

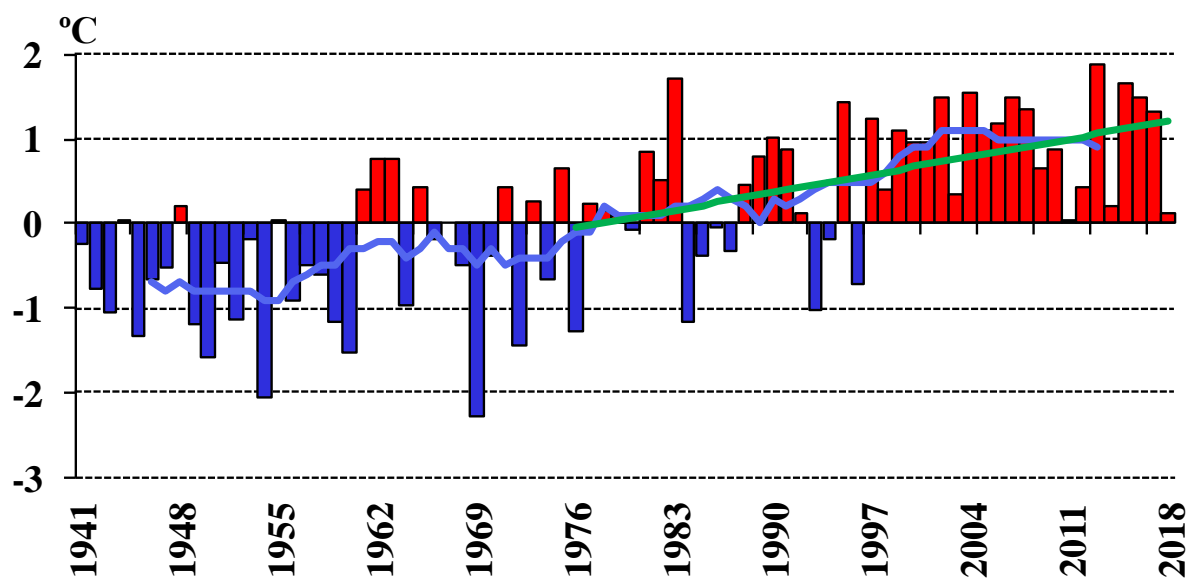


Экология, геология және табиғи
ресурстар министрлігі

«Казгидромет» республикалық
кәсіпорыны

Ғылыми зерттеу орталығы

***ҚАЗАҚСТАН КЛИМАТЫНЫҢ ӨЗГЕРУ
МОНИТОРИНГІСІНІҢ ЖЫЛ САЙЫНҒЫ
БЮЛЛЕТЕНІ: 2018 ЖЫЛ***



Астана, 2019

МАЗМҰНЫ

ҚЫСҚАША ТҮЙІНДЕМЕ	3
КІРІСПЕ	6
1 2018 ЖЫЛДЫҢ ДҮНИЕЖҮЗІЛІК КЛИМАТЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫ МЕН ӨЗГЕРІСТЕРІНЕ ШОЛУ	9
2 АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫ	11
2.1 Қазақстан территориясы бойынша 2018 жылғы ауа температурасы аномалиясы	12
2.2 Қазақстан аумағындағы ауа температурасы өзгерістеріне бақылау	24
2.3 Жерге жақын ауа температурасы экстремумдарындағы тенденциялар	31
3. АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫН	36
3.1 Қазақстан территориясы бойынша 2018 жылғы жауын-шашын мөлшерінің аномалиясы	36
3.2 Қазақстан аумағындағы жауын-шашын мөлшері өзгерістеріне бақылау	43
3.3 Атмосфералық жауын-шашын экстремумдарындағы тенденциялар	49
ҚОСЫМША 1	52
ҚОСЫМША 2	54

ҚЫСҚАША ТҮЙІНДЕМЕ

2018 жылғы климат ерекшелігі

Жалпылама алғанда 2018 жыл жер шары үшін инструментальді бақылаулар кезеңі (1850-2018 жж.) бойынша ең жылы онжылдыққа 4-ші орынды ала отырып кірді. Жаһандық орташа ауа температурасы базалық доиндустриальдық кезең (1850-1900 жж.) көрсеткішінен 0,99 °C жоғары болды. Мұхиттың беткі қабатындағы жылу мөлшерінің рекордтық мәндері, сондай-ақ жаһандық орташа теңіз деңгейінің өсуі бақыланды. Арктикалық және антарктикалық теңіз мұз қабатының азаюы белгіленді. 2018 жылы ұзақ мерзімді орташа санынан (63) айтарлықтай асатын 74 тропикалық циклон тіркелді. Су басу, экстремальді жауын-шашын мен тропикадан тыс дауылдар жүзмындаған адам өмірінің және онмындаған үйлердің қирауының себепкері болды. 2018 жылдың көктем мезгілінің соңы мен жазда Еуропаның көп бөлігінде теңдесіз ыстық пен құрғақшылық орын алды.

2018 жылы Қазақстан бойынша орташалап алған орташа ауа температурасы 0,11 °C климаттық нормадан жоғары болды. Бұл 1941 жылдан бастап бақыланған бақылау кезеңі бойынша ранжирленген орташа ауа температурасы аномалиясы қатарындағы қырықыншы мәні. Жылдық атмосфералық жауын-шашын суммасы 2018 жылы Қазақстан территориясы бойынша орташа алғанда 98 % норманы (323,2 мм) құрады.

Ауа температурасы **қысқы маусымда** (желтоқсан 2017 ж. - ақпан 2018 ж.) республиканың көп бөлігінде норма шамасында болып, Қазақстан бойынша орташа аномалия минус 0,29 °C құрады. *Экстремальді суық (аспау ықтималдығы 5 %) қаңтарда Қазақстанның оңтүстік-батысында бақыланды.* ВЖалпы алғанда республиканың барлық территориясында жауын-шашын мөлшері 80 % климаттық норманы немесе 50 мм құрады. *Ылғал тапшылығы 30-40 % норманы 3-24 % аспау ықтималдығымен солтүстік-батыс, шығыс және оңтүстік аумақтарында бақыланды.*

Көктемде 2018 ж. республиканың солтүстік территориясында орташа маусымдық температуралар нормадан төмен, кей жерлерде 1,5-2,0 °C төмен болды. Оңтүстік аудандарда орташа маусымдық ауа температурасы нормадан жоғары болып, кей жерлерде 1,5-2,0 °C асты. *Экстремальді жылы наурыз айында республиканың оңтүстігінде бақыланса, экстремальді суық – мамыр айында Қазақстанның солтүстік-шығыс және орталық бөлігінде болды.* Атмосфералық жауын-шашын Қазақстан территориясы бойынша орташа алғанда 123 % нормада (108 мм) түсті. Экстремальді ылғал жағдайы наблюдались в Павлодар, Солтүстік-Қазақстан және Шығыс-Қазақстан облыстарында бақыланды (аспау ықтималдығы 97-98 %).

2018 жылдың жазғы маусымы был Қазақстанның басым көп аумағында салыстырмалы түрде жылы болды және республика бойынша орташа алғанда 0,6 °C нормадан жоғары болды. Шілде айындағы тұрақты ыстық ауа-райы күйі есебінен көптеген метеостанцияларда орташа ауа температурасының жаңа абсолюттік максимумдары орын алып, батыс және оңтүстік региондарында орташамаусымдық температуралар нормадан бірталай жоғары болды. *Экстремальді ыстық шілде айында Ақтөбе, Атырау, Батыс-Қазақстан, Қызылорда және Маңғыстау облыстарында бақыланды (96-100 процентильтер).* Атмосфералық жауын-шашын мөлшері 92 % норманы (90,5 мм)

құрады. *Республиканың солтүстік-шығысында жауын-шашын суммасы нормадан 32-55 % асты. Құрғақ республиканың шығыс және батысында бақыланды (аспау ықтималдығы 14-22 %).*

Күз 2018 жылы Қазақстанның батыс және солтүстік территорияларында жылы болып, кей жерлерде маусымдық температураның аномалиясы 1,5-2,0 °С-дан жоғары болып тіркелді. Орталық, оңтүстік және оңтүстік-шығыс аудандардың көптеген метеостанцияларында маусымдық температуралар нормадан әлдеқайда төмен – 1,0-1,5 °С болды. Қазақстан бойынша орташаланған күз айының ауа температурасы климаттық нормадан 0,17 °С-ға асты. Республика бойынша орташаланған күзгі кезеңдегі атмосфералық жауын-шашын мөлшері 100 % норманы (79,8 мм) құрады. *Айтарлықтай жауын-шашын дефициті (аспау ықтималдығы 0-2 %) МС Мугоджар, Новоалексевка (Ақтөбе облысы), Қарабау, Пешной (Атырау облысы) және Аққұдық (Маңғыстау облысы) бақыланды.*

Қазақстанда климаттың өзгеруі (1976-2018 жж.)

Қазақстан территориясы бойынша орташа алғанда 1976 - 2018 жж. кезеңі үшін орташа жылдық ауа температурасының өсуі әр 10 жыл сайын 0,31 °С құрады. Қазақстанның облыстары бойынша орташаланған орташа жылдық ауа температурасының трендтері оң мәнді және статистикалық маңызды болды. Жылдам қарқынмен ысу Қазақстанның оңтүстік-батыс облыстарында (0,32 °С/10 жыл бастап 0,50 °С/10 жыл дейін), ал баяу қарқынмен – солтүстік-, солтүстік-шығыс және орталық облыстарында (0,19 °С/10 жыл бастап 0,23 °С/10 жыл дейін) бақыланды. Ең жоғарғы өсу темпі көктемгі кезеңде (0,59 °С/10 жыл), ең төменгі – қыста (0,11 °С/10 жыл) бақыланды. Қыс мезгілінен басқа барлық мезгілдерде ауа температурасының жоғарылауы статистикалық маңызды. 1976-2018 жж. кезеңінде қыс, көктем және жазда Қазақстан бойынша орташа алғанда жауын-шашын мөлшерінің 1,3-3,8 мм/10 жыл сайын өсу тенденциясы, ал атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің күзгі мезгілде кемуі 1,0 мм/10 жыл құрады. Барлық алынған мезгілдік жауын-шашын мөлшерінің трендтары статистикалық маңызды емес.

1976–2018 жж. кезеңі үшін жер бетіне жақын ауа температурасы экстремумдарындағы тенденциялар келесілерді көрсетті: Тенденции в экстремумах температуры приземного воздуха показали, что за период 1976–2018 гг.:

- көптеген метеостанциялар мәліметтері тәуліктік максимальды ауа температураларында оң тенденция байқалды және кей станцияларда тұрақты тенденция орын алды;
- әсіресе республиканың батыс және оңтүстік региондарында экстремальді жоғары ауа температурасы күндерінің қайталанушылығы өсуде;
- Қазақстан бойынша түнгі және күндізгі үсік қайталанушылығы кемуде;
- қатты аяз күндерінің саны (минус 20 °С-дан төмен температура) кемуде, әсіресе республиканың батыс және солтүстік-шығысындаособенно на западе и северо-востоке республика;
- Республиканың батысында тәуліктік ауа температурасы амплитудасының оң тенденциясы және оңтүстік-шығыс, шығысында теріс тенденциясы байқалды;
- жалпы жылу толқыны ұзақтығының бірегей өсуі бақыланды;
- вегетация кезеңінің (5 °С және 10 °С-дан жоғары температуралар) ұзақтығы өсуде;

– кебір метеостанцияларда тәуліктік максималды жауын-шашын мөлшерінің оң тенденциялары мәндері тіркелді;

– солтүстік және оңтүстік-шығыста максимальді жауын-шашынсыз кезеңнің тенденцияларының кемуі бақыланды.

КІРІСПЕ

Климат – табиғи ресурс, адамзаттын көркейуіне және денсаулығына келер өмірлік маңызы бар. Ұлттық гидрометеорологиялық қызметкерлерімен өңделіп шығарылатын ақпарат, тұтынушыларға өз жағдайларын жоспарлауға, бейімдеуге және шешім қабылдауға көмектеседі. Соған байланысты, жоспарлау кезінде шешім қабылдануыңыз экономика-әлеуметтік жағына қарай, ұтымды және тығырықты жағдайларды азайту үшін климаттық ақпаратының көмегі болар. Климаттын мониторингісі регионалдық, ұлттық және халқаралық ұйымдармен және қоршаған орта бойынша әр түрлі бағдарламалар ынтымақтастығы арқылы, онын ішінде ең әйгілі Дүниежүзілік Метеорологиялық ұйымымен бақыланып отырады.

Регионалды климатты зерттеу және оның өзгеруінің тұрақты бақылау мен мониторингісін жасау РМК «Қазгидромет» ұлттық гидрометеорологиялық қызметінің бастапқы мақсаты болып келеді. 2010 жылдан бастап РМК «Қазгидромет» регионалды климат және оның өзгеруі мен өзгерістері туралы шынайы ғылыми ақпарат жылсайынғы бюллетен ретінде шығарады. Қазақстанның географиялық орналасуын және оның кең байтақ аумағын назарға ала отырып, Республиканың әр түрлі аймақтарындағы климаттық жағдайлар биофизикалық жүйеге, экономикалық қызметке және әлеуметтік салаға негативті де, позитивті де әсер етуі мүмкін. Климаттық жағдайның қалыптасуын түсіну мен оның өзгерістерін бағалау үшін, потенциалдық залалын бағалау үшін және адаптация шараларын уақытында және адекватты түрде қабылдау үшін, ең ақырында Қазақстанның тұрақты дамуын қамтамасыз ету үшін қажет. Қазақстанның қарқынды дамуы үшін климаттық жағдайларының салдарына қарай бағасын беру мен қатар, нақты уақытында адаптациялық шараларын қолдану үшін оны жетілдіре түсінісуі керек.

Осы бюллетень шығарылымы 2017 жылдағы болған климаттық жағдайларды сипаттайды және де ауа температурасы мен жауын-шашынның экстремалды режиміне баға беру мен өткен ғасырдың 1941 жылдарынан бастап жауын-шашын мен ауа температурасының өзгеруіне байланысты тарихи ақпарат ұсынады. Осы бюллетеннің шығарылымы өткен ғасырдың 1970-шы жылдар орталығынан қазіргі күндерге дейін климаттың өзгеруіне байланысты бағасынан тұрады, өйткені осы мерзімдік уақытта көптеген ғалымдардың ойлары бойынша Солтүстік жер шары кеңістігінде ғаламдық жылыну өзгерістері өте қарқынды және әсерлі болғаны байқаған. 1 және 2 қосымшаларында 1961-1990 жылдар аралығы бойынша ауа температурасының және жауын-шашын мөлшерінің орташа көпжылдық таралуы туралы карталары жыл мезгілдері мен жыл бойынша орташаланып көрсетілген.

Қолданылған деректер. Бюллетенді дайындау үшін «Қазгидромет» РМК Республикалық гидрометеорологиялық қордың деректері пайдаланылды:

1) 1941 жылдан бастап 2018 жылға дейін ауаның орта айлық температураларының қатары мен жауын-шашынның айлық сомасы, мұнда 200 аса метеостанцияның деректері 1961...1990 жж. кезеңіндегі климаттық норманы және 190 аса метеостанцияның деректері үрдісті бағалау үшін пайдаланылды;

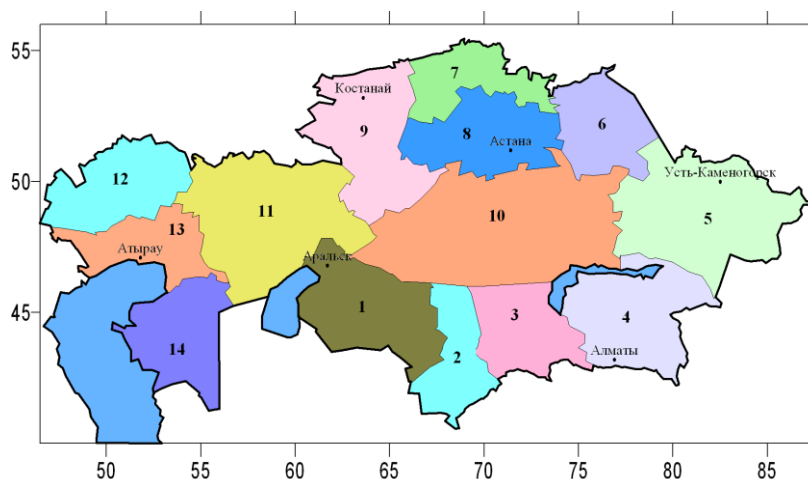
2) 1936 жылдан бастап ауаның тәуліктік максималды және минималды температурасы және жауын-шашынның тәуліктік дерек қатарлары (90 аса метеостанциялар).

Негізгі тәсілдер мен әдістер. Бюллетенде «норма» деп климаттық шаманың 1961-1990 жж. кезеңіне қарастырылатын орташа көпжылдық мәнін айтады. Температура

аномалиясы бақыланған норма мәнінен ауытқушылығы есебінде анықталады. Жауын-шашын мөлшерінің аномалиясын нормадан ауытқу ретінде (температурадағыдай) және нормадан процент түрінде де қарастырады. Аспау ықтималдығы бақылау қатарындағы аномалия мәндеріндегі қайталану жиілігі (%).

Климат сипаттамаларының белгілі уақыт интервалында өзгеруін бағалауда кіші квадраттар әдісі бойынша анықталатын сызықтық тренд коэффициенті қолданылады. Трендтің маңыздылық шамасын – қарастырылатын уақыт кезеңі үшін климаттық шаманың тренд құраушысының толық дисперсиядағы үлесін (процент түрінде) детерминация коэффициенті (R^2) көрсетеді.

Жер беті ауа температурасы тенденцияларын бағалау мен жауын-шашын мөлшері жекелеген станциялар мәліметері бойынша да, Қазақстанның 14 облысына орташалап алған түрде де берілді. Территория бойынша орташа түрде алынған метеорологиялық шамалардың аномалиялар мәндері аномалиялар туралы станциялық мәліметтердің орташалануы негізінде есептелді. Облыс шекаралары төмендегі карта-схемада көрсетілді.



- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1 – Қызылорда обл. | 8 – Ақмола обл. |
| 2 – Түркістан обл. | 9 – Қостанай обл. |
| 3 – Жамбыл обл. | 10 – Қарағанды обл. |
| 4 – Алматы обл. | 11 – Ақтөбе обл. |
| 5 – Шығыс-Қазақстан обл. | 12 – Батыс-Қазақстан обл. |
| 6 – Павлодар обл. | 13 – Атырау обл. |
| 7 – Солтүстік-Қазақстан обл. | 14 – Маңғыстау обл. |

Қазақстан Республикасының административтік-территориальді бөліну схемасы

Температуралық және жауын-шашын режимі экстремалдығын 2018 ж. бағалауда және оның өзгерісін 1936 жылдан басталған кезең үшін Дүниежүзілік метеорологиялық ұйымның ұсынысымен жүзеге асқан климаттың өзгеру индекстары қолданылды. Кейбір индекстар барлық станциялар үшін бекітілген бірыңғай шектік мәндер негізінде алынса, басқалары – станциядан станцияға варьирленетін шектік мәндер бойынша анықталды. Соңғы жағдайда шектік мәндер мәліметтер қатарының сәйкес процентилі ретінде анықталады. Индекстар климат өзгерісінің көптеген аспектітерін бағалауға мүмкіндік береді,

мысалы: ауа температурасы мен жауын-шашын мөлшерінің экстремалдығының қарқындылығы, жиілігі мен ұзақтығының өзгерісін көрсетеді.

Шығарылымға жауапты: Климаттық зерттеулер басқармасының жетекші инженері Илякова Р.М. (3-ші бөлім, қысқаша түйіндеме). Бюллетенді дайындауға үлесін қосқандар: Басқарма басшысы Долгих С.А. (кіріспе, 1-ші бөлім), жетекші ғылыми қызметкер Смирнова Е.Ю. (2-ші бөлім), жетекші ғылыми қызметкер Құрманова М.С. (2-ші бөлім) және аға ғылыми қызметкер Белдеубаев Е.Е. (карта сызу).

1 2018 ЖЫЛДЫҢ ДҮНИЕЖҮЗІЛІК КЛИМАТЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫ МЕН ӨЗГЕРІСТЕРІНЕ ШОЛУ

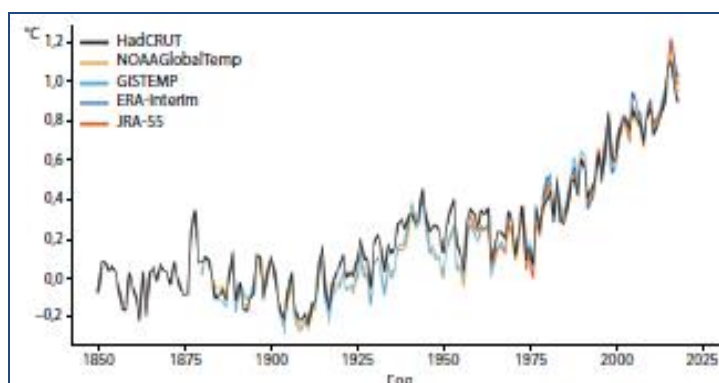
Дүниежүзілік Метеорологиялық Ұйымы соңғы 25 жылда бүкіл әлемде болып жатқан ауа райының маңызды ақпараттары мен климаттық құбылыстары туралы беделді ғылыми ақпаратпен қамтамас ету үшін ғаламдық климаттың жағдайы туралы жылсайындық басылым шығарады. Бұл басылымдар Климаттың өзгеруі бойынша Үкіметаралық сарапшылар тобының (КӨҮСТ) баға беретін докладтарында қолданылып әр алты немесе жеті жылдар сайын шығарылады.

1993 жылда шыққан дүниежүзілік климаттың жағдайы туралы бірінші шығарылым кезеңінен бастап ғаламшардағы комплекстік климаттық жүйе туралы ғылыми түсіністік қарқынды темппен дамуда. Бұл климаттың өзгеруіне және де қай деңгейде, қандай түрде өзгерулер болып жатқанына адамзаттың әсеріне байланысты болу түсіністігі бар. Бұндай жағдайлар ауа райының және климаттық құбылыстарының экстремалды пайда болуының адамзаттың климатқа әсері тиімімен байланысын құжаттандыру мен өзін қамтиды.

2018 ж. дүниежүзілік (жаһандық) климаттың жағдайы туралы қысқаша мәлімдеме:

- 2018 жыл тарихи бақылау қатарындағы ең жылы жылдарда төртінші орынға ие болды;
- 2015-2018 годы бақылау тарихындағы ұзақмерзімді жылу тенденциясының фонындағы ең жылы төрттік ретке ие болды;
- мұхит жылуұстағыштық мәндері рекордтық жоғары белгіде, ал жаһандық орташа деңгейі өсуде;
- арктикалық және антарктикалық мұз қабатының таралу ұзындығы орташа шамадан әлдеқайда төмен;
- экстремальді ауа райы құбылыстары адамдар өмірі мен барлық континенттегі тұрақты дамуға әсер етті;
- орташа жаһандық температура шамамен доиндустриаландыру кезеңінен $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ жоғары болды.

