа жылдық жел жылдамдығы (м/сек)

Қала	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Жы л
Петропав л	6,1	6,3	6,6	5,8	5,8	4,9	4,9	4,1	4,7	5,7	6,0	6,0	5,5
Қостанай	4,8	5,1	5,8	5,1	5,5	4,9	4,9	4,2	4,6	5,2	5,0	5,2	5,0