Дүниежүзілік орташа ауа температурасы 2018 жылы базалық доиндустриаландыру кезеңі (1850-1900 жж.). көрсеткішінен $0,99\pm 0,13\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ға жоғары болды. Ең жылы жылдардан (2016 және 2017 жж.), 2018 жыл әдетте дүниежүзілік ауа температурасының төмендеуіне байланысты болатын әлсіз Ла-Нинья құбылысымен басталды.



Сурет 1.1 – Бес жылдық жаһандық мәліметтер жиынтығы аясындағы базалық 1850-1900 жж. кезеңімен салыстырғандағы дүниежүзілік орташа ауа температурасының аномалиясы. Дереккөз.: Гадлей атындағы орталық Метеобюро СК.

Континенттер мәліметтері бойынша 2018 жыл Африка, Азия, Европа, Океания және Оңтүстік Америка елдері үшін ең жылы 10 жылдыққа кірді. Европа

Европаның бүкіл территориясын, Солтүстік Африка, Таяу Шығыс пен Оңтүстік Азия территорияларында, сондай-ақ Чехия, Франция, Германия, Венгрия, Сербия, Швейцария елдерінде жылы болып, бақылау тарихындағы ең жылы жылды немесе ең жылы бес жылдың біреуін Бельгия, Эстония, Израиль, Латвия, Пакистан, Республика Молдова, Словения, Украина мемлекеттерінде бақыланды. Европа үшін 2018 жыл метеорологиялық бақылаулар тарихында ең жылы үштіктің біреуі болды.

2018 жылы мұхиттың жоғарғы 700-метрде (1955 ж. бергі мәлімет) және жоғарғы 2000-метр қабатында (2005 ж. бергі мәлімет) жылу мөлшерінің жаңа рекордтық мәндері орнатылып, 2017 жылы тіркелген рекордтық көрсеткіштен асып түсті.

Дүниежүзілік орташа теңіз деңгейі 2018 жылы 2017 жылға қарағанда 3,7 мм жоғары болып, бақылау тарихындағы ең жоғары көрсеткішке ие болды. 1993 жылдың қаңтарынан 2018 жылдың желтоқсанынан дейін орташа өсім темпі $3,15 \pm 0,3$ мм құраса, есептелген үдеу екіні 0,1 мм жылына болды. За период с января 1993 по декабрь 2018 года средний темп прироста составил $3,15 \pm 0,3$ мм·в год, в то время как расчетное ускорение было 0,1 мм в год. Мұз қабаттарының мұздық массасының тез жоғалуы - орташа теңіз деңгейінің ғаламдық көтерілуінің негізгі себебі, бұл спутниктік альтиметриямен дәлелденеді. (World Climate Research Programme Global Sea Level Budget Group, 2018).

Арктика теңізіндегі мұздың деңгейі 2018 жылдағы орташа деңгейден едәуір төмен болды және осы жылдың алғашқы екі айында рекордтық төмен деңгейде болды. Жылдық максимум наурыз айының ортасына келді, ал наурыз айында ауданы 14,48 млн км² құрады, бұл 1981 жылдағы орташа көрсеткіштен 7 %-ға төмен. Бұл 1979-2018 жылдар аралығындағы наурыздағы үшінші ең төменгі көрсеткіш. Тек 2016 және 2017 жылдың наурызында аудандар аз болды.

Антарктикадағы теңіз мұзының деңгейі де 2018 жылдағы орташа деңгейден едәуір төмен болды. Оның айлық жайылу ұзақтығы қаңтар айында ең кішкентайлар арасында екінші, ал ақпан айында ең төмен болды. Теңіздегі мұз деңгейінің жылдық минимумы ақпан айының соңында байқалды және орташа айлық мәні 2,28 млн км² құрады, бұл орташа деңгейден 33 % төмен және рекордтық төмен болып табылады.

Бақылаудағы мұздықтарының жиынтығына негізделген 2018 жылға арналған алдын-ала нәтижелер 2017/18 жылғы гидрологиялық жыл қатарынан теріс масса балансымен иотыз бірінші жыл болғанын көрсетеді.

2018 жылы 74 тропикалық циклон тіркелді, бұл олардың ұзақ мерзімді орташа санынан едәуір асады, яғни 63 циклон. Тынық мұхитының солтүстік-шығыс бассейні әсіресе 316 кт² жиналған циклон энергиясымен белсенді болды, бұл спутниктік бақылаулардың сенімді сериясы қатарынан басталды.

Су тасқыны, нөсер жаңбырлар және тропикадан тыс дауылдар жүздеген адамның өмірін қиды. Он мыңдаған үй қирады. Бірнеше миллион адам уақытша үйлерге орналастырылды.

2018 жылдың көктемі мен жазының соңында Еуропаның үлкен бөлігінде бұрын-соңды болмаған аптап ыстық пен құрғақшылық орнады. Температура орташа деңгейден едәуір асып түсті, жауын-шашын сәуірден бастап Солтүстік және Батыс Еуропаның көп бөлігінде орташа деңгейден едәуір төмен болды.

2 АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫ

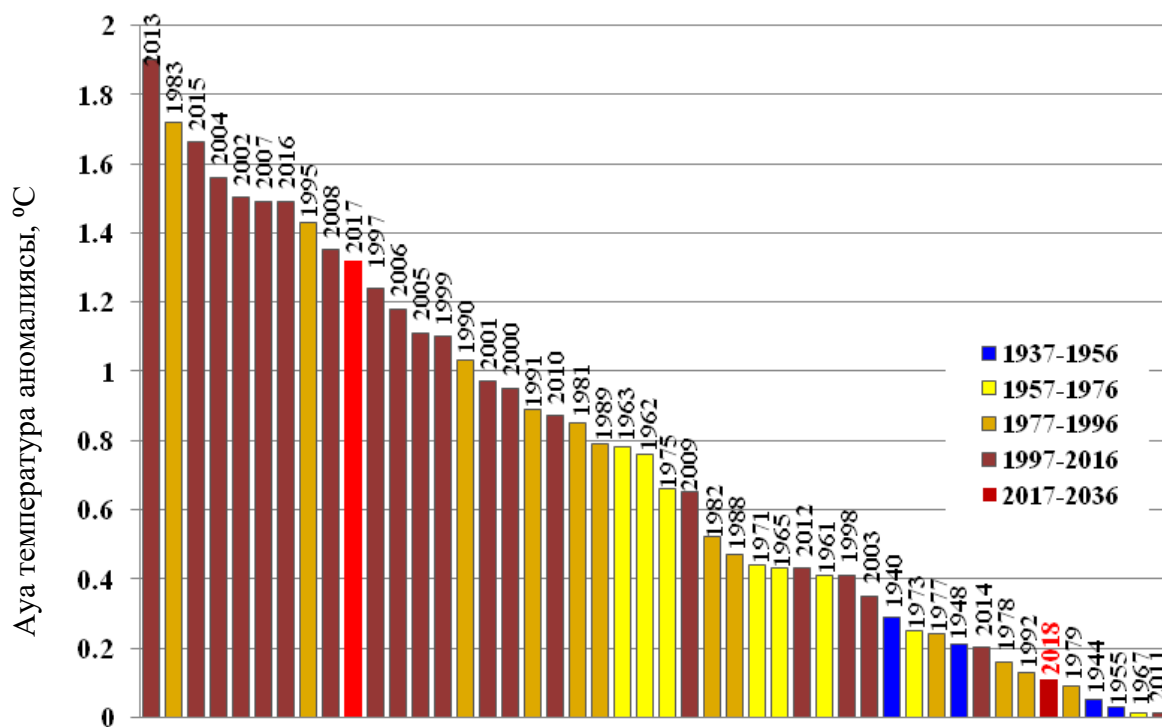
Орташа алғанда, Қазақстанда ауа температурасының орташа жылдық аномалиясы 1961-1990 жылдардағы орташа ұзақ мерзімді мәнге қатысты $+0,11^{\circ}\text{C}$ құрады. ($5,74^{\circ}\text{C}$) және 2017 жылмен салыстырғанда $1,21^{\circ}\text{C}$ төмен болды. 2014-2018 жылдың соңғы бес жылындағы орташа жылдық температура. $+6,70^{\circ}\text{C}$ құрады. Аномалиясы $+1,34^{\circ}\text{C}$ болатын Қазақстандағы ең жылы бес жылдық кезең 2004-2008 жж. Ауаның орташа температурасы 2009 жылдан бастап 2018 жылға дейін бұл климаттық нормадан $0,86^{\circ}\text{C}$ -қа асты, бұл рекордтық жылы 1999-2008 онжылдықтан кейінгі екінші оң декадалық аномалия.

2.1-кестеде Жер шары (жер үсті желісі мәліметтері бойынша) және Қазақстан бойынша ең жылы он жылдардың қатарлары көрсетілген. Әлем және Қазақстан үшін ең жылы 10 жыл қатарына кіретін жылға өзіндік бояу түсі беріліп, бұл екі тізімдегі ең жылы жылдардың саны мен ретін (рангін) бағалауды жеңілдетеді. Қазақстандағы ең жылы төрт жыл Жер шарының ең жылы он жылының тізіміне қосылды, 2018 жыл бұл тізімге енбеді.

2.1-суретте 1941 жылдан бері Қазақстандағы 124 метеостанциясы мәліметтері бойынша орташаланған жылдық температурасы ауытқуларының реттелген қатары көрсетілді. Әлемдік масштабта барлық экстремальді жылы жылдар соңғы 20 жылға келеді. ең жылы жылдардың қатарында екінші орынды иеленген 1983 жылды және 1995 жыл жылы жылдардың ондығына енген жылдарды қоспағанда, Қазақстанда бұл ерекшелік жақсы көрінеді.

Кесте 2.1 – Жер шарындағы (1850 жылдан бастап) және Қазақстандағы (1941 жылдан бастап) бақылау тарихындағы ең жылы он жыл және Қазақстан бойынша орташа жылдық беткі ауа температурасындағы ауытқулар. Аномалиялар 1961 - 1990 жж. қатысты есептелген.

Ранг	Жер шары	Қазақстан	Қазақстан территориясы бойынша орташаланған орташа жылдық температураның аномалиясы (қаңтар-желтоқсан), $^{\circ}\text{C}$
1	2016	2013	1,90
2	2017	1983	1,73
3	2015	2015	1,66
4	2018	2004	1,56
5	2014	2002	1,51
6	2010	2007	1,50
7	2005	2016	1,49
8	2013	1995	1,44
9	2006	2008	1,35
10	2009	2017	1,32



Сурет 2.1 – 1941 – 2018 жж. кезеңінде Қазақстан бойынша орташа алғанда (124 метеостанция бойынша) орташа жылдық (қаңтар-желтоқсан) жер бетіндегі ауа температурасының оң таңбалы аномалияларының қатарлары. Нормалар 1961 – 1990 жж базалық кезеңге қатысты есептелді.

2.1 Қазақстан территориясы бойынша 2018 жылғы ауа температурасы аномалиясы

2018 (қаңтар-желтоқсан) 1941 жылдан бастап байқаудың төмендеу реті бойынша тек 41-ші орынды иеленді (кесте 2.1).

2.2-кестеде облыстар мен тұтастай Қазақстан бойынша алғандағы орташа жылдық және маусымдық ауа температурасының аномалиялары келтірілді, ал 2.3-кестеде 2018 жылы байқалған ауа температурасының орташа айлық аномалиялары көрсетілді. Әр аномалия үшін олардың асып кетпеу ықтималдығы 1941 жылдағы деректер негізінде есептелген, сонымен қатар 1961-1990 жж. стандартты ауытқу. (кесте 2.2). 2.2 және 2.3 кестелерде 95-тен жоғары немесе 5-ші процентилен төмен температура (тиісінше жылы және салқын) қалың және ашық түстермен көрсетілді.

Қазақстанның көп бөлігінде орташа жылдық температура қалыптыға жақын болды (2.2-кесте; 2.2-сурет). Маңғыстау, Түркістан, Атырау (0,90 °C) облыстарында ауа температурасының 75%-дан аспайтын едәуір оң аномалиялары бақыланды. Осы аймақтардың аумағындағы орташа аномалиялар сәйкесінше 1,30 °C, 0,92 °C және 0,90 °C болды, ықтималдығы 74-81 % -дан аспады. Ауа температурасының едәуір теріс ауытқулары Солтүстік Қазақстан, Ақмола (-0,72), Қарағанды (-0,64), Павлодар (-0,76) аудандарында бақыланды.

Осы аймақтардың аумағындағы орташа ауытқулар минус 0,64-тен минус 0,76 °C дейін құрап, ықтималдығы 25-31 %-дан аспады. Қазақстан аумағында орташа жылдық ауа температурасы климаттық нормадан біршама жоғары болды, бар болғаны 0,12 °C-ға, бұл стандартты ауытқудан (0,85 °C) аз. Қостанай облысының Торғай метеостанциясында ең төменгі орташа жылдық ауа температурасы 1,9 °C құрады (алдыңғы ең төменгі температура 1969 жылы байқалған).

Кесте 2.2 – 2018 жылы аймақтық орташаланған орташа жылдық (қаңтар-желтоқсан) және маусымдық ауа температурасының ауытқулары: νT – 1961 – 1990 жж. базалық кезең бойынша орташа көпжылдық мәндерден ауытқуы, °C; $P(t \leq T_{2018})$ – 1941 - 2018 жылдар кезеңіндегі деректер бойынша есептелген аспау ықтималдығы (жақшаларда). % -да; s – 1961 – 1990 жылдардағы температурасының °C бойынша стандартты ауытқуы.

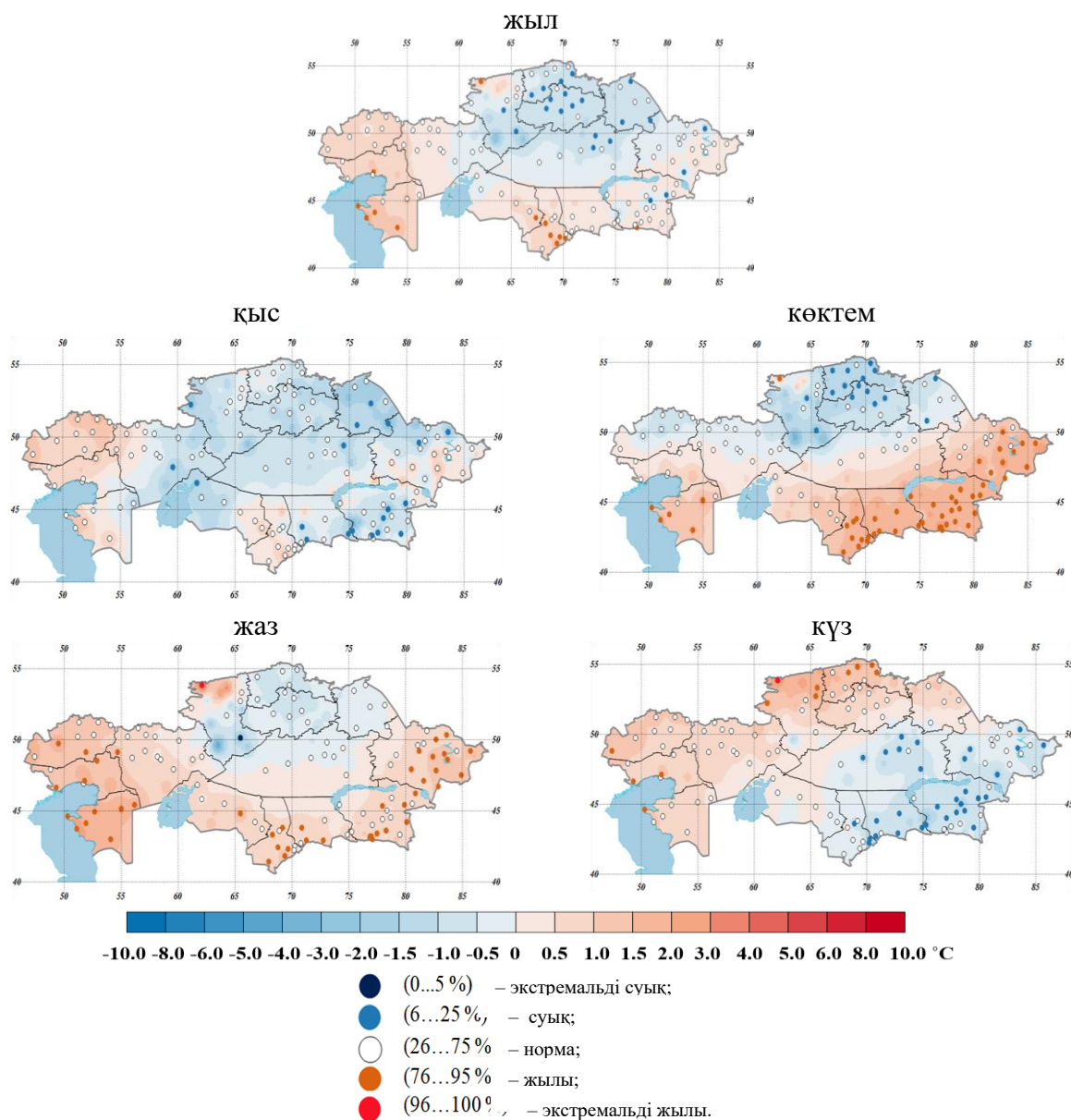
Регион/облыс	Жыл		Қыс		Көктем		Жаз		Күз	
	νT (P)	s	νT (P)	s	νT (P)	s	νT (P)	s	νT (P)	s
Қазақстан	0,11(51)	0,85	-0,29(40)	2,44	0,60(61)	1,26	0,64(70)	0,64	0,17(50)	1,14
Алматы	0,19 (48)	0,77	-0,67(36)	2,36	1,97(89)	0,99	0,75(77)	0,63	-0,72(23)	1,07
Ақмола	-0,72(28)	1,08	-0,79(35)	2,84	-1,22(25)	1,84	-0,55(35)	1,04	0,81(58)	1,51
Ақтөбе	0,22(53)	0,95	-0,20(40)	2,51	-0,20(49)	1,91	0,65(68)	0,92	0,68(71)	1,40
Атырау	0,87(74)	0,82	0,39(48)	2,40	0,65(61)	1,55	1,43(84)	0,85	0,95(75)	1,20
Восточно-Қазақстан	-0,01(44)	1,07	-0,25(44)	2,71	1,50(74)	1,51	1,00(88)	0,79	-0,48(32)	1,50
Жамбыл	0,25(49)	0,85	-0,96(32)	2,84	2,04(88)	0,99	0,83(79)	0,83	-0,95(23)	1,17
Западно-Қазақстан	0,64(66)	1,06	1,27(63)	2,74	-0,69(40)	2,01	1,38(76)	1,22	1,13(75)	1,27
Қарағанды	-0,64(25)	0,90	-0,63(40)	2,57	0,17(51)	1,35	-0,10(46)	0,85	-0,95(23)	1,40
Қостанай	-0,12(46)	1,06	-0,59(33)	2,76	-0,85(37)	1,92	0,24(58)	1,09	1,64(77)	1,49
Қызылорда	0,47(59)	0,90	-0,46(37)	2,87	1,05(64)	1,21	1,00(77)	0,93	0,09(44)	1,19
Манғыстау*	1,28(81)	0,76	0,39(46)	2,26	1,56(77)	1,26	2,12(87)	0,91	0,80(60)	1,16
Павлодар	-0,76(28)	1,16	-1,47(28)	3,15	-0,66(29)	1,73	-0,32(37)	0,93	0,76(57)	1,62
Северо-Қазақстан	-0,72(31)	1,15	-0,51(40)	2,94	-1,63(22)	1,86	-0,69(27)	1,17	1,44(77)	1,53
Түркістан	0,93(80)	0,80	0,53(42)	2,60	1,89(88)	0,86	0,92(85)	0,84	-0,37(31)	1,10

Ескертпе: 1. Маңғыстау облысы үшін бағалау 1960 жылдан бері жүргізілді;
2. 95-тен жоғары немесе 5-ші процентилен төмен мәндер (тиісінше жылы және суық экстремумдар) қалың шрифт және ашық түстермен көрсетілді.

Торғай метеостанциясында жылы кезеңдегі (сәуір-қазан) ауа температурасының минималды температурасы +12,8 °C дейін көтерілді, бұл 1964 жылы бақыланған алдыңғы минимумнан (+14,6 °C) 2 градусқа төмен.

Қыс мезгіліндегі ауа температурасы (2017 жылғы желтоқсан және 2018 жылғы ақпан) республиканың көп бөлігінде қалыптыға жақын болды (2.2-сурет) және елдегі орташа температуралық аномалия минус 0,29 °C болды (40-процентиль, 2.2-кесте).

Ауа температурасының 25 %-дан кем аспау ықтималдығымен едәуір теріс ауытқулары оңтүстік-шығыс және солтүстік-шығыс аймақтарда байқалды. Өңірлер бойынша теріс ауытқулар Ақтөбе облысы үшін $-0,20^{\circ}\text{C}$ -тан (40-шы процентиль), Павлодар үшін $-1,48^{\circ}\text{C}$ -қа дейінгі (28-ші процентиль) шамада болды. Қыс мезгілінің ішінде экстремальді суық қаңтар айында Алматы (минус $4,89^{\circ}\text{C}$) және Шығыс Қазақстан (минус $6,17^{\circ}\text{C}$) облыстарында экстремальді суық (аспау ықтималдығы 5 %) бақыланды (2.3-кесте). Ауаның орташа маусымдық температурасының оң аномалиясы Атырау ($0,39^{\circ}\text{C}$), Батыс Қазақстан ($1,27^{\circ}\text{C}$), Маңғыстау ($0,39^{\circ}\text{C}$), Түркістан ($0,53^{\circ}\text{C}$) облыстарында байқалды (2.2 кесте). .



Сурет 2.2 – 1961 – 1990 жж. базалық кезеңге қатысты есептелген 2018 жылы ауа температурасының аномалиясының кеңістіктік таралуы ($^{\circ}\text{C}$), және олардың 1941 – 2018 жж. кезеңі мәліметтері бойынша есептелген аспау ықтималдығы.

Суықтың ошағы (аспау ықтималдығы 7-25 %, 2.2-сурет) Шалқар ($-1,8^{\circ}\text{C}$, Ақтөбе облысы), Бесоба ($-2,1^{\circ}\text{C}$, Қарағанды облысы), Лениногорск, Семиярка, Шар

(-2,6 °C, -3,0 °C, -1,6 °C, сәкесінше, Шығыс-Қазақстан облысы), Джетыгара (-1,8 °C, Қостанай облысы), Баянауыл, Павлодар (-1,4 °C, -1,7 °C, Павлодар облысы), Алматы Каменское плато, Есік, Қырғызсай, Сарканд, Сарыөзек, Талдықорған (-1 °C, -2,7 °C, -1,1 °C, -3,4 °C, сәйкесінше, Алматы облысы), Тараз, Қордай, Отар, Уюк (-1,4 °C, -1,3 °C, -1,3 °C, -1,4 °C, сәйкесінше, Жамбыл облысы) метеостанциялар аймағында бақыланды. Қыс мезгілінің температурасының абсолютті максимумдары мен минимумдары жаңартылған жоқ.

Көктем 2018 жыл. Республика аумағының солтүстігінде орташа маусымдық температуралық аномалиялар теріс болды (2.2-сурет). Кейбір солтүстік облыстарда температура нормадан едәуір төмен болды. Нәтижесінде Солтүстік Қазақстан және Ақмола облыстарында аумағындағы орташа ауа температурасы нормадан едәуір төмен болды: сәйкесінше 1,22 және 1,63 °C (2.2-кесте). Республиканың оңтүстігінде ауа температурасы нормадан жоғары болып, Маңғыстау, Түркістан, Алматы және Шығыс Қазақстан облыстарының кең аумағында – нормадан әлдеқайда жоғары болды. Нәтижесінде олардың аумағындағы орташа ауа температурасы 1,50 - 1,97 °C-дан жоғары болды (2.2-кесте). Көктемгі айлардың ішінде наурыз айында Алматы мен Жамбыл облыстарында өте жылы болды, бұл аймақтағы аномалия аспау ықтималдығы 97 %-ды құрап 6 °C болды (2.3-кесте). Наурызда тарихи орташа айлық температура максимумы Шығыс Қазақстан облысының Бақты (+5,8 °C) және Марқакөл қорығы (5.3 °C),) және Алматы облысының Алакөл (+4,7 °C), Үшарал (+5 °C) метеостанцияларында бақыланды. Мамыр айында Ақмола (3,00 °C), Шығыс-Қазақстан (2,74 °C), Қарағанды (2,57 °C), Павлодар (3,87 °C), Солтүстік Қазақстан (2,98 °C) облыстарында экстремальді суық болды. Бұл аудандарда мамыр айы **көктемгі маусымның** 5 %-дық экстремальді суық айына кірді (2.3-кесте). Мамыр айында бірқатар станцияларда ауа температурасының тарихи минимумдары орнады, бұл станциялар Ақтоғай (+8,9 °C), Голубовка (+8,8 °C), Ертіс (+8,8 °C), Жолболды (+9,2 °C), Көктөбе (+10,4 °C), Красноармейка (+9,7 °C), Лозовая (+8,6 °C), Успенка (+9,2 °C), Федеровка (+8,5 °C). Қазақстан бойынша **көктемгі** ауа температурасының орташа аномалиясы +0,60 °C құрады (2.2-кесте).

Жаз 2018 жылы Қазақстанның көп бөлігінде жылы болды, батыс және оңтүстік өңірлерде орташа маусымдық температура қалыптыдан едәуір жоғары болды (2.2-сурет), негізінен, мұның себебі шілдедегі тұрақты ыстық ауа-райы салдарынан көптеген станцияларда орташа айлық ауа температурасының жаңа абсолюттік максимумының орнауы есебінен орнады: Атырау (+31,2 °C), Құлсары (+32,0 °C), Пешной (+28,7 °C) Атырау облысы; Аққұдық (+34,1 °C), Бейнеу (+33,2 °C), Қызан (32,5 °C), Сам (+32,1 °C), Тушыбек (31,2 °C), Форт-Шевченко (+29,7 °C) Маңғыстау облысы; Аяққұм (+30,0 °C) Ақтөбе облысы; Қарабалық (+26,7 °C), Қостанай (25,7 °C), Михайловка (24,8 °C) Қостанай облысы; Қазығұрт (+29,2 °C) Түркістан облысы; Қарак (+30,8 °C), Қызылорда (+30,8 °C), Шірік-Рабат (+32,0 °C) Қызылорда облысы. Нәтижесінде, шілде айы Ақтөбе және Батыс Қазақстан облыстарында жаздың ең ыстық айларының 5 % еніп, Атырау, Қызылорда және Маңғыстау облыстарында орташа температура бақылау тарихындағы ең жоғары көрсеткішке ие болды (2.3-кесте). Шілдеде кейбір абсолюттік минимум экстремумдары

жаңарды: абсолюттік минимумдар Аралкөл (16,3 °C), Железнодорожный свх. (15,3 °C), Торғай (16,0 °C), Екидын (17,7 °C) метеостанцияларында орнады. Экстремальді жылы шілде айында аспау ықтималдығы 100 %-бен ауа температурасы +4,5 °C тіркелген МС Қарабалық (Қостанай облысы) болды. Бұл аталған станцияда ауа температурасының жаңа максимумы (16,4 °C) орташалап жылы кезеңде алғанда да орнап, алдыңғы максимумы 2012 жылы (16,0 °C) орнады.. Тамыз айында орташа ауа температурасының минимумы МС Торғай (18,0 °C) Қостанай облысында жаңартылды. Қазақстан аумағында 2018 жылдың жазғы маусымы үшін орташа ауа температурасының ауытқуы +0,6 °C болды (70-ші процентиль, 2.2-кесте).

Кесте 2.3 – 2018 жылы региондар бойынша орташаланған орташа ауа температурасы аномалиясы: $\nu T - 1961 - 1990$ жж. базалық кезең бойынша орташа көпжылдық мәндерден ауытқуы, °C; $P(t \leq T_{2018}) - 1941 - 2018$ жылдар кезеңіндегі деректер бойынша есептелген аспау ықтималдығы (жақшаларда). % -да.

Регион/ облыс	12 (2017)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Қазақстан	0,50 (58)	-3,01 (16)	1,60 (57)	2,38 (79)	0,36 (54)	-0,96 (22)	0,04 (54)	1,27 (89)	0,60 (67)	0,23 (50)	1,89 (84)	-1,61 (35)
Алматы	0,62 (62)	-4,89 (5)	2,13 (61)	6,00 (97)	1,04 (68)	-1,08 (22)	0,82 (72)	0,22 (55)	1,22 (85)	-0,29 (29)	0,84 (62)	-2,67 (22)
Ақмола	1,18 (64)	-4,13 (18)	0,60 (51)	-0,24 (45)	-0,44 (38)	-3,00 (5)	-1,44 (20)	-0,02 (66)	-0,11 (40)	-0,12 (44)	2,24 (80)	0,33 (51)
Ақтөбе	-0,53 (45)	-1,22 (28)	1,13 (51)	-1,13 (38)	-0,09 (53)	0,60 (64)	-1,14 (27)	2,99 (98)	0,06 (45)	1,05 (76)	2,64 (88)	-1,64 (33)
Атырау	0,45 (61)	-1,11 (25)	1,87 (62)	-0,20 (45)	-0,23 (53)	2,39 (93)	0,05 (49)	3,93 (100)	0,25 (50)	1,70 (88)	2,73 (87)	-1,57 (38)
Шығыс- Қазақстан	2,01 (76)	-6,17 (5)	3,25 (75)	5,79 (92)	1,42 (68)	-2,74 (2)	1,99 (89)	-0,32 (42)	1,29 (77)	-1,08 (16)	1,65 (74)	-2,00 (29)
Жамбыл	0,38 (58)	-4,56 (6)	1,23 (49)	5,73 (97)	0,85 (66)	-0,47 (31)	0,47 (61)	0,97 (75)	1,04 (75)	-0,25 (37)	0,76 (63)	-3,34 (18)
Батыс- Қазақстан	1,33 (66)	0,49 (41)	2,02 (61)	-3,28 (22)	-0,71 (46)	1,87 (81)	-0,21 (44)	3,53 (96)	0,83 (64)	2,34 (92)	2,71 (87)	-1,66 (37)
Қарағанды	0,25 (55)	-3,42 (14)	1,25 (61)	2,75 (77)	0,32 (57)	-2,57 (5)	-0,48 (29)	-0,15 (50)	0,30 (53)	-1,18 (20)	1,37 (62)	-3,01 (23)
Қостанай	0,27 (55)	-2,53 (24)	0,40 (46)	-1,02 (37)	-0,11 (50)	-1,37 (24)	-1,78 (19)	1,78 (87)	0,75 (61)	1,24 (72)	3,22 (92)	0,51 (61)
Қызылорда	-1,46 (35)	-0,17 (40)	0,23 (46)	2,90 (75)	0,36 (57)	-0,12 (38)	-0,17 (41)	2,90 (100)	0,27 (51)	0,13 (41)	2,20 (80)	-2,06 (31)
Маңғыстау	-0,62 (39)	0,04 (31)	2,01 (58)	1,76 (63)	-0,18 (36)	3,07 (94)	1,38 (68)	4,70 (100)	0,29 (48)	2,05 (84)	2,58 (81)	-2,32 (13)
Павлодар	0,27 (50)	-5,22 (11)	0,61 (49)	1,34 (63)	0,60 (48)	-3,87 (1)	-0,44 (46)	-0,90 (35)	0,39 (48)	-0,46 (32)	2,23 (80)	0,48 (59)
Солтүстік- қазақстан	1,62 (70)	-3,46 (20)	0,36 (51)	-1,12 (35)	-0,82 (36)	-2,98 (5)	-2,05 (12)	0,31 (70)	-0,32 (36)	0,62 (61)	2,54 (84)	1,14 (66)
Түркістан	-1,05 (36)	0,80 (50)	1,81 (57)	4,77 (94)	0,70 (63)	0,26 (54)	0,24 (58)	2,00 (94)	0,47 (63)	0,33 (55)	0,88 (63)	-2,31 (27)

Ескертпе: 1. Маңғыстау облысы үшін бағалау 1960 жылдан бері жүргізілді;

2. 95-тен жоғары немесе 5-ші процентильден төмен мәндер (тиісінше жылы және суық экстремумдар) қалың шрифт және ашық түстермен көрсетілді.

Күз 2018 жылы батыс және солтүстік Қазақстан аумағында жылы болды, мұнда бірқатар станцияларда маусымдық температураның 1,5-2,0 °C-тан жоғары ауытқулары 75% аспау ықтималдығымен тіркелді (2.2-сурет). Орталық, оңтүстік және оңтүстік-шығыс облыстарының көптеген станцияларында маусымдық температура нормадан едәуір төмен болды (ықтималдығы 25 %-дан 1,0-1,5 °C), сондай-ақ Алматы, Жамбыл және Қарағанды облыстарының аумақтарында да нормадан төмен болды. Қазақстанның әр түрлі аймақтарында ауа температурасының нормадан көп бағытты ауытқуы болған жағдайда, 2018 жылдың күзгі маусымында Қазақстандағы орташа температура климаттық нормадан 0,17 °C жоғары болды.

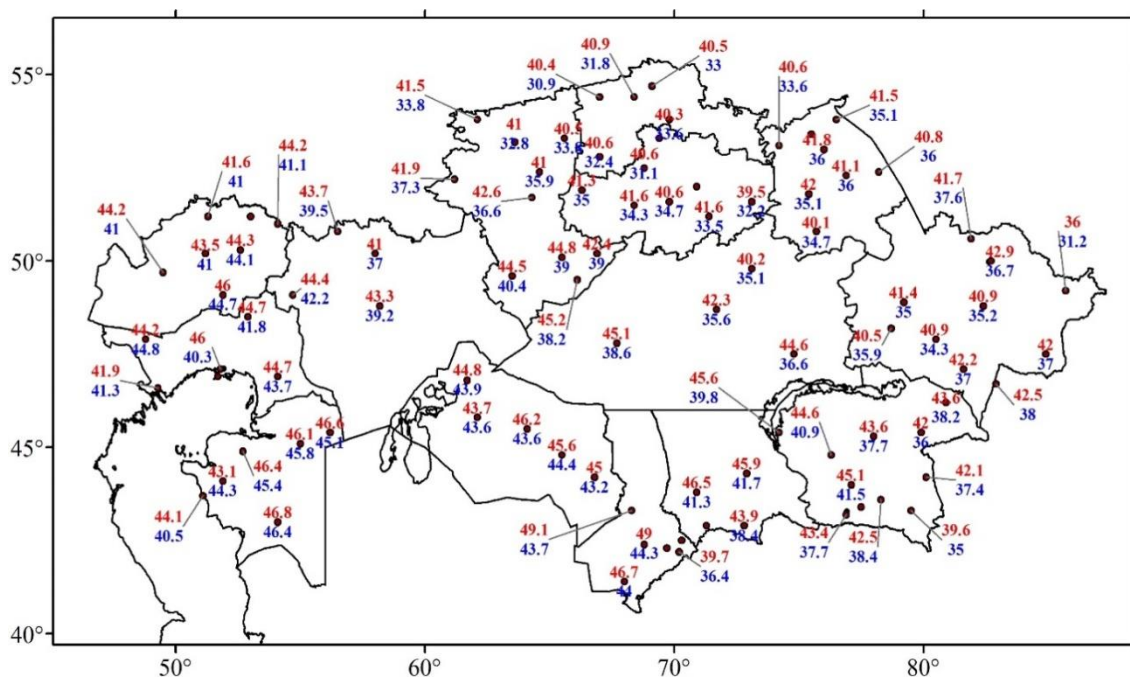
Климаттың өзгеруі тұрғысынан қарағанда қазіргі уақытта экстремалды климаттық құбылыстар үлкен қызығушылық тудырады, олар экономиканың әртүрлі салаларына (денсаулық, су, ауыл шаруашылығы және т.б.) қатты әсер етеді. Дүниежүзілік метеорологиялық ұйым ClimPact бағдарламалық пакетін ұсынды, бұл құбылыстар мен олардағы өзгерістердің жиілігі мен қарқындылығын есептеуге және талдауға мүмкіндік береді. 1936 жылдан кейінгі кезеңдегі Қазақстанның метеорологиялық станцияларындағы ауа температурасы мен жауын-шашынның максималды, минималды тәуліктік мәндеріне сәйкес келесі климаттық көрсеткіштер есептелді:

- TXx, ауа температурасының тәуліктік максимумдарының ішіндегі максимумы;
- TNn, ауа температурасының тәуліктік минимумдарының ішіндегі минимумы;
- SU25, 25 °C температурадан жоғары болатын ыстық күндер саны;
- TX90p, тәуліктік максималды ауа температурасы 90 процентилен жоғары болатын жылы күндер пайызы;
- TN10p, минималды температура 10-процентилен төмен болған күндердің пайызы (суық түн);
- WSDI, жылу толқындарының ұзақтығы немесе күн сайын ауа температурасының ең жоғары температурасы 90-шы процентилен жоғары болған күндер саны;
- CSDI, суық толқындардың ұзақтығы немесе ауа температурасының күнделікті минималды температурасы 10 процентилен төмен болған күндер жиынтығы;;
- ID, күндізгі аязбен күндер саны;
- FD0, түнгі аяз болған күндер саны;
- FDM20, қатты аяз болған күндер саны;
- GSL, вегетациялық кезең ұзақтығы;
- TM10a, орташа тәуліктік температурасы 10 °C жоғары күндер саны;
- HWF, жылу кезеңінің жалпы жылу толқындарының ұзақтығы;
- DTR, ауа температурасының тәуліктік амплитудасы;
- Hddheat8, жылыту кезеңіндегі температураның қосындысы;
- RX1day, 1 тәулік ішіндегі максималды жауын-шашын мөлшері;
- CDD, жаңбырсыз кезеңдердің ұзақтығы, жауын-шашын болмады;

- CWD, жауын-шашын мөлшері бар кезеңдердің ұзақтығы немесе кем дегенде қатарынан 6 күн болған күндер саны, жауын-шашын мөлшері 1 мм-ге тең немесе одан көп болғанда;
- R95pTOT, экстремальді жауын-шашын мөлшерінің жылдық жауын-шашын мөлшеріндегі үлесі.

2018 жылы ауа температурасының тәуліктік максимумы. 2.3-суретте метеостанцияның ашылуынан бастап 2018 жылға дейінгі тіркелген ауа температурасының абсолюттік максимумдарының мәні көрсетілген. Көк түспен 2018 жылы байқалған ауа температурасының тәуліктік максималды мәндері, қызыл түспен станция ашылған сәттен бастап 2017 жылға дейін тіркелген абсолюттік максимумдар көрсетілді. 2018 жылы абсолюттік максимумдардың мәні Қазақстанның ешбір станцияларында аспады.

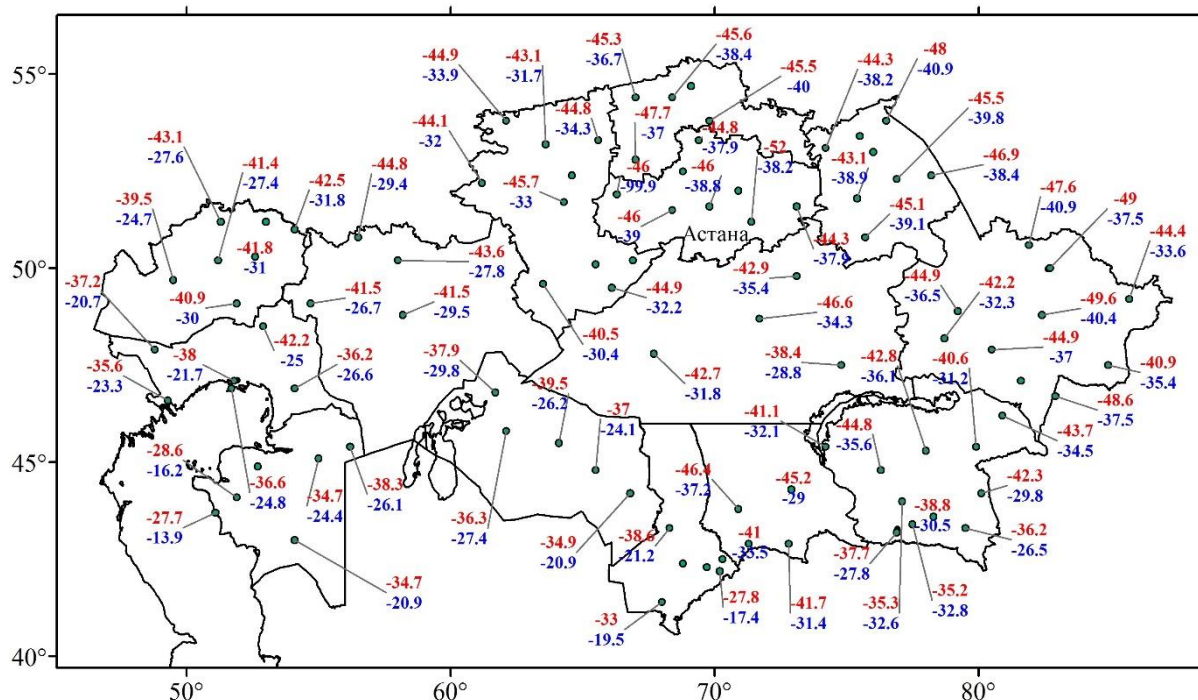
Қазақстандағы ең жоғары ауа температурасы (абсолюттік максимум) 1983 жылдың шілдесінде, Түркістан облысының кейбір метеостанцияларында ауа температурасы +49...+50 °C дейін жеткен кезде (Түркістан, Шаян, Арыс, Тасты), сондай-ақ 1995 жылы шілдеде, МС Қызылқұм ауа температурасы +51 °C дейін көтерілді.



Сурет 2.3 – Ауа температурасының абсолюттік максимумдарының мәні (°C) метеостанцияның ашылуының басынан бастап 2017 жылға дейін (қызыл түспен) және 2018 жылы бақыланған тәуліктік ауа температурасының (°C) максималды мәндері (көк түспен) көрсетілді

2.4-суретте 2017 жылы метеостанция ашылған сәттен бастап ауа температурасының абсолюттік минимумдары (қызыл түспен), ал көк түспен – 2018 жылы минимальді ауа температурасының мәндері көрсетілді. Қазақстанда ауа температурасының минус 54 °C-тан төмен абсолюттік минимумы 2 метеостанцияларда – 1931 жылы қаңтарда Шағанатта МС-да (54 °C) және 1893 жылы қаңтарда Астана МС-да (52 °C) тіркелді. 2018 жылы, 2017 жылындағыдай, күнделікті минималды температураның жазбалары жаңартылмады.

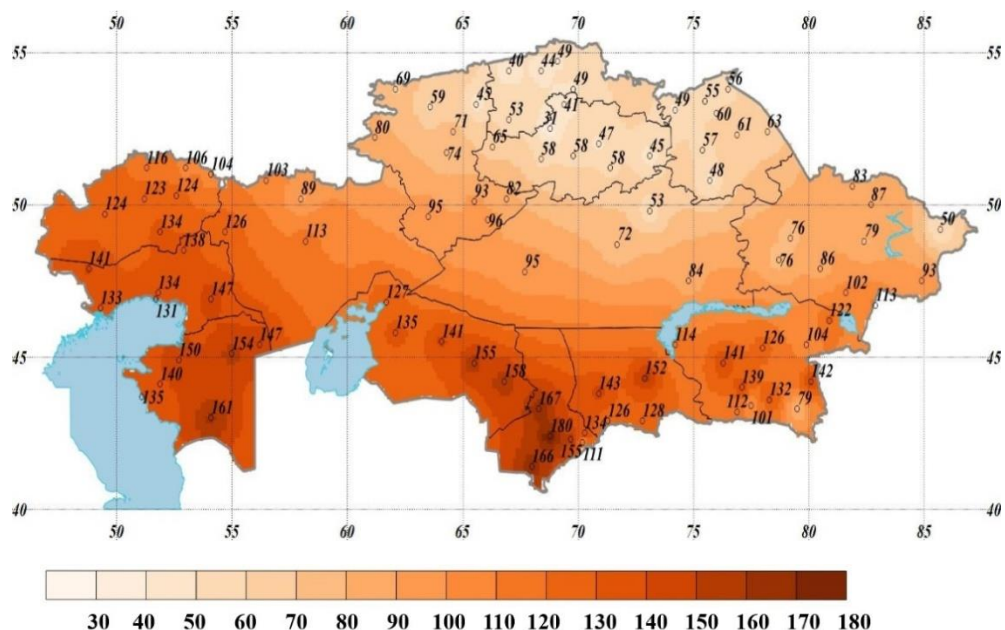
2018 жылы Қазақстанның солтүстігінде минус 30 °С-тан төмен ауа температурасы байқалды, 2018 жылы ең төменгі ауа температурасы Павлодар облысының Михайловка және Шығыс Қазақстан облысының Дмитриевка метеостанцияларында тіркелді: минус 40,9 °С.



Сурет 2.4 – Ауа температурасының абсолюттік минимумдарының мәні (°С) метеостанцияның ашылуының басынан бастап 2017 жылға дейін (қызыл түспен) және 2018 жылы бақыланған тәуліктік ауа температурасының (°С) минимальді мәндері (көк түспен) көрсетілді

25 °С температурадан жоғары болатын **ыстық күндер саны** экономиканың әртүрлі салалары үшін, мысалы, ауыл шаруашылығы үшін қызығушылық тудырады, өйткені жоғары температура бақша және бақша дақылдарының өсуіне жақсы жағдай болып табылады, бірақ ылғал болмаған кезде жоғары температура құрғақшылыққа және егіннің шығынына әкеледі. Жоғары температура кезінде адам ағзасы біршама ыңғайсыздықты сезінеді, сондықтан денсаулық сақтау саласында және энергетика саласында ескеру қажет, мұндай температура кезеңінде бөлмелерді салқындатуға көп энергия жұмсалады.

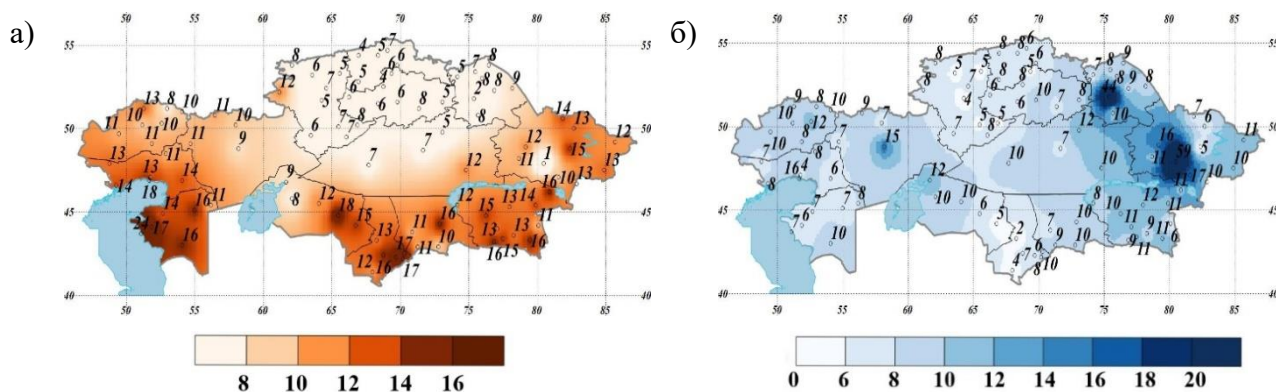
2018 жылы Қазақстанның солтүстік, орталық және солтүстік-шығыс облыстарында 25 °С жоғары температура 100 күннен аспады. Батыс және оңтүстік облыстарда ыстық ауа-райы 130 күннен астам қайталанды, ыстық күндердің ең көп мөлшері Маңғыстау және Түркістан облыстарында байқалды (160-180 күн).



Сурет 2.5 – 25 °C температурадан жоғары болатын ыстық күндер саны 2018 ж.
(Su25 индексі)

Ауа температурасы тәуліктік максималды температурасы 2018 жылы 90%-дан асатын **жылы күндер** Қазақстан аумағында 2 %-дан 24 %-ға дейін өзгерді (2.6 а-сурет). Еліміздің солтүстік және орталық облыстарында ауа температурасының экстремальді жоғары тәуліктік ауа температурасы, әдетте, 9 %-дан аспайды, қиыр оңтүстік аймақтарда – 15 %-дан асты. Осы индекс мәндерінің бүкіл Қазақстан бойынша таралу заңдылықтары көбінесе ыстық күндер санының таралуына сәйкес келеді.

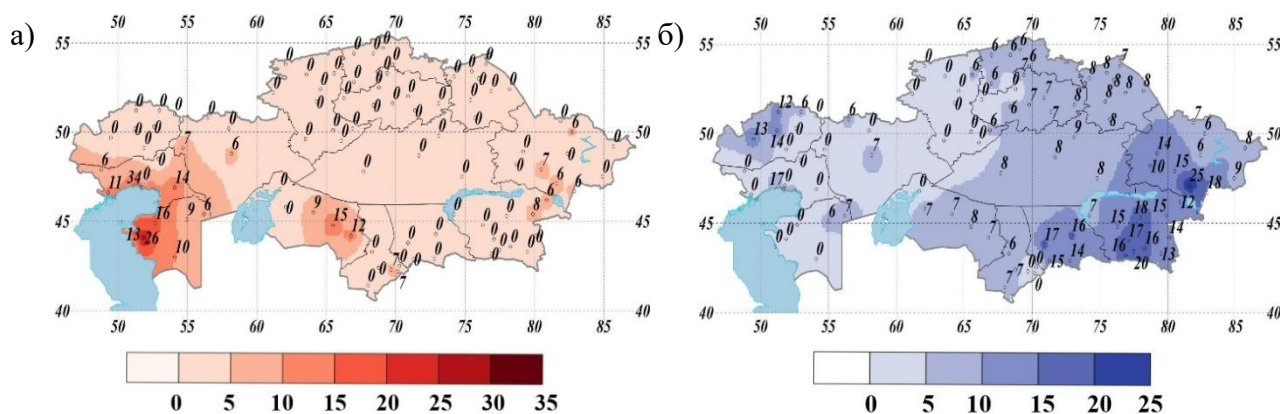
Тәуліктік ауа температурасының минимумы 10-шы процентильден төмен болған кездегі **салқын түндердің пайызы** тәуліктік ауа температурасының экстремальді төмен болу жағдайларының болу жиілігін сипаттайды (2.6 б-сурет). 2018 жылы суық түндердің пайызы 7 %-дан 13-15 %-ға дейін өзгерді, суық түндердің максималды саны (23 %) МС Пешной (Атырау облысы) байқалды. Бұл индекс көбіне аязды күндер индексінің таралуымен сәйкес келеді (индекс FD0).



Сурет 2.6 – 2018 жылы тәуліктік максималды температура 90 процентильден жоғары (а, индекс Tх90р) және тәуліктік минималды температура 10-процентильден төмен (б, индекс Tн10р) болған кездегі жағдайлардың пайызы суточная максимальная

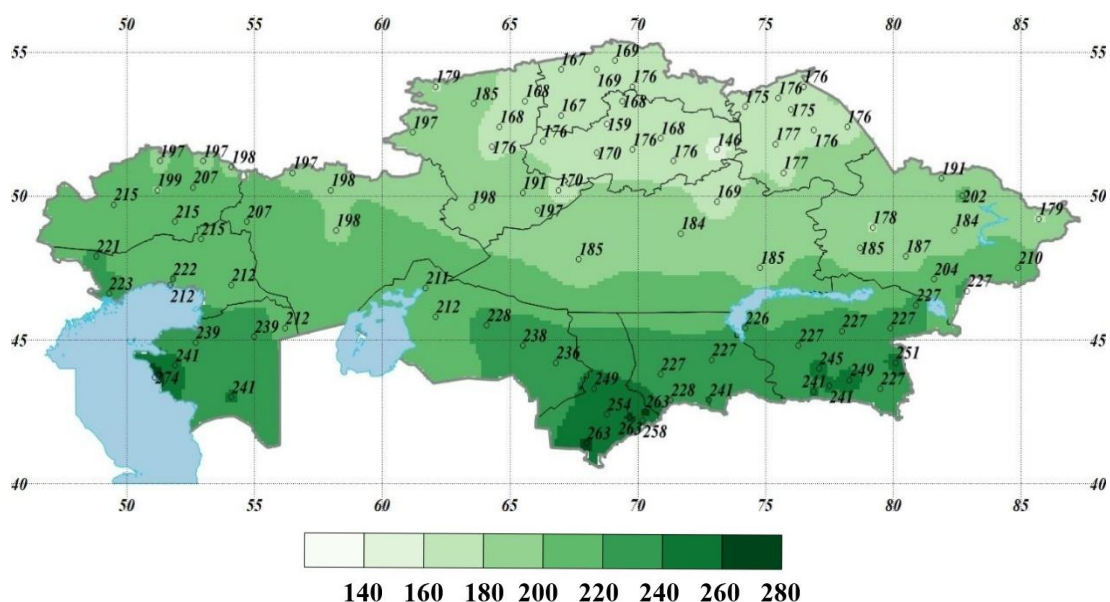
2.7 а-суретте 2018 жылы Қазақстандағы **жылу толқындарының жалпы ұзақтығы** көрсетілген (ауаның тәуліктік максималды температурасы 90-шы процентильден жоғары 6 күн қатарынан болған күндердің қосындысы). Қазақстанның көп бөлігінде 6 тәуліктен астам жылу толқыны байқалған жоқ. Шығыс Қазақстан, Алматы және Ақтөбе облыстарының кейбір станцияларында жылу толқындарының ұзақтығы 6-8 күнді құрады. Қызылорда облысында жылу толқындарының максималды ұзақтығы 9–15 тәулік, Каспий маңындағы Атырау және Маңғыстау облыстарында – 11-34 күн болды.

6 күн қатарынан ауаның тәуліктік минималды температурасы 10 процентильден төмен болғандағы, бір жылдағы күндер саны **суық толқындардың жалпы ұзақтығын** сипаттайды. 2018 жылы Ақтөбе, БҚО, Атырау, Маңғыстау және Қостанай облыстарының басым бөлігінде 6 және одан көп күнге созылған суық толқындар байқалмады. Суық толқындардың максималды ұзақтығы 15 күннен 25 күнге дейін Алматы, Жамбыл және Шығыс Қазақстан облыстарының станцияларында байқалды (2.7 б-сурет).



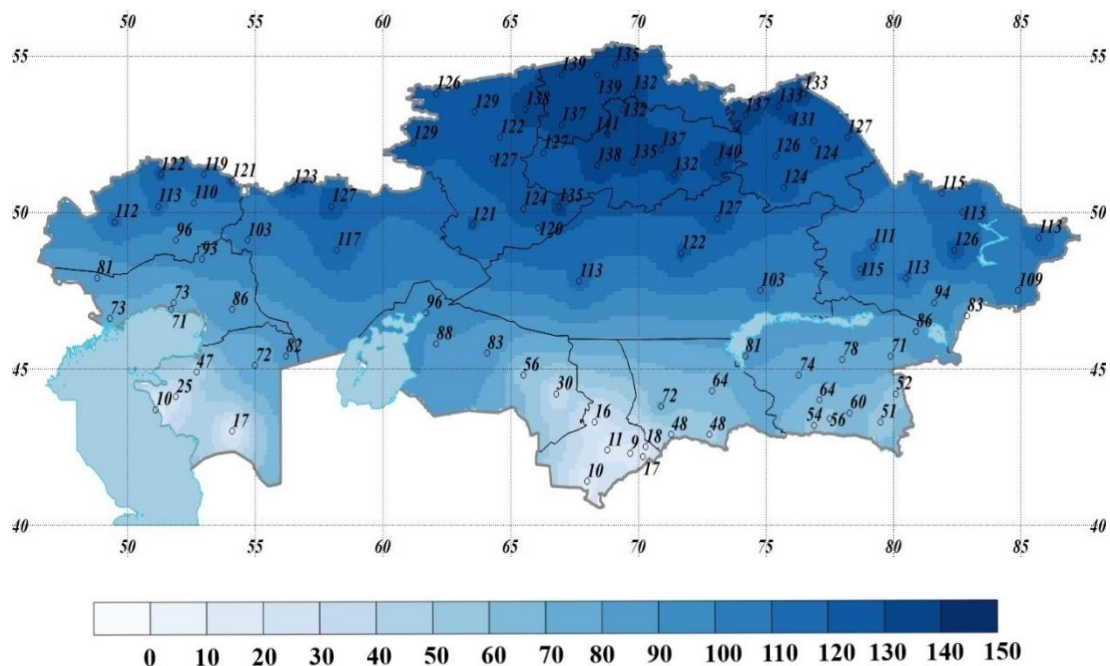
Сурет 2.7 – ең болмағанда 6 күн қатарынан тәуліктік максималды ауа температурасы 90-шы процентильден (а, WSDI индексі) жоғары және 6 күн қатарынан тәуліктік минималды ауа температурасы 10-шы процентильден төмен болған кездегі (б, CSDI индексі) 2018 жылы күндердің жалпы саны

2.8 суретте 2018 жылы **вегетация кезеңінің ұзақтығының** кеңістіктік таралуы көрсетілген (арасындағы бес күндік күннің орташа тәуліктік температурасы $\geq 5^{\circ}\text{C}$ болатын алғашқы күн және бес күндік орташа тәуліктік температура $\leq 5^{\circ}\text{C}$ болатын соңғы күн арасындағы уақыт). Қазақстанда 2018 жылы минималды вегетациялық кезең республиканың солтүстік аймақтарында 146-177 күнді құрады. Қазақстанның оңтүстік жартысында вегетациялық кезең 220 күннен астам уақытқа созылып, қиыр оңтүстікте – 260 күннен асып, максимум Ақтауда байқалды және жылына 274 күнді құрады.



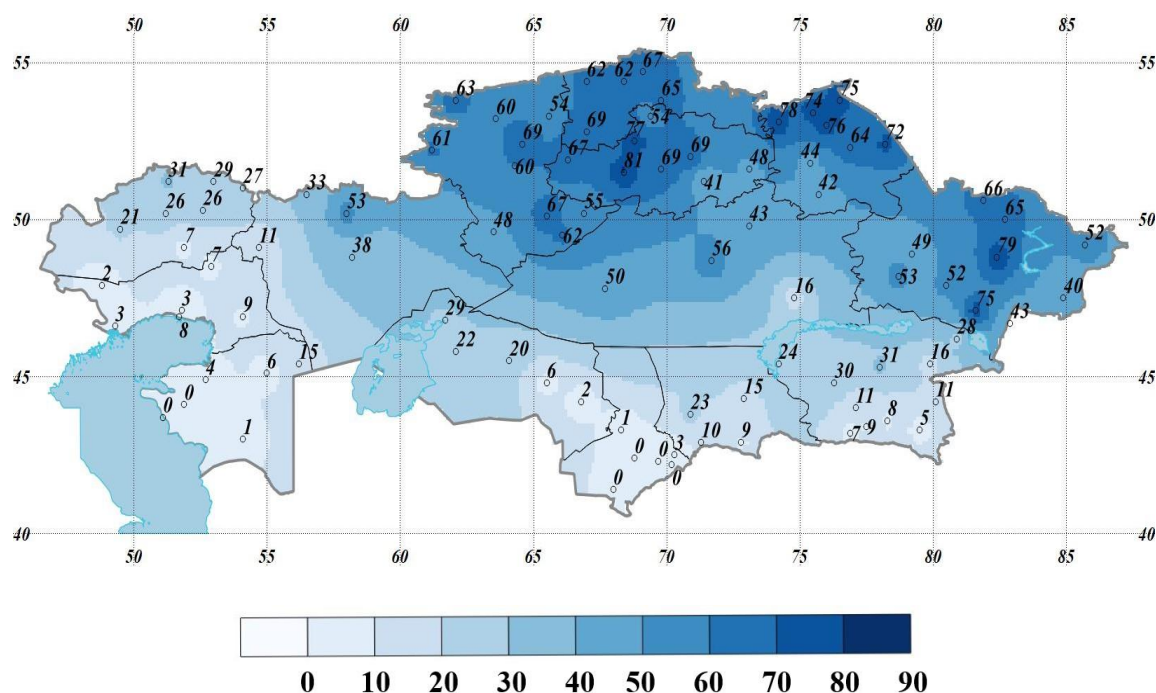
Сурет 2.8 – 2018 жылғы вегетациялық кезеңнің ұзақтығы (күндер) (GSL индексі)

2.9-суретте *ауаның тәуліктік максималды температурасы 0°C төмендеген кезде аяз болған күндер саны* көрсетілді. 2018 жылы республиканың солтүстік аймақтарында мұндай күндер 120-дан, ал кей жерлерде 130 күннен асады, Қазақстанның қиыр оңтүстігінде күндізгі аяз күндерінің минимальді саны 9-10 күн болды.



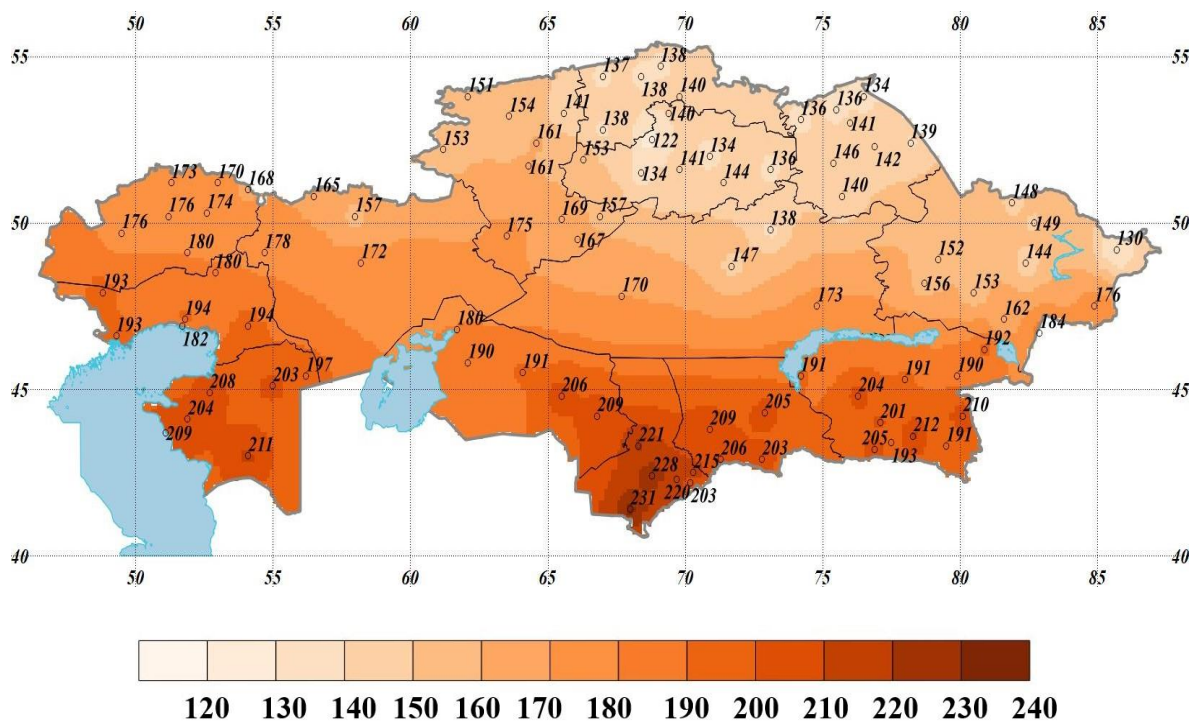
Сурет 2.9 – 2018 жылғы күндізгі аязбен күндер саны (ID индексі)

2018 жылы Маңғыстау мен Түркістан облыстарының оңтүстігінде *күндізгі минималды ауа температурасы минус 20°C -дан төмендеген кезде қатты аяз болған күндер* бақыланбады. Қазақстанның солтүстік және шығыс облыстарында қатты аязды күндер саны 40-тан 81-ге дейін болды (2.10-сурет).



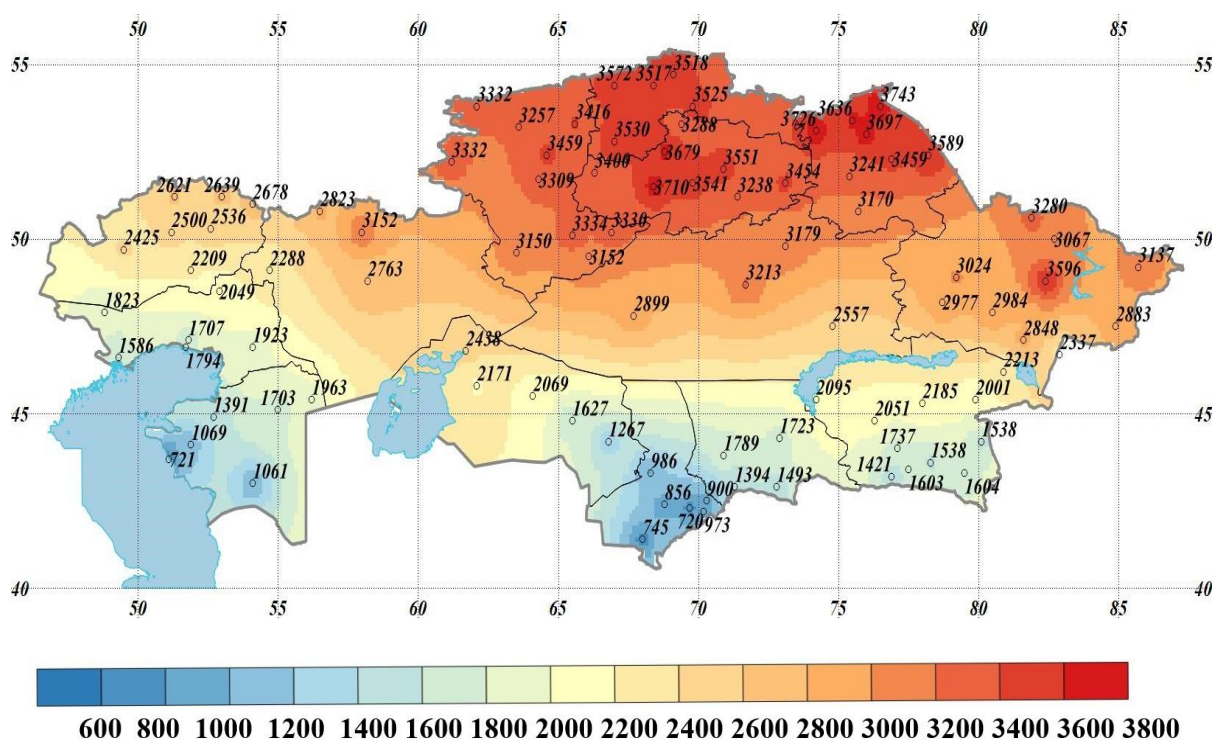
Сурет 2.10 – 2018 жылы қатты аязды күндер саны (FDm20 индексі)

Температурасы 10 °C жоғары күндер саны белсенді вегетация кезеңін сипаттайды. 2018 жылы республиканың оңтүстік аймақтарында мұндай күндер 180 күннен 231 күнге дейін байқалды. Еліміздің солтүстік және орталық облыстарында – 122 күннен 173 күнге дейін бақыланды (2.11-сурет).



Сурет 2.11 – Орташа тәуліктік температурасы 2018 жылы 10 °C жоғары күндер саны (TM10a индексі)

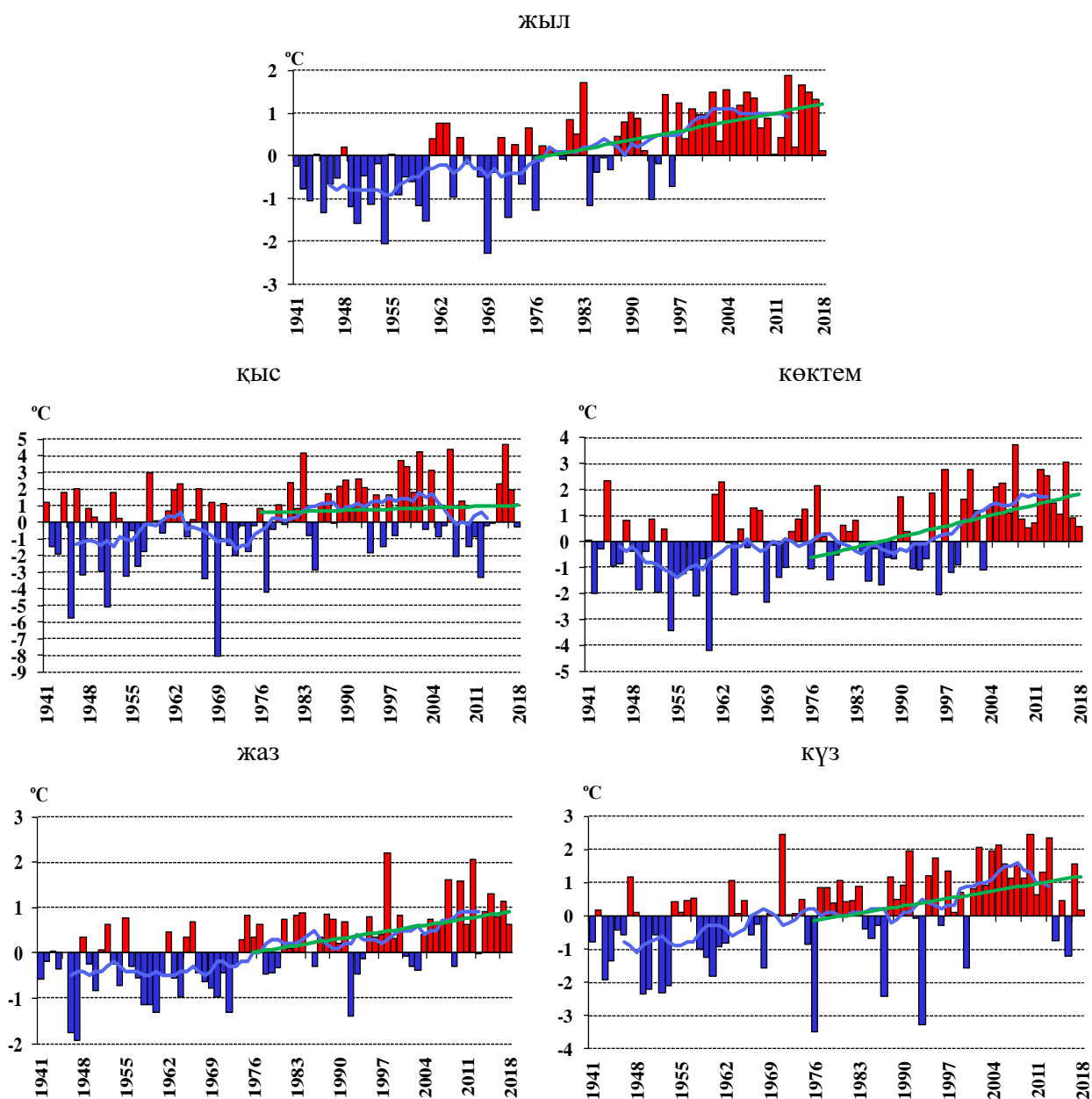
Қыздыру кезеңінің шектік температурасын және қоршаған ортаның орташа тәуліктік температурасын анықтауға арналған температура айырмашылығының сомасын көрсететін **Hddheat** *индексі* үлкен қызығушылық тудырады. Бұл температура айырмашылығы тұрғын және өндірістік үй-жайларды жылыту арқылы өтеледі, сондықтан бұл индекс жылуға қажетті энергия мөлшерін анықтауға көмектеседі. Қазақстанда жылыту кезеңі күздегі ашық ауаның орташа тәуліктік температурасы 5 күн қатарынан +8 °C төмен болған кезде басталады және көктемде орташа тәуліктік температура +8 °C-тан жоғары көтерілгенде аяқталады. 2018 жылы жылыту кезеңіндегі температура айырмашылығының сомасы солтүстіктен оңтүстікке қарай 3500 °C-тан 800 °C-қа дейін төмендеді (2.12-сурет). Жылыту маусымындағы ең аз температура (720) Түркістан облысында байқалды.



Сурет 2.12 – 2018 жылы жылыту маусымына арналған температуралардың қосындысы (HddHeat8 индексі)

2.2 Қазақстан аумағындағы ауа температурасы өзгерістеріне бақылау

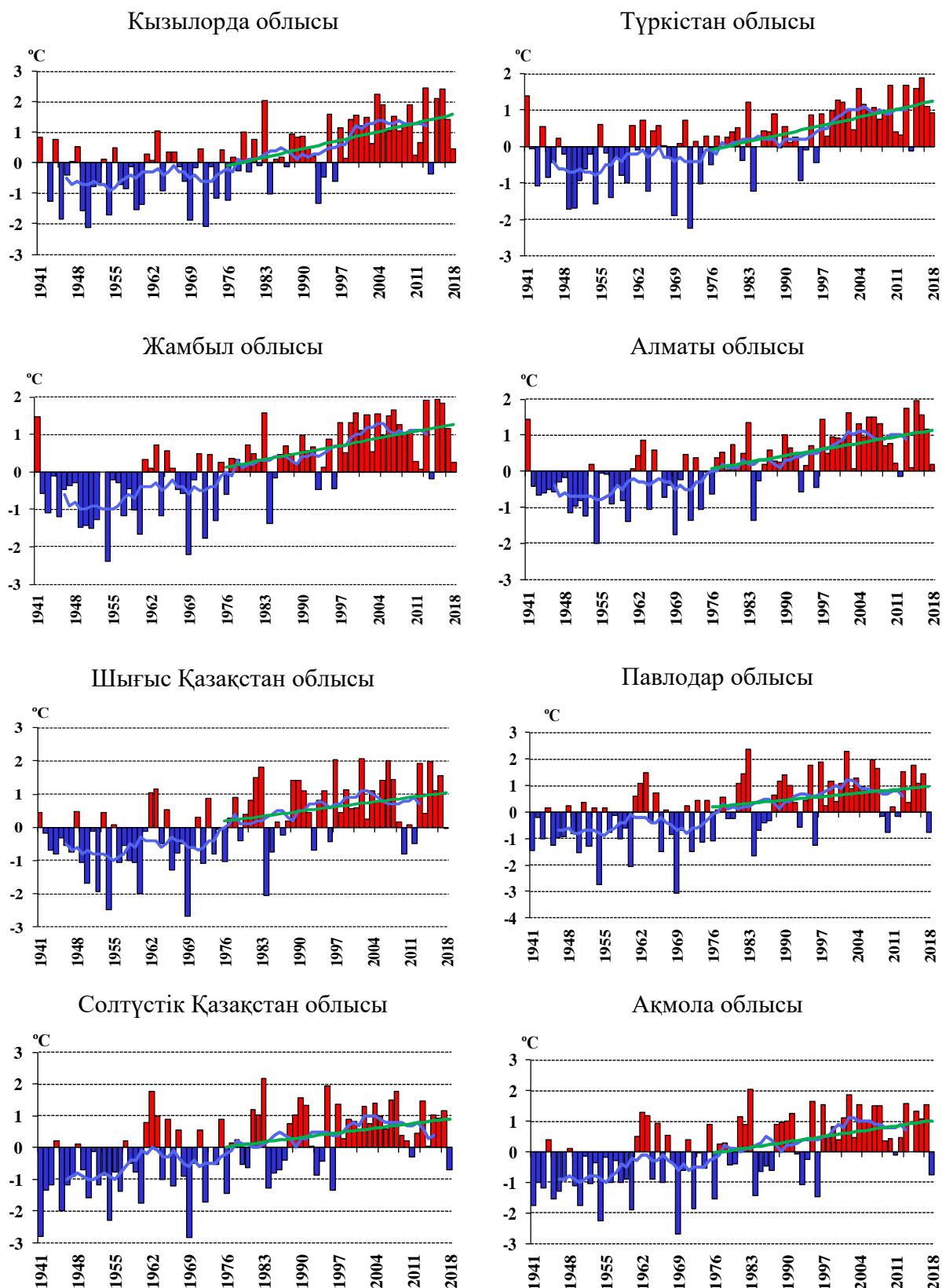
2.13 және 2.14-суреттерде 1941-2018 жж. аралығында Қазақстан мен әкімшілік аудандарда орта есеппен беткі ауа температурасының орташа жылдық және маусымдық ауытқуларының (аномалияларының) уақыттық қатарлары, сонымен қатар 1976-2018 жж. кезеңіндегі ауа температурасының сызықтық тенденциялары көрсетілген. Аномалиялар 1961-1990 жылғы базалық кезеңге қатысты есептелген. Сызықтық трендтер соңғы онжылдықтардағы орташа жылдық және маусымдық ауа температурасының біртіндеп артуы туралы нақты ақпарат береді. 2.4-кестеде 1976-2018 жылдар кезеңіндегі ауа температурасының өзгеруін бағалау берілген: ауа температурасының ауытқуының орташа өзгеру жылдамдығын сипаттайтын сызықтық тренд коэффициенті; тенденцияның жалпы дисперсияға үлесін көрсететін детерминация коэффициенті.



Сурет 2.13 – 1941-2018 жж. аралығында Қазақстан аумағында орташа жылдық және маусымдық ауа температурасының (°C) аномалияларының уақыттық қатары.

Аномалиялар 1961-1990 жылғы базалық кезеңге қатысты есептелген.

1976-2018 жылдарға арналған сызықтық тренд жасыл түспен белгіленген. *Тегістелген қисық сызық 11 жылдық бойынша жылжымалы түрде орташаланып алынды*



Сурет 2.14 – 1941-2018 жж. кезеңінде Қазақстан облыстары бойынша орташа жылдық ауа температурасы (°C) аномалияларының уақыттық қатарлары. Аномалиялар 1961-1990 жылғы базалық кезеңге қатысты есептелген. 1976-2018 жылдарға арналған сызықтық тренд, жасыл түспен белгіленген. Тегістелген қисық сызық 11 жылдық бойынша жылжымалы түрде орташаланып алынды, 1-бет

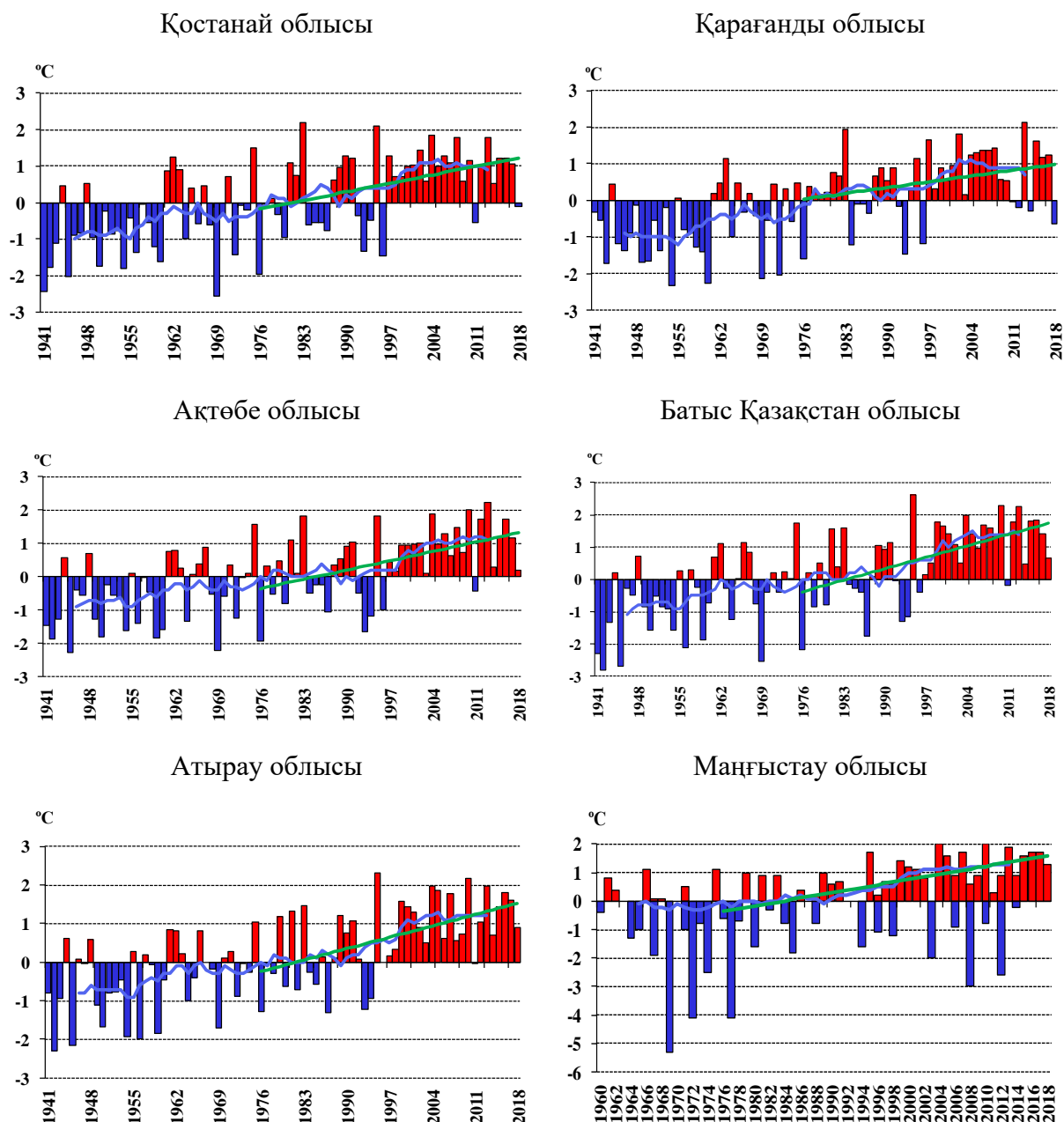


Рисунок 2.14 – 1941-2018 жж. кезеңінде Қазақстан облыстары бойынша орташа жылдық ауа температурасы (°C) аномалияларының уақыттық қатарлары. Аномалиялар 1961-1990 жылғы базалық кезеңге қатысты есептелген. 1976-2018 жылдарға арналған сызықтық тренд, жасыл түспен белгіленген. Тегістелген қисық сызық 11 жылдық бойынша жылжымалы түрде орташаланып алынды, 2-бет

Орташа есеппен Қазақстан аумағында 1976-2018 жж. ауа температурасының орташа жылдық өсуі әр 10 жыл сайын $0,31^{\circ}\text{C}$ құрайды. Ең жоғары өсу қарқыны көктемде ($0,59^{\circ}\text{C}/10$ жыл), ең төмені – қыста ($0,11^{\circ}\text{C}/10$ жыл) байқалады. Орташа жылдық температураның жалпы дисперсиясына тренд үлесі – 23 %, басқа мезгілдер үшін – қыста 0 %-дан көктемде 24 %-ға дейін. Қыстағыдан басқа барлық маусымдарда температураның жоғарылауы статистикалық маңызды болып табылады (2.4-кесте).

1976-2018 жж. аралығында Қазақстан бойынша орташа жылдық, маусымдық және айлық ауа температурасының ($^{\circ}\text{C}/10$ жылдағы) өзгерістері туралы толық ақпарат 2.15-2.16 суретте көрсетілген

Кесте 2.4 – 1976-2018 жж. кезеңінде Қазақстан территориясы мен оның аймақтарында орташа ауа температурасының ауытқуларының сызықтық трендінің сипаттамалары.

Регион/облыс	Жыл		Қыс		Көктем		Жаз		Күз	
	a*	**R ²	a	R ²	a	R ²	a	R ²	a	R ²
Қазақстан	0,31	23	0,11	0	0,59	24	0,21	14	0,32	9
Алматы	0,25	19	0,07	0	0,58	26	0,20	15	0,21	5
Ақмола	0,25	11	0,03	0	0,61	18	0,01	0	0,37	6
Ақтөбе	0,40	24	0,21	1	0,55	13	0,32	10	0,48	14
Атырау	0,42	29	0,32	3	0,46	15	0,46	31	0,42	14
Шығыс Қазақстан	0,20	7	-0,07	0	0,62	21	0,16	8	0,17	2
Жамбыл	0,27	21	0,12	0	0,59	25	0,18	12	0,23	6
Батыс Қазақстан	0,50	31	0,40	4	0,53	14	0,57	24	0,49	16
Қарағанды	0,23	10	0,03	0	0,70	23	0,01	0	0,19	2
Қостанай	0,34	17	0,11	0	0,54	12	0,15	2	0,55	15
Қызылорда	0,40	26	0,25	1	0,77	28	0,26	16	0,32	8
Маңғыстау	0,32	35	0,25	4	0,37	18	0,46	42	0,23	9
Павлодар	0,19	5	-0,10	0	0,64	21	0,03	0	0,25	3
Солтүстік Қазақстан	0,21	8	-0,02	0	0,44	11	0	0	0,44	9
Түркістан	0,32	32	0,23	2	0,54	25	0,21	13	0,28	10

* a – сызықтық тренд коэффициенті, $^{\circ}\text{C}/10$ жыл

** R² – детерминация коэффициенті, %

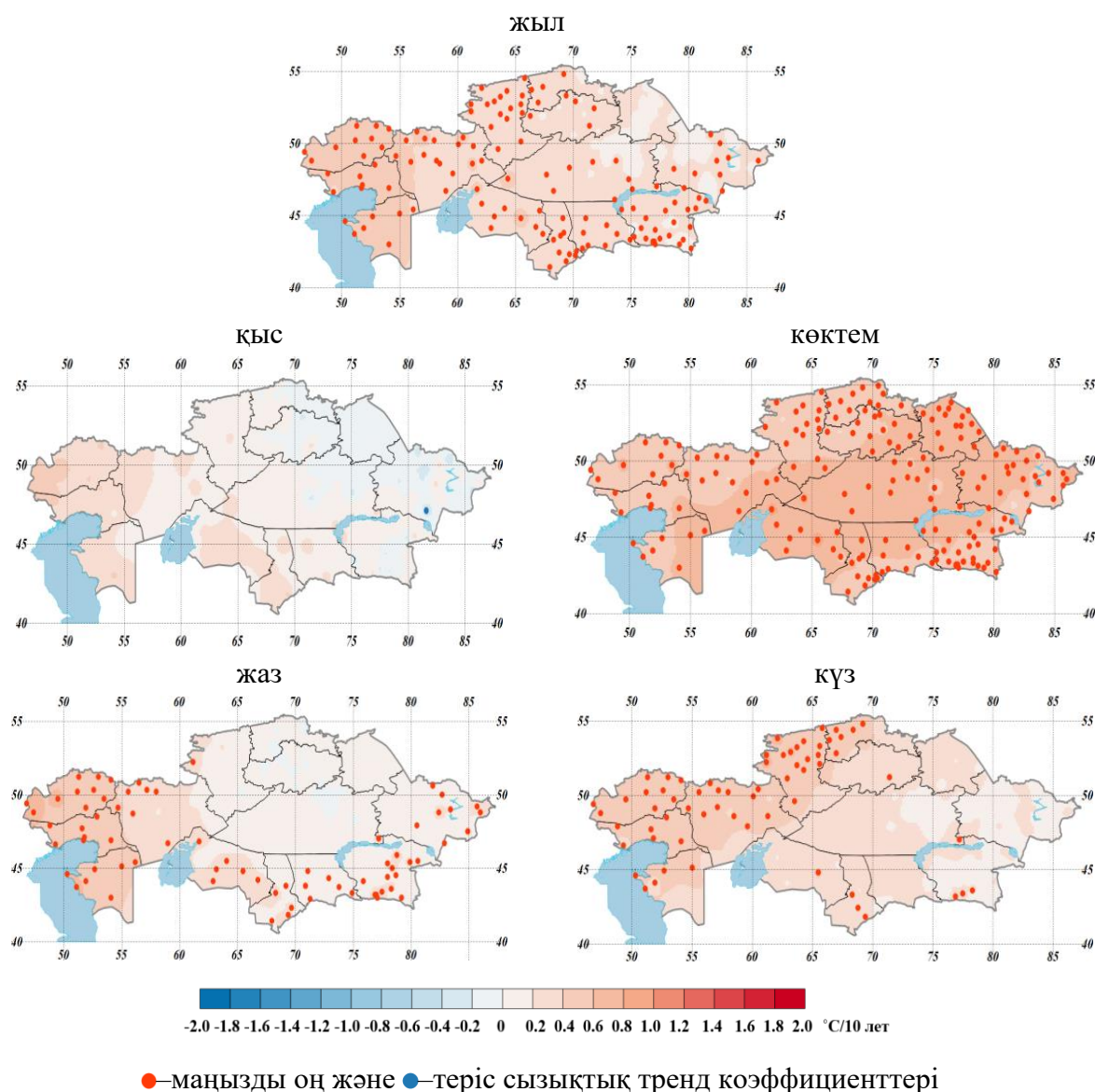
***«қою» шрифтпен статистикалық маңызды тенденциялар белгіленді

Орташа жылдық температураның тренді Қазақстан бойынша оң және статистикалық маңызды болды (2.15-сурет). Қазақстанның батыс аймақтарында жылыну жылдамырақ қарқынмен ($0,24^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,60^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін), баяу қарқынмен – солтүстік және солтүстік-шығыс региондарында ($0,10^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,43^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін), сондай-ақ оңтүстіктің таулы аймақтарында ($0,11^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,21^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін) бақыланды.

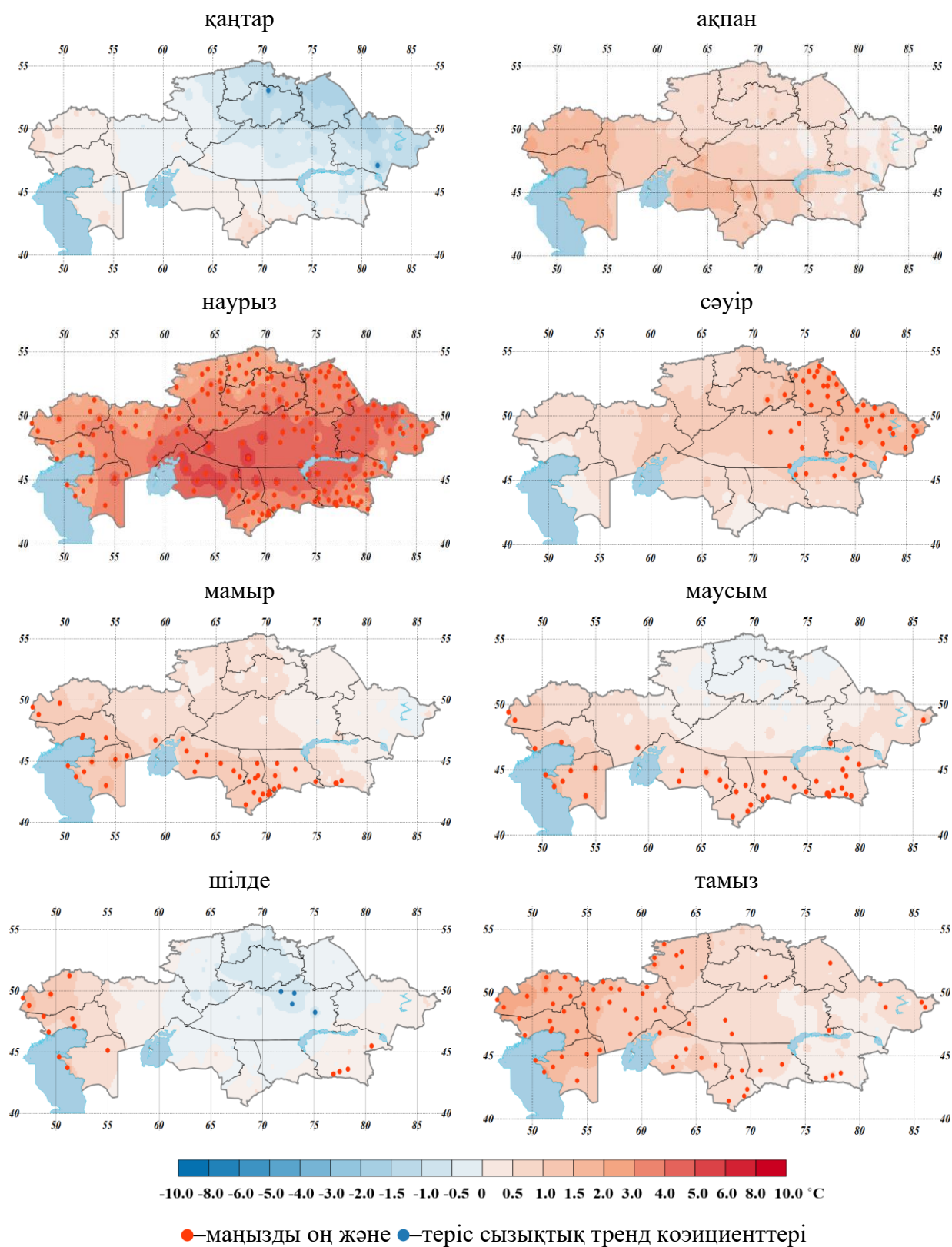
Қыста ауа температурасының ең жоғары өсуі оңтүстік және батыс аймақтарда байқалды – $0,21^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,51^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін. Қаңтарда республиканың солтүстік-солтүстік-шығыс бөлігінде ауа температурасының теріс тенденциясы $-0,24^{\circ}\text{C}/10$ -ден $-1,20^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін болды. Ақпан айында бүкіл Қазақстан аумағында ауа температурасының көтерілу тенденциясын көрсетті: $0,37^{\circ}\text{C}/10$ -ден $0,98^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін (2.16-сурет). Желтоқсан айында республиканың солтүстік-шығыс, орталық және оңтүстік облыстарында ауа температурасының $-0,02^{\circ}\text{C}/10$ -ден $-0,77^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін төмендеуі байқалды. Шығыстың тау бөктері мен таулы аймақтарында, сондай-ақ батыс аймақтарында

ауа температурасының оң тенденциялары өзгерісінің $0,49^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін байқалғанын атап өткен жөн. Қысқы ауа температурасының өзгеруінің барлық тенденциялары статистикалық тұрғыдан маңызды емес, тек Үржар (Шығыс Қазақстан облысы) және Бурабай (Ақмола облысы) станцияларында қаңтар айында ауа температурасының статистикалық маңызды төмендеуі байқалды ($1,01^{\circ}\text{C}/10$ жыл, $1,20^{\circ}\text{C}/10$ жыл).

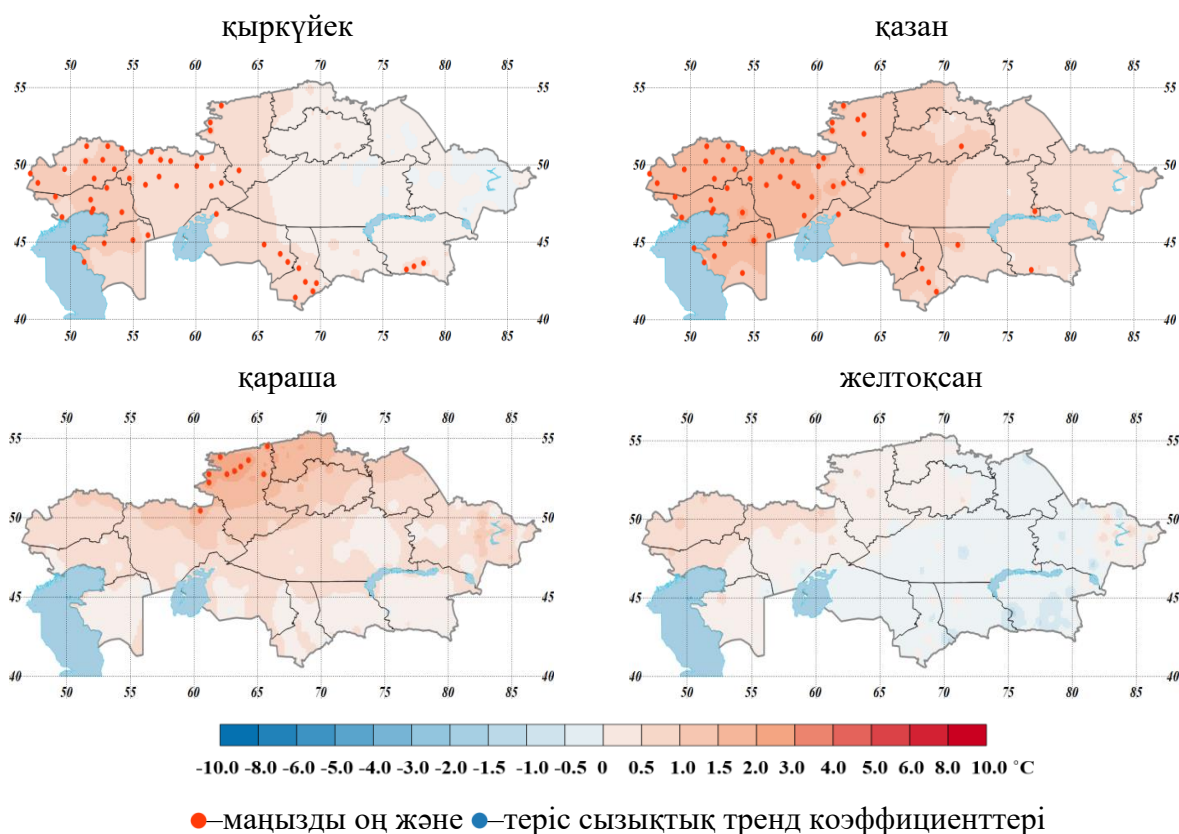
Көктемде Қазақстан бойынша ең қарқынды және статистикалық маңызды жылыну $0,30^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,93^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін байқалды. Көктем мезгіліндегі барлық орташа температуралық тенденциялар статистикалық маңызды. Ауа температурасының ең жоғары жоғарылауы наурыз айында байқалды ($0,58^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $1,79^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін).



Сурет 2.15 – Ауаның орташа жылдық және маусымдық температурасының сызықтық тренд коэффициенті мәндерінің кеңістіктік таралуы ($^{\circ}\text{C}/10$ жыл)



Сурет 2.16 – 1976-2018 жж. кезеңіне бақылау нәтижелері бойынша есептелген жер бетіне жақын ауаның орташа айлық температурасының (°C/10 жыл) сызықтық тренд коэффициентінің мәндерінің кеңістіктік таралуы, 1-бет



Сурет 2.16 – 1976-2018 жж. кезеңіне бақылау нәтижелері бойынша есептелген жер бетіне жақын ауаның орташа айлық температурасының ($^{\circ}\text{C}/10$ жыл) сызықтық тренд коэффициентінің мәндерінің кеңістіктік таралуы, 2-бет

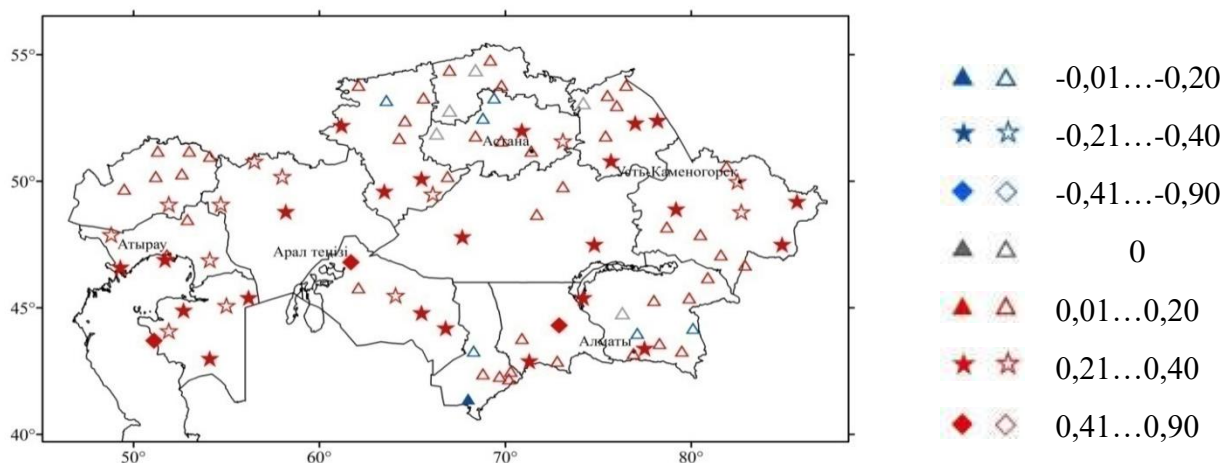
Жазда шығыста, сондай-ақ республиканың оңтүстік және батыс аймақтарында тұрақты оң тенденциялар ($0,15^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,93^{\circ}\text{C}/10$ жасқа дейін) байқалды. Қазақстанның орталық және солтүстік облыстарында ауа температурасының өзгерісі ($0,13^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,35^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін) статистикалық маңызды болмады, тек ауа температурасының тренді статистикалық маңызды болып $36^{\circ}\text{C}/10$ жыл құраған Қостанай облысындағы Джетыгара метеостанциясын есепке алмағанда. Маусым мен шілде айларында солтүстік және орталық аймақтарда аздап салқындау байқалады ($-0,01...-0,13^{\circ}\text{C}/10$ жылға). Статистикалық маңызды теріс тенденциялар ($-0,34^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $-0,42^{\circ}\text{C}/10$ дейін) тек шілде айында Қарағанды облысының метеостанцияларында байқалды.

Күзде, соңғы 4 онжылдықтарда республиканың солтүстік-батысында, батысында және оңтүстігінде ауа температурасының тұрақты жоғарылауы байқалды ($0,37^{\circ}\text{C}/10$ жылдан $0,69^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін). Негізгі салымды қыркүйек және қазан айлары құрады, сол кезде ауа температурасының статистикалық маңызды оң динамикасы $0,27-0,59^{\circ}\text{C}/10$ жыл және $0,33-0,89^{\circ}\text{C}/10$ жыл болды.

2.3 Жерге жақын ауа температурасы экстермумдарындағы тенденциялар

Соңғы 40 жыл ішінде Қазақстанда негізінен *жер бетіне жақын ауа температурасының тәуліктік максимумының* оң тенденциялары байқалады, бірақ бұл

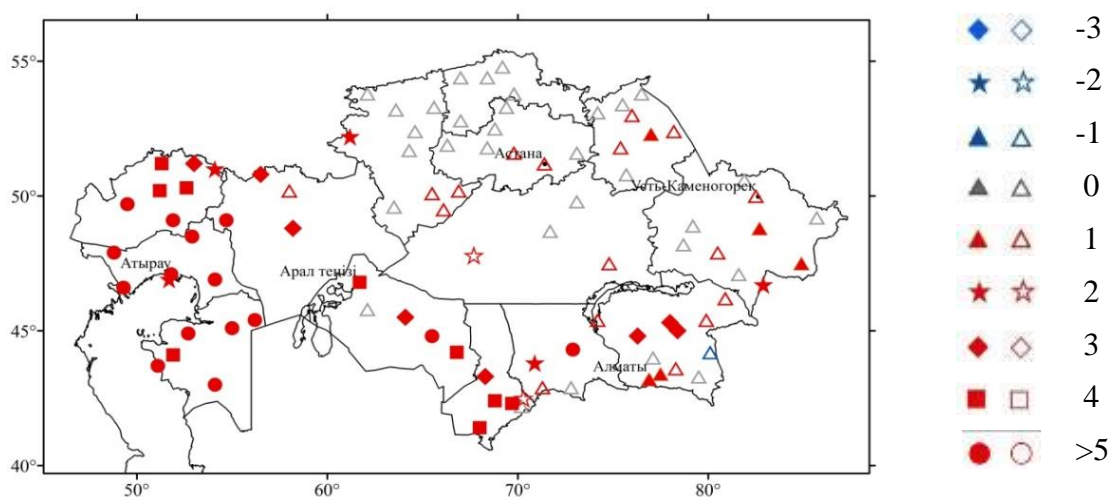
тенденциялар көбінесе маңызды емес (2.17-сурет). Атырау, Маңғыстау, Жамбыл, Павлодар, Қызылорда және Шығыс Қазақстан облыстарының кейбір станцияларында ауа температурасының тәуліктік максимумының $0,21-0,90\text{ }^{\circ}\text{C}/10\text{ жыл}$ айтарлықтай оң тенденциясы тіркелді.



Сурет 2.17 – Ауаның тәуліктік максималды температурасының ($^{\circ}\text{C}/10\text{ жыл}$) 1976 – 2018 жылғы кезеңдегі сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы.

Градациилардың белгіленуі трендтің статистикалық мәні болған жағдайда боялды

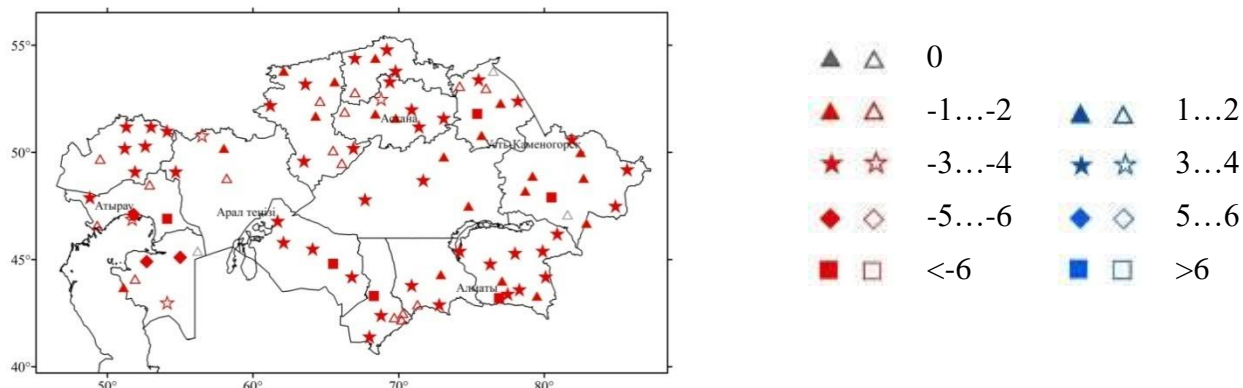
Батыс Қазақстан, Ақтөбе, Атырау, Маңғыстау, Қызылорда, Түркістан облыстарында ауа температурасы $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ жоғары боландағы ыстық күндер санының өсуінің статистикалық маңызы бар тенденциясы байқалады: әр 10 жылда 4-8 күн (2.18-сурет). оңтүстік-шығыс аймақтарда ыстық күндердің қайталанушылығы әр 10 жыл сайын 1-3 күнге артуда. Республиканың қалған бөліктерінде статистикалық тұрғыдан шамалы өсу, сондай-ақ температурасы $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тен жоғары күндер санының төмендеуі де байқалды.



Сурет 2.18 – 1976 – 2018 жылғы кезең үшін ауа температурасы $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары күндер санының (күндер/10 жыл) трендтік коэффициентінің кеңістіктік таралуы

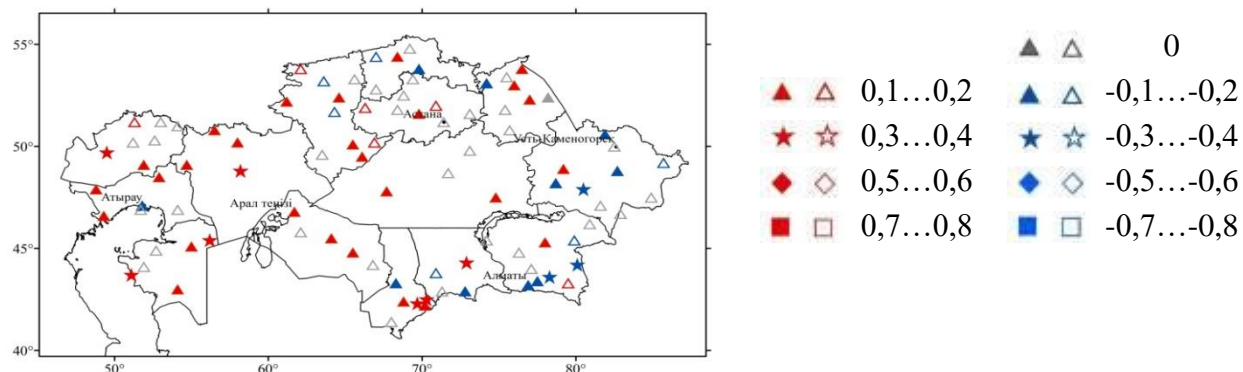
Градациилардың белгіленуі трендтің статистикалық мәні болған жағдайда боялды

Күндізгі минималды температура 0°C төмен түссе, республикада **түнгі аяздың** пайда болу қайталанушылығының төмендеу тенденциясы байқалады (2.19-сурет). Негізінен, мұндай жағдайлардың азаю қарқыны әр 10 жылда 3-тен 6 күнге дейін құрады.



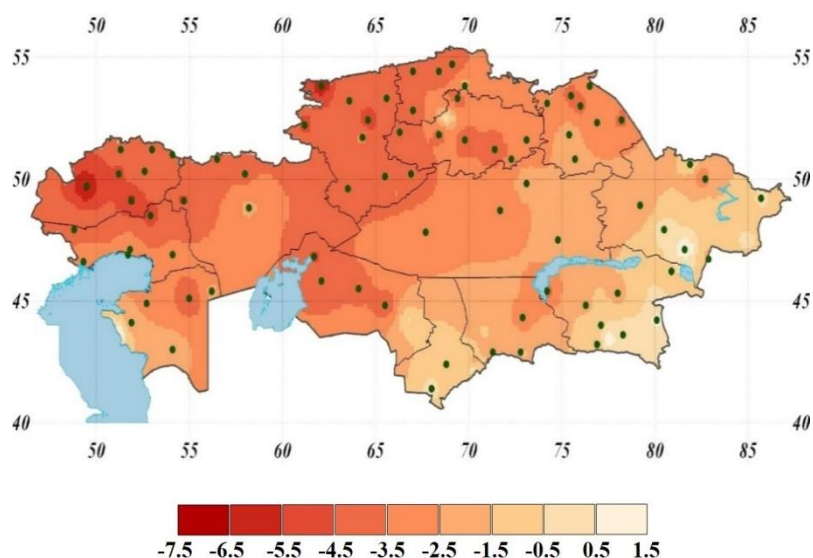
Сурет 2.19 – Ауаның температурасының тәуліктік минимумы 0°C -тан төмен болған жағдайлар санының сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы 1976 – 2018 жж. Градациялардың белгіленуі трендтің статистикалық мәні болған жағдайда боялды

Ауа температурасының тәуліктік амплитудасының индексі (2.20-сурет) Қазақстанның батыс жартысында соңғы 40 жыл ішінде тәуліктік амплитуданың $0,1-0,4^{\circ}\text{C}/10$ жылға дейін өсу тенденциялары байқалып, көбінесе тенденциялар статистикалық маңызды болып табылады. Оңтүстік-шығыста және шығыста, керісінше, тәуліктік амплитуданың $0,1-0,4^{\circ}\text{C}/10$ жылға төмендеуінің маңызды тенденциялары байқалды. Солтүстік және орталық облыстарда тенденциялар маңызды болмады.



Сурет 2.20 – 1976-2018 жылдар кезеңіндегі ауа температурасының тәуліктік амплитудасының ($^{\circ}\text{C}/10$ жыл) сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы Градациялардың белгіленуі трендтің статистикалық мәні болған жағдайда боялды

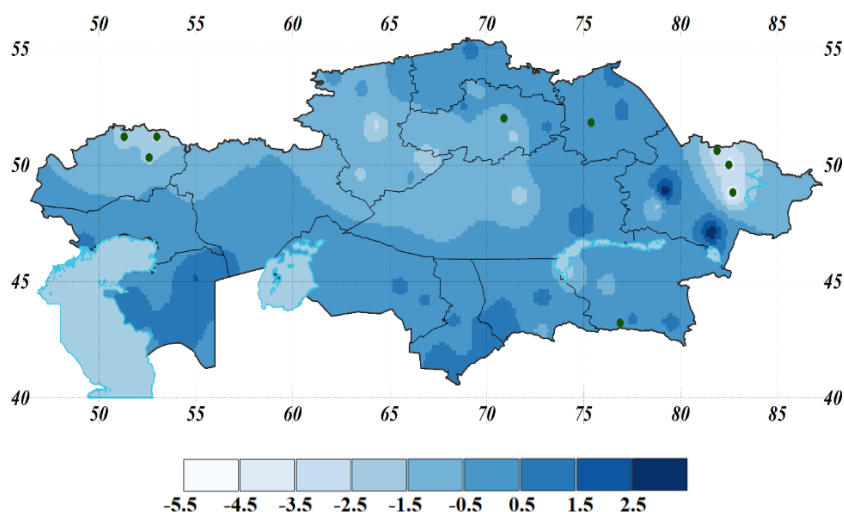
Қазақстанда **күндізгі аязбен болған (күндізгі максималды температура 0°C -тан төмен болғанда) күндер санының** ең жоғары төмендеуі (4-8 күн/10 жыл) республиканың солтүстік-батысында және орталық бөлігінде байқалады (индекс ID, 2.21-сурет). Оңтүстік және оңтүстік-шығыс облыстарда күндізгі аязбен болған күндер саны баяу (1-3 күн/10 жыл) болды.



●— маңызды оң және теріс сызықтық тренд коэффициенттері

Сурет 2.21 – 1976–2018 жж. күндізгі аязбен болған күндер санының трендтік коэффициентінің кеңістіктік таралуы (күн/10 жыл).

Республика аумағында **қатты аязды күндер саны** 1-3 тәулік/10 жылға қысқарады (*ауа температурасының тәуліктік минимумы минус 20 °С-тан төмен болған кезде, $FDm20$ индексі*, 2.22-сурет), бірақ айтарлықтай төмендеуі (2-3 күн/10 жыл) тек Батыс Қазақстан облысының кейбір метеостанцияларында және республиканың солтүстік-шығысында байқалады.

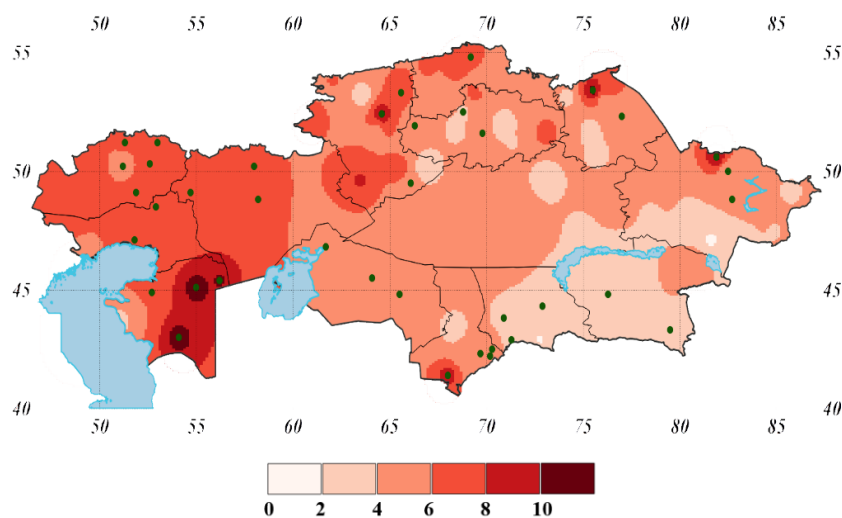


●— маңызды оң және теріс сызықтық тренд коэффициенттері

Сурет 2.22 – 1976-2018 жылғы кезең үшін қатты аяздармен (ауа температурасының тәуліктік минимумы минус 20 °С-тан төмен болғанда) бір жылдағы күндер санының сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы

Жыл бойына жылу толқындарының жалпы ұзақтығы (ең болмағанда 6 күн қатарынан ауаның тәуліктік максималды температурасы 90 процентильден жоғары болған кезде) республиканың барлық жерінде өсіп келеді. Ең жоғары өсу қарқыны Маңғыстау

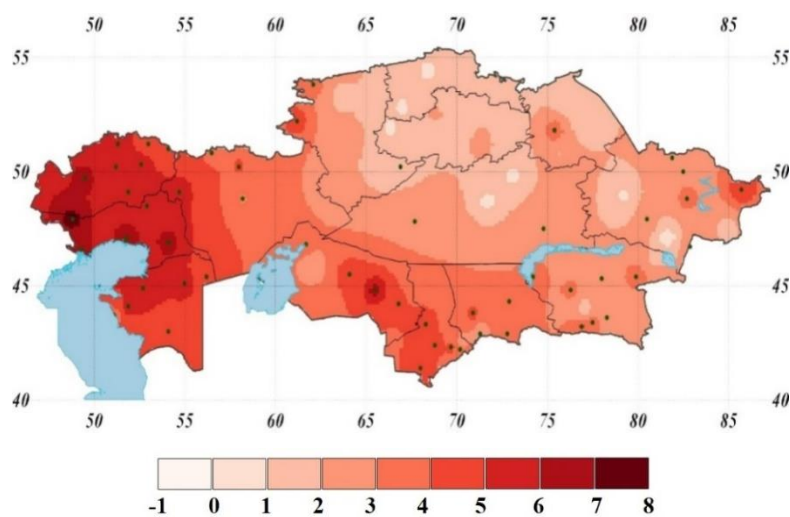
облысының метеостанцияларында, сондай-ақ Қостанай және Павлодар облыстарының кейбір метеостанцияларында 9-10 күн/10 жыл болды (2.23-сурет).



● – маңызды оң және теріс сызықтық тренд коэффициенттері

Сурет 2.23 – 1976-2018 жылдар кезеңіндегі жылу толқындарының жалпы жылдық ұзақтығының (күн/10 жыл) сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы

Көптеген аймақтарда жылы кезеңдегі жылу толқындарының ұзақтығының артуының жақсы тенденциясы байқалады (*ауа температурасының тәуліктік максимумы 90 процентильден жоғары болған кезде, HWF индексі*, 2.24-сурет). Жылу толқындарының ұзақтығының ең жоғары өсу қарқыны (4-7 күн/10 жыл) Батыс Қазақстан, Атырау және Маңғыстау облыстарында байқалады. Қызылорда және Түркістан облыстарында оң тенденция 3-5 күн/10 жыл құрады.



● – маңызды оң және теріс сызықтық тренд коэффициенттері

Сурет 2.24 – Жылы кезеңдегі жылу толқындарының жалпы ұзақтығының сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы (1976 – 2018 жылдар)

Ауаның орташа тәуліктік температурасы 10 °C жоғары немесе оған тең болған күндер (TM10a индексі, белсенді вегетация кезеңі) Қазақстан территориясында 3-5 күн/10 жылға көбейді (2.25-сурет), кейбір оңтүстік аймақтарда 5 күн/10 жылдан асады.

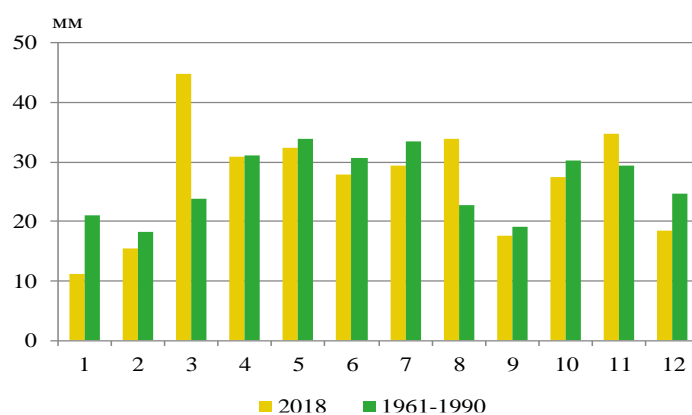


Сурет 2.25 – 1976 2018 жылдар кезеңіндегі орташа тәуліктік температура температурасы $10 \geq ^\circ\text{C}$ (күн/10 жыл) күндер санының сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы

3 АТМОСФЕРАЛЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫН

3.1 Қазақстан территориясы бойынша 2018 жылғы жауын-шашын мөлшерінің аномалиясы

3.1-суретте 2018 жылы Қазақстан аумағында жауын-шашын мөлшерін жыл ішіндегі жүрісі, сондай-ақ 1961-1990 жылдар аралығындағы жауын-шашынның көпжылдық орташа айлық мөлшері көрсетілген. 2018 жылы ең көп жауын-шашын наурыз айында түсті (44,8 мм немесе норманың 208 %). Жауын-шашынның оң аномалиялары тамыз айында (33 %) және қарашада (12 %) байқалды. Желтоқсан, шілде және қаңтарда жауын-шашын мөлшері климаттық нормадан 25-38 % төмен болды. Қалған айларда ылғалдың шамалы тапшылығы байқалды (10-16 %).



Сурет 3.1 - 2018 жылы ай сайынғы жауын-шашын мөлшері және 1961-1990 жж. кезеңі үшін Қазақстан территориясы бойынша орташаланған нормалары

Төменде жауын-шашынның жылдық және маусымдық аномалиялары келтірілген (3.1-кесте), сондай-ақ 2018 жылы байқалған және Қазақстанның бүкіл аумағы және оның облыстары бойынша орташаланған айлық жауын-шашынның аномалиялары (3.2-кесте)

келтірілді. Аномалияның әр мәні үшін 1941-2018 жылдар үшін есептелген асып кетпеу ықтималдығы келтірілген. Аспау ықтималдылығы бақылаулар қатарындағы аномалияның тиісті мәнінің пайда болу жиілігін сипаттайды. Жауын-шашын мөлшері 95-тен жоғары немесе 5-ші процентильден төмен қарынмен көрсетіліп, қою шрифтпен белгіленді.

3.2-суретте 1961-1990 жж. кезеңіндегі нормаға пайызбен көрсетілген 2018 жылы жылдық және маусымдық жауын-шашынның территориялық таралуы, сондай-ақ осы жылы жауын-шашынның жылдық және маусымдық жиынтық мөлшерінен аспауы ықтималдығы көрсетілді.

Кесте 3.1 – Атмосфералық жауын-шашын мөлшерінің регионалды орташаланған жылдық және маусымдық аномалиялары 2018 ж.: νR – 1961 – 1990 жж. кезеңі үшін көпжылдық орташа мәннен ауытқу, мм; $P(r \leq R_{2018})$ – 1941 – 2018 жж. мәліметтер бойынша есептелген және % түрінде көрсетілген аспау ықтималдығы (жақшада); RR – дің R_{2018} нормаға қатынасы, % пайыз түрінде көрсетілді

Регион/облыс	Жыл		Қыс		Көктем		Жаз		Күз	
	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR	νR (P)	RR
Қазақстан	5,6 (49)	98	-13,8 (9)	80	19,4 (79)	123	4,0 (54)	92	1,2 (59)	100
Алматы	53,4 (74)	113	-5,7 (32)	97	35,54 (77)	124	22,4 (70)	117	4,0 (61)	111
Ақмола	113,5 (96)	134	-10,3 (24)	80	31,3 (93)	144	76,7 (90)	155	24,8 (87)	131
Ақтөбе	-98,1 (1)	62	-25,6 (7)	58	-2,2 (41)	95	-36,7 (5)	42	-32,5 (10)	54
Атырау	-61,3 (2)	62	-6,1 (23)	80	-15,8 (15)	61	-15,9 (27)	65	-26,2 (2)	37
Шығыс Қазақстан	27,5 (68)	109	-21,4 (3)	67	52,3 (97)	162	-25,3 (14)	79	29,2 (89)	135
Жамбыл	-46,1 (27)	85	-8,1 (31)	93	-13,0 (41)	89	-4,9 (32)	87	-13,3 (44)	84
Батыс Қазақстан	-50,7 (20)	82	-18,2 (24)	73	22,4 (72)	137	18,2 (15)	56	-30,4 (14)	60
Қарағанды	15,4 (67)	102	-0,8 (59)	96	7,5 (66)	110	12,7 (58)	113	17,9 (89)	121
Қостанай	-33,36 (28)	88	-21,81 (6)	57	27,67 (84)	145	-12,4 (35)	85	-21,7 (23)	71
Қызылорда	-28,9 (20)	80	1,33 (49)	113	-11,1 (35)	77	-10,9 (18)	42	-4,3 (46)	87
Маңғыстау*	-55,8 (5)	64	0,1 (50)	96	-29,1 (5)	44	-11,1 (22)	69	-18,6 (8)	50
Павлодар	102,1 (96)	134	-2,1 (51)	95	56,1 (98)	203	38,8 (76)	132	24,5 (92)	134
Солтүстік Қазақстан	115,6 (94)	133	-20,0 (11)	59	52,8 (98)	179	83,1 (93)	154	-2,5 (57)	96
Түркістан	-31,37 (25)	92	-33,79 (12)	78	-9,45 (42)	88	0,8 (41)	89	22,6 (77)	143

Ескертпе: 1. Маңғыстау облысы үшін бағалау 1960-2018 жж. жүргізілді;

2. 95-тен жоғары және 5-ші процентильден төмен мәндер қалың және ашық түспен көрсетілген

Кесте 3.2 – Регионалды орташаланған жауын-шашын мөлшерінің айлық аномалиялары 2018 ж.: $\nu T - 1961 - 1990$ жж. кезеңі үшін көпжылдық орташа мәннен ауытқу, мм; $P(r \leq R_{2018}) - 1941 - 2018$ жж. мәліметтер бойынша есептелген және % түрінде көрсетілген аспау ықтималдығы (жақшада)

Регион/ облыс	12 (2017)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Қазақстан	-1,2 (40)	-9,8 (5)	-2,8 (27)	20,9 (100)	-0,1 (49)	-1,5 (38)	-2,7 (37)	-4,4 (36)	11,1 (85)	-1,5 (41)	-2,8 (54)	5,4 (76)
Алматы	-0,4 (50)	-4,8 (33)	-0,5 (44)	33,8 (93)	-0,4 (49)	2,1 (58)	-1,8 (48)	12,3 (72)	11,9 (77)	0,9 (59)	-11,1 (46)	14,3 (77)
Ақмола	-0,2 (43)	-2,2 (44)	-8,0 (12)	17,3 (93)	7,3 (75)	6,7 (68)	24,0 (83)	-2,1 (59)	54,6 (98)	-0,1 (54)	18,8 (93)	5,9 (74)
Ақтөбе	-8,5 (25)	-12,3 (11)	-5,3 (28)	13,8 (88)	-2,3 (51)	-13,7 (11)	-14,6 (15)	-14,6 (12)	-7,6 (41)	-4,7 (49)	-15,1 (12)	-12,8 (16)
Атырау	-1,3 (48)	-1,2 (36)	-3,8 (24)	1,3 (54)	-3,8 (46)	-13,3 (1)	-15,2 (5)	11,8 (80)	-12,4 (6)	-12,3 (6)	-2,4 (42)	-11,5 (11)
Шығыс Қазақстан	-4,2 (0)	-15,7 (39)	-1,2 (54)	39,9 (100)	8,68 (68)	3,61 (63)	-19,1 (6)	-13,9 (20)	7,7 (70)	9,9 (79)	0,2 (68)	19,1 (93)
Жамбыл	-4,2 (63)	2,2 (63)	-6,3 (87)	19,8 (35)	-14,2 (19)	-18,6 (59)	5,3 (32)	-7,0 (41)	-3,0 (22)	-7,3 (37)	-11,9 (68)	5,9 (28)
Батыс Қазақстан	-1,5 (61)	-16,6 (0)	-0,2 (53)	18,2 (90)	-0,3 (49)	4,5 (58)	-22,7 (6)	1,3 (55)	-12,1 (27)	-8,1 (36)	-13,1 (14)	-9,2 (44)
Қарағанды	13,9 (92)	-11,2 (10)	-3,6 (44)	-19,3 (97)	4,3 (64)	-16,1 (15)	1,9 (54)	-11,7 (24)	22,4 (93)	1,1 (62)	14,1 (90)	2,8 (66)
Қостанай	-5,6 (31)	-13,4 (7)	-3,0 (37)	24,1 (97)	4,14 (58)	-0,7 (42)	2,56 (59)	-21,6 (18)	6,1 (59)	-5,8 (41)	-8,9 (31)	-6,7 (38)
Қызылорда	3,5 (69)	-6,6 (10)	4,4 (70)	5,1 (75)	-7,5 (44)	-8,7 (15)	-6,2 (14)	-5,7 (24)	0,9 (62)	-1,8 (50)	-1,2 (58)	-1,3 (57)
Маңғыстау*	-1,7 (43)	8,8 (86)	-4,1 (32)	-0,9 (56)	-11,4 (20)	-15,8 (0)	-14,1 (0)	-1,1 (48)	4,3 (82)	-9,6 (1)	-6,0 (27)	-6,5 (27)
Павлодар	9,3 (85)	-7,5 (27)	-3,9 (35)	16,1 (93)	18,5 (93)	21,5 (94)	24,4 (81)	1,2 (54)	13,2 (77)	12,6 (79)	4,6 (72)	7,4 (83)
Солтүстік Қазақстан	-6,9 (27)	-7,9 (25)	-5,2 (23)	20,9 (97)	10,4 (76)	21,6 (89)	14,1 (74)	6,1 (58)	62,9 (100)	-9,1 (27)	1,69 (63)	5,1 (70)
Түркістан	-1,1 (53)	-31,2 (2)	-2,3 (36)	10,65 (57)	-19,8 (24)	-0,3 (49)	8,6 (63)	-8,5 (0)	0,64 (71)	-6,4 (19)	2,9 (68)	26,1 (81)

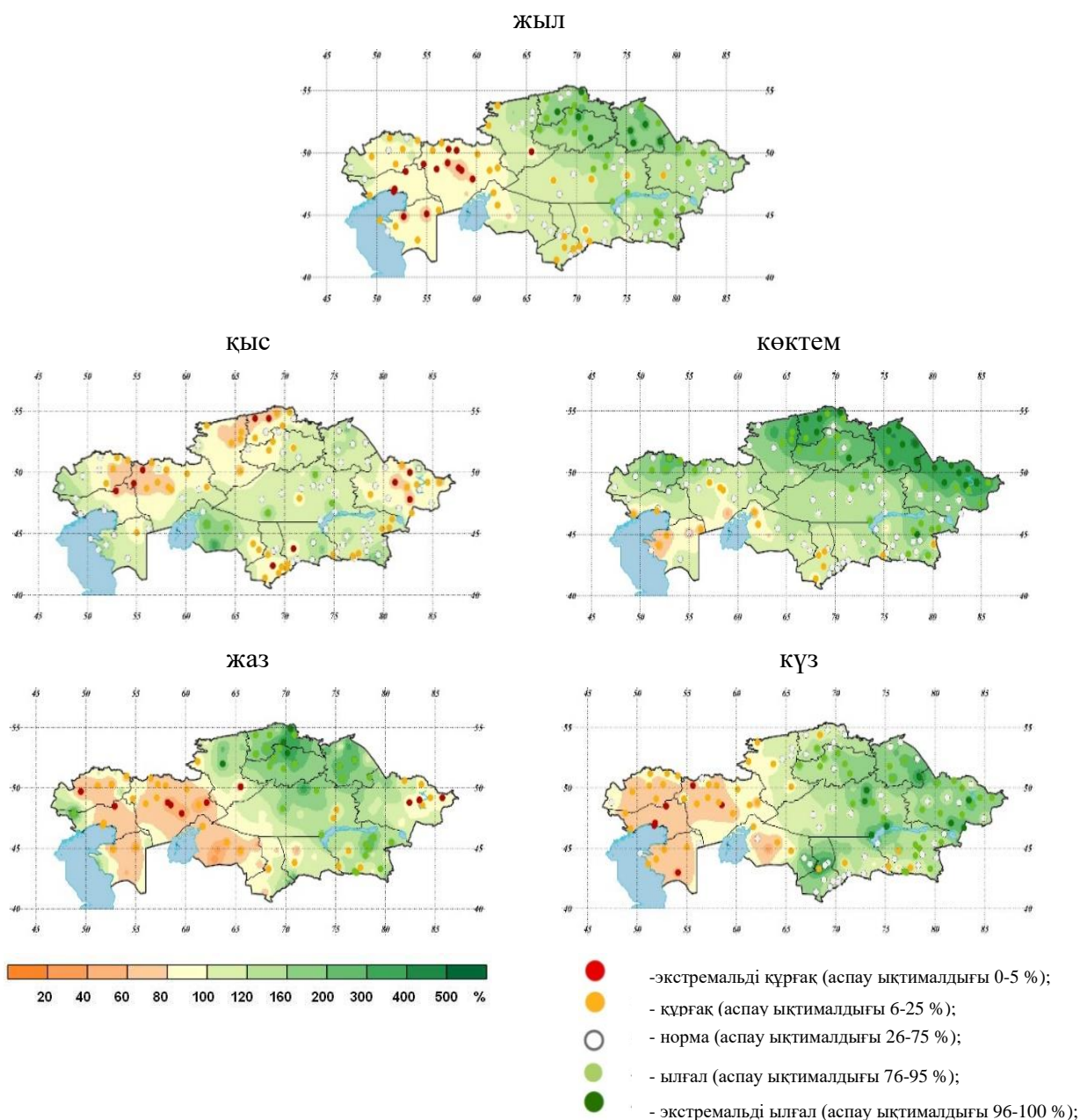
Ескертпе: 1. Маңғыстау облысы үшін бағалау 1960-2018 жж. жүргізілді;

2. 95-тен жоғары және 5-ші процентилен төмен мәндер қалың және ашық түспен көрсетілген

Орташа алғанда, Қазақстанда 2018 жылы жауын-шашынның жылдық мөлшері нормадан 98 % (323,2 мм) құрады. Республика аумағының көп бөлігінде жауын-шашын мөлшері нормадан 80%-дан 113 %-ға дейін ауытқыды (3.2-сурет, 3.1-кесте). Экстремальді ылғалды республиканың солтүстік аймағында болды, мұнда жауын-шашын мөлшері нормадан 133-134 % құрады (ықтималдылық 94-96 %-дан аспайды). 2018 жыл бұл регионда ең жылы жылдардың 10 % кірді. Жауын-шашынның едәуір тапшылығы батыс аймақтағы метеостанцияларда байқалды (ықтималдылық 1-5 %), бұл жерде 2018 жыл ең құрғақ жылдардың 10 %-на кірді. Абсолютті максимум 3.3-кестеде көрсетілген үш МС-да басылды.

Кесте 3.3– 2018 жылы жауын-шашынның жылдық ең жоғары мөлшері бар станциялар тізімі

Облыс	Станция	2018 ж. максимум	Алдыңғы абсолюттік максимум
Шығыс Қазақстан облысы	заповедник Маркаколь	724,7 мм	723,5 мм (2016)
Қарағанды облысы	Корнеевка	525,4 мм	496,8 мм (2015)
Солтүстік Қазақстан облысы	Чкалово	482,6 мм	471,0 мм (1994)



Сурет 3.2 – 1961-1990 жылдар үшін есептелген 2018 жылғы жауын-шашынның мөлшері нормада %-бен көрсетілген, сондай-ақ 1941-2018 жылғы кезеңнің деректері бойынша есептелген 2018 жылы байқалған жауын-шашын мөлшерінің аспау ықтималдығы

Қыс 2017/2018 жж. Жалпы республика бойынша жауын-шашын мөлшері климаттық норманың 80 % немесе 50 мм құрады. Бұл теріс мәндердің 11-ге көтерілген мәні. Республиканың солтүстік-батысында, шығысында және оңтүстігінде ылғалдылықтың тапшылығы нормадан 30–40 %-дан аспайды (3–24 %). Благовещенка, Явленка (Солтүстік Қазақстан облысы), Арыс (Түркістан облысы), Уюк (Жамбыл облысы), Жалғызтөбе, Ақсуат (Шығыс Қазақстан облысы), Уил, Новоалексеевка (Ақтөбе облысы), Қарабау (Атырау облысы) өте құрғақ (ықтималдығы 1-5 %-дан аспайды) болды. Бұл аудандардағы қыс ең құрғақ мезгілдердің 10 %-ына кірді.

Көктем. Қазақстанда жауын-шашын нормадан 123 % (108 мм) құрады. Өте ылғалды Павлодар (нормадан 203 %), Солтүстік Қазақстан (нормадан 179 %) және Шығыс Қазақстан (нормадан 162 %) облыстарында (ықтималдығы 97-98 %-дан) байқалды. Бұл аудандарда көктем мезгілдердің өте ылғалды мезгілдерінің 10 %-на кірді. Абсолютті максимумды төмендегі кестеде келтірілген 10 МС басылды.

Кесте 3.4–2018 жылдың көктемінде жауын-шашынның ең көп мөлшері жаңартылған станциялардың тізімі.

Облыс	Станция	2018 ж. максимум.	Алдыңғы абсолюттік максимум
Шығыс Қазақстан облысы	Дмитриевка	161,4 мм	142,1 мм (1971)
Шығыс Қазақстан облысы	заповедник Маркаколь	268,2 мм	221,3 мм (2016)
Шығыс Қазақстан облысы	Семипалатинск	130,3 мм	120,7 мм (1959)
Шығыс Қазақстан облысы	Теректы	166,9 мм	136,7 мм (1988)
Шығыс Қазақстан облысы	Улькен Нарын	190,0 мм	163,9 мм (1988)
Шығыс Қазақстан облысы	Шемонаиха	197,6 мм	183,0 мм (1979)
Солтүстік Қазақстан облысы	Булаево	145,8 мм	130,8 мм (2013)
Павлодар облысы	Баянауыл	137,5 мм	134,8 мм (1958)
Павлодар облысы	Успенка	112,3 мм	112,0 мм (1987)
Павлодар облысы	Шалдай	125,1 мм	116,2 мм (1971)

Маңғыстау облысында өте құрғақ болды (ықтималдығы 5 %-дан аспайды). Ылғалдың жетіспеушілігі Атырау облысында да байқалды (ықтималдығы (15 %).

Жаз. Қазақстан аумағында атмосфералық жауын-шашын нормадан 92 % (90,5 мм) құрады. Республиканың солтүстік-шығысында жауын-шашын мөлшері нормадан 32-55 % асып түсті. Шығыс Қазақстан, Батыс Қазақстан, Қызылорда және Маңғыстау облыстарында жаз маусымы құрғақ болды (ықтималдығы 14-22 %-дан аспайды). Ақтөбе облысында өте құрғақ болды (ықтималдығы 5 %-дан аспайды), 2018 жылдың жазы осы аймақта өте құрғақ мезгілдердің 10 %-на енді.

Күз. Күзгі кезеңдегі жауын-шашын мөлшері нормадан 100 % (79,8 мм) құрады. Солтүстік, орталық, шығыс және оңтүстік облыстарда жауын-шашын климаттық нормадан 11-43 %-ға төмендеді. Бакты, Самарка, Семиярка, Үржар (Шығыс Қазақстан облысы), Балқаш, Жарық, Қарағанды, Сарышаған (Қарағанды облысы) метеостанцияларында өте ылғалды жағдайлар тіркелді, мұнда күзгі кезеңдегі жауын-шашын мөлшері нормадан 170-254 % құрады (ықтималдығы 96-100 %-дан аспайды).

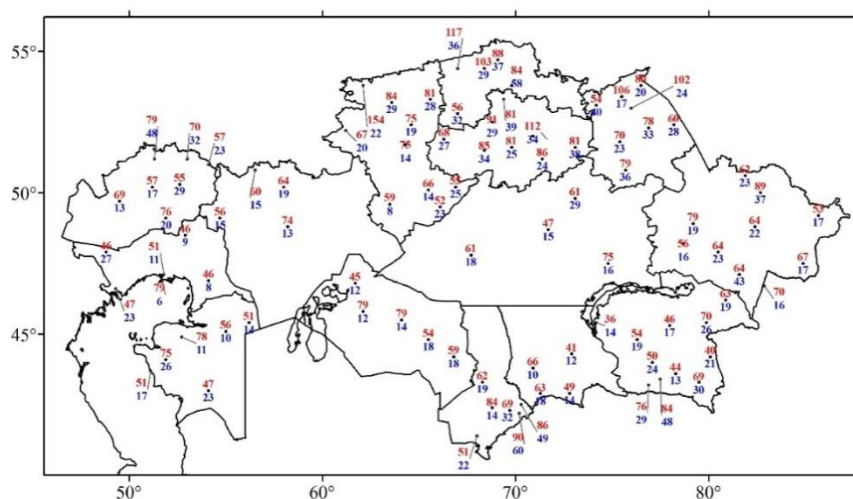
2018 жылдың күзі осы аудандарда жылы мезгілдердің 10 %-на кірді. Жауын-шашынның едәуір тапшылығы (ықтималдығы 0-2 %) Мұғалжар, Новоалексеевка (Ақтөбе облысы), Қарабау, Пешной (Атырау облысы) және Аққұдықта (Маңғыстау облысы) байқалады. Бұл аудандарда күз өте құрғақ мезгілдердің 10 %-ына кірді. Абсолютті максимум үш МС-те басылды (3.5-кесте).

Кесте 3.5 – 2018 жылдың күзгі кезеңіндегі жауын-шашынның ең көп мөлшері жаңартылған станциялар тізімі

Облыс	Станция	2018 ж. максимум	Алдыңғы абсолюттік максимум
Шығыс Қазақстан	Семиярка	121,0 мм	100,2 мм (1946)
Павлодар облысы	Коктобе	116,5 мм	101,3 мм (1985)
Түркістан облысы	Туркестан	91,1 мм	85,1 мм (2015)

2017 жылы жауын-шашын мөлшерінің экстремальдылығын бағалауда Дүниежүзілік Метеорологиялық Ұйым ұсынған климат өзгеруі индекстары қолданылды. Төменде Қазақстан территориясы бойынша 2017 жылы жауын-шашын индекстары мен мәндерінің таралуы көрсетілді.

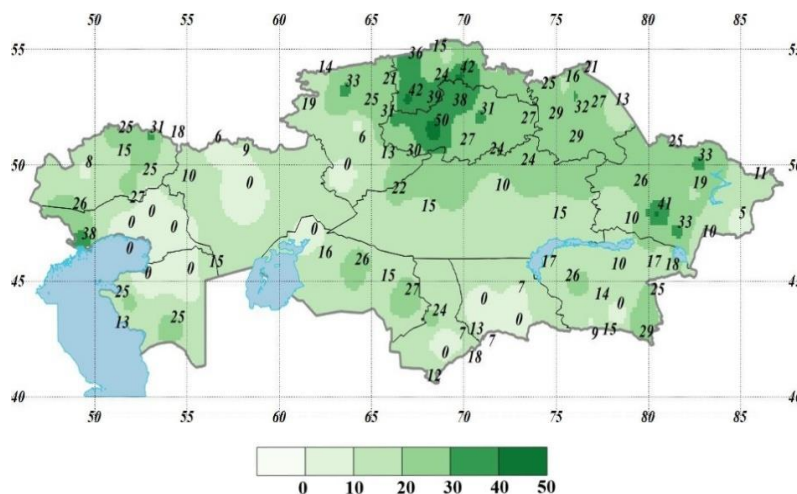
Тәуліктік жауын-шашын мөлшерінің максимумы 2018 жылы (индекс $Rx1day$). 3.3 суретінде метеостанция ашылған уақыттан 2017 жылға дейін бақыланған тәуліктік жауын-шашын мөлшерінің абсолют максимум мәндері қызыл түспен, көк түспен – 2018 жылы бақыланған тәуліктік максимум мәндері көрсетілді. Тәуліктік жауын-шашын мөлшерінің абсолют максимум мәндері 2018 жылы Қазақстанның бірде-бір метеостанцияларында орын алмады.



Сурет 3.3 – метеостанция ашылған уақыттан 2017 жылға дейін бақыланған тәуліктік жауын-шашын мөлшерінің абсолют максимум мәндері (қызық түспен көрсетілген) және 2018 жылы тәулікте түскен максимальді жауын-шашын мөлшері (көк түспен көрсетілген), мм. Шаршымен (квадратпен,) жаңартылған рекордпен көрсетілген станциялар берілді

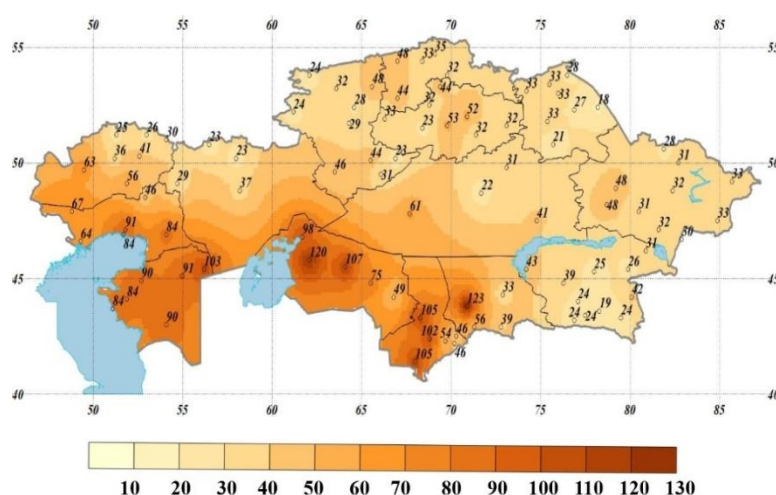
3.4-суретте 2018 жылы жауын-шашынның жалпы көлеміндегі тәулігіне жауған жауын-шашынның өте жоғары мөлшері (95-тен астам процентиль) жауын-шашынның үлесі

көрсетілген. Есептеу үшін R95 және PRPTOT индекстері пайдаланылды. Жауын-шашын индексі R95 жауын-шашынның 95-перцентильден асатындығын көрсетеді, PRPTOT – жыл ішіндегі жауын-шашын мөлшерін көрсетеді. Жауын-шашынның ең көп мөлшері Тайынша (42 %), Рузаевка (42 %), Атбасар (50 %) және Аягөз (41 %) метеостанцияларында байқалды. 9 метеостанцияларда экстремальді жауын-шашын мөлшері өте жоғары (31-39 %) болды.



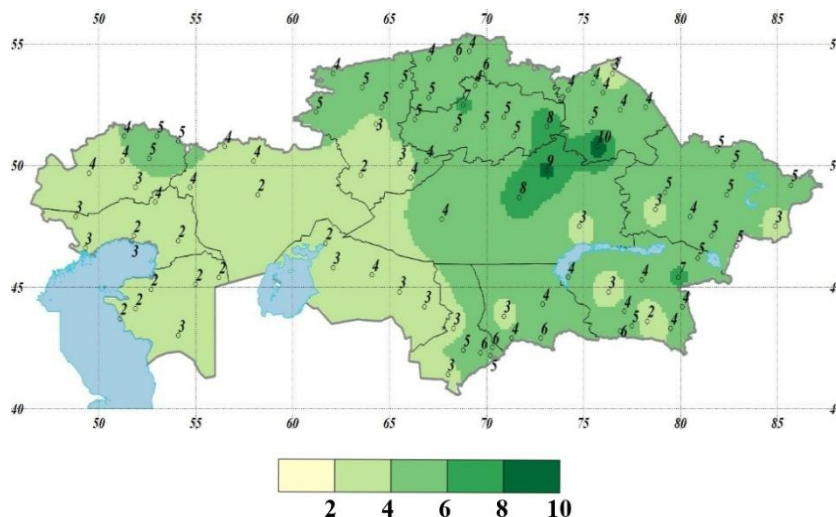
Сурет 3.4 – 2018 жылы жылдық суммадағы экстремальді жауын-шашын мөлшерінің үлесі (%). Экстремальді жауын-шашын мөлшері 95 перцентильден асатын тәуліктік жауын-шашын суммасы түрінде есептелді.

Қазақстанның құрғақ климат жағдайында CDD индексі өте маңызды, бұл күндізгі жауын-шашын мөлшері 1 мм-ден аз болған кезде **жаңбырсыз кезеңнің максималды ұзақтығын** көрсетеді (3.5-сурет). 2018 жылы жауын-шашынсыз ең ұзақ ұзақтық Арыс, Сам, Түркістан, Шардара, Жусалы, Қазалы және Ұйық бекеттерінде (жылына 102, 103, 105, 105, 107, 120 және 123 күн) тіркелді. Республиканың оңтүстік-шығысында және шығысында жауын-шашынды кезеңінің ұзақтығы жылына 19 күннен 48 жылға дейін, ал солтүстік облыстарда жылына 18 күннен 48 күнге дейін болды.



Сурет 3.5 – 2018 жылы жауын-шашынсыз кезеңнің (күн бойынша) максималды ұзақтығы

2018 жылы жауын-шашын мөлшері 1 мм-ге тең немесе одан көп болған кездегі жаңбырлы кезеңнің максималды ұзақтығы (CWD индексі) 3.6-суретте келтірілген. Индекстің есептеуіне сәйкес, жауын-шашынды кезеңнің максималды ұзақтығы 2-ден 10 күнге дейін болды. Жаңбырдың ең ұзақ кезеңі (8-10 күн) Ерейментау, Қарағанды, Кертінди және Баянауыл метеостанцияларында байқалды.

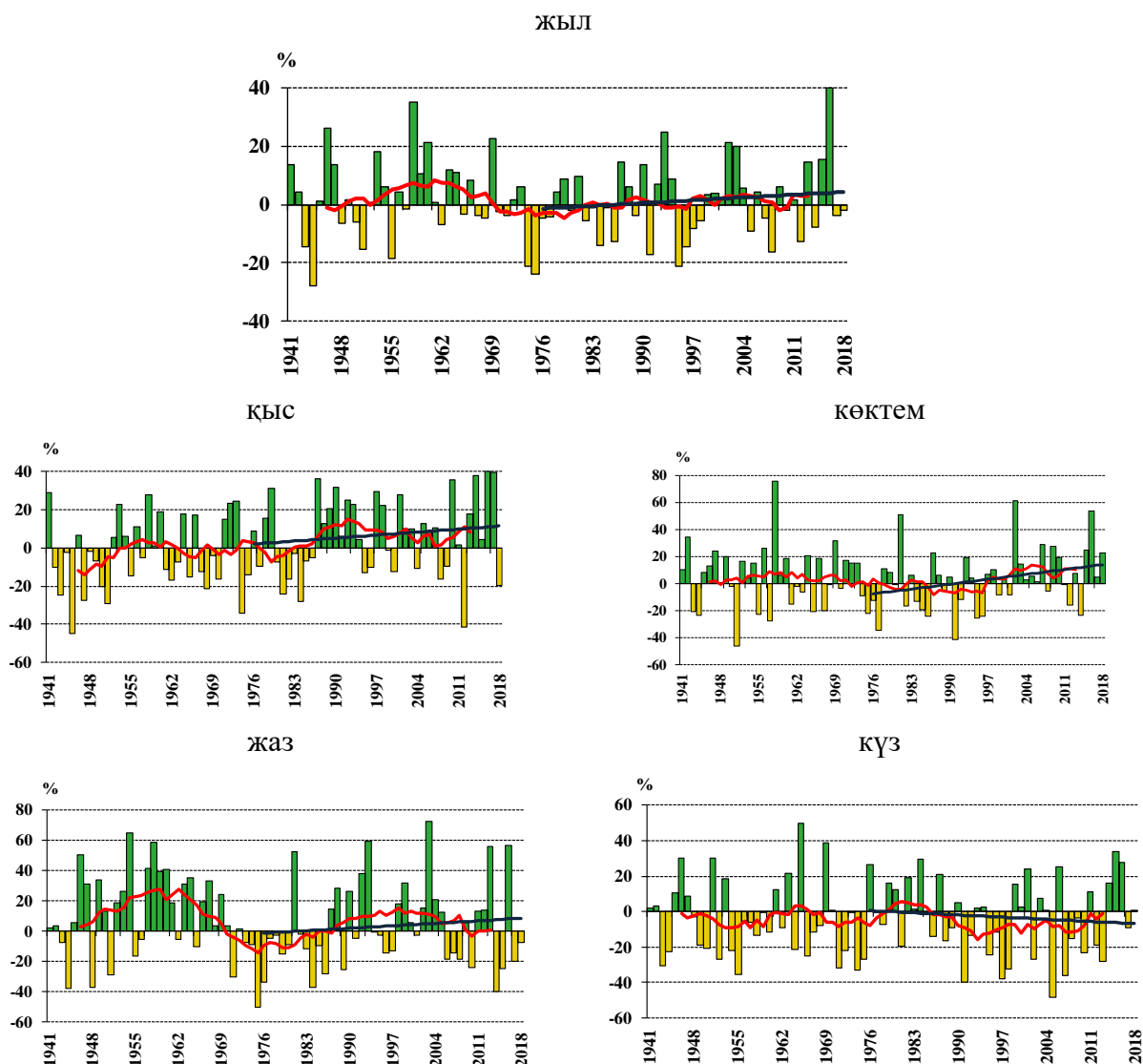


Сурет 3.6 – жашын-шашын мөлшері 1 мм тең немесе жоғары болғанда, 2018 жылы кезеңнің (күн бойынша) максималды ұзақтығы (CWD индексі 2018)

3.2 Қазақстан аумағындағы жауын-шашын мөлшері өзгерістеріне бақылау

Зерттеу кезеңіндегі Қазақстандағы жауын-шашын режимінің өзгеруінің ауа температурасынан айырмашылығы түрлі-түсті бейне береді. 121-ші станция мәліметтері бойынша айлық, маусымдық және жылдық жауын-шашындар қатарындағы сызықтық тенденциялар бағаланды.

Қазақстан территориясы бойынша және оның облыстары бойынша кеңістіктік орташаланған 1961 – 1990 жж. базалық период үшін есептелген 1941-2018 жж. кезеңіндегі жылдық және мезгілдік жауын-шашын суммасының уақаттық аномалия қатары атмосфералық жауын-шашын режимінің қазіргі таңдағы өзгерісін сипаттайды. Соңғы он жылдықта жауын-шашын мөлшерінің оң және теріс аномалияларының алма-кезек ауысуы байқалды (3.7 және 3.8-суреттер). 1976–2018 жылдар аралығындағы Қазақстан бойынша жауын-шашынның жылдық мөлшері 5,5 мм/10 жылға өсу тенденциясы байқалды (3.7-сурет, 3.6-кесте). Өңірлік тұрғыда жауын-шашынның көбеюі Қызылорда, Ақтөбе, Батыс Қазақстан және Маңғыстау облыстарын қоспағанда, көптеген аймақтарда байқалды, мұнда жауын-шашын әр 10 жыл сайын 1,2 5,7 мм-ге азаяды. Жауын-шашынның жылдық статистикалық маңызды өсуі тек Солтүстік Қазақстан облысында байқалды (15,4 мм/10 жыл). 1976-2018 жж Қазақстан бойынша орташа алғанда, барлық маусымдарда жауын-шашынның түсуі 1,0 мм/10 жылды құрайтын күзгі кезеңді қоспағанда, жауын-шашынның 1,3-3,8 мм/10 жылға өсу тенденциясы байқалды (3.7 және 3.8-суреттер; 3.6-кесте). Барлық алынған маусымдық трендтер статистикалық маңызды емес.



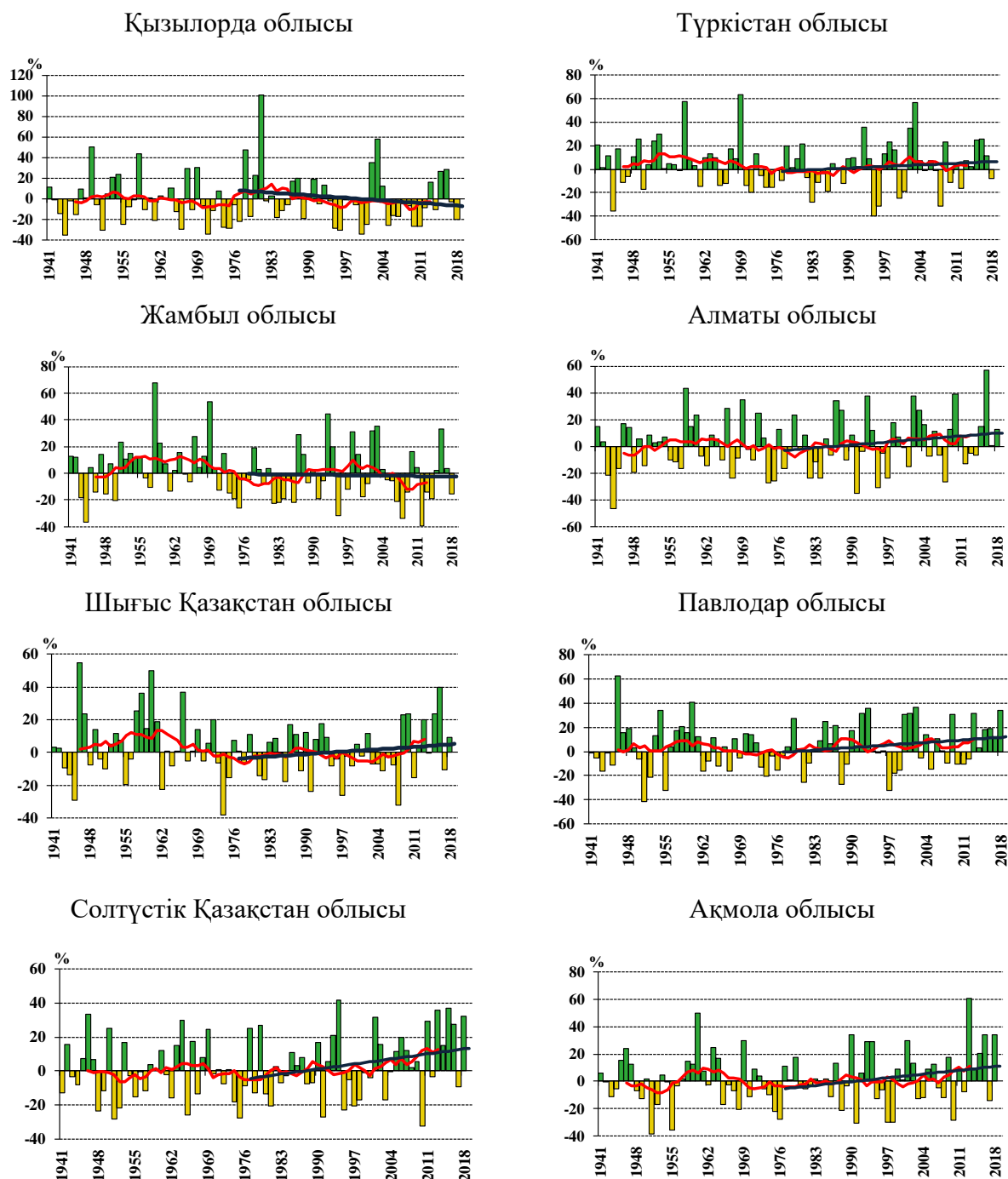
Сурет 3.7– Қазақстан территориясы және оның облыстары бойынша кеңістіктік орташаланған және 1941-2018 жж. кезеңіндегі мезгілдік жауын-шашын суммасы аномалиясының (%-бен) уақыттық қатары және сызықтық тренді. Аномалиялар 1961-1990 жж. базалық кезең бойынша есептелінді. 1976-2018 жж. кезеңіндегі сызықтық тренд кара түспен белгіленді. *Тегістелген қисық 11-жылдық сырғымалы орташалаумен алынды.*

Қазақстанда жауын-шашын режимінің өзгеру сипаты туралы неғұрлым толық ақпарат 1976-2018 жж. кезеңіне есептелген жылдық, маусымдық және айлық жауын-шашынның жиынтық мөлшері (%/10 жыл) үшін сызықтық тренд коэффициентінің мәндерінің кеңістіктік таралуы көрсетеді және 3.9 және 3.10-суреттерінде келтірілген.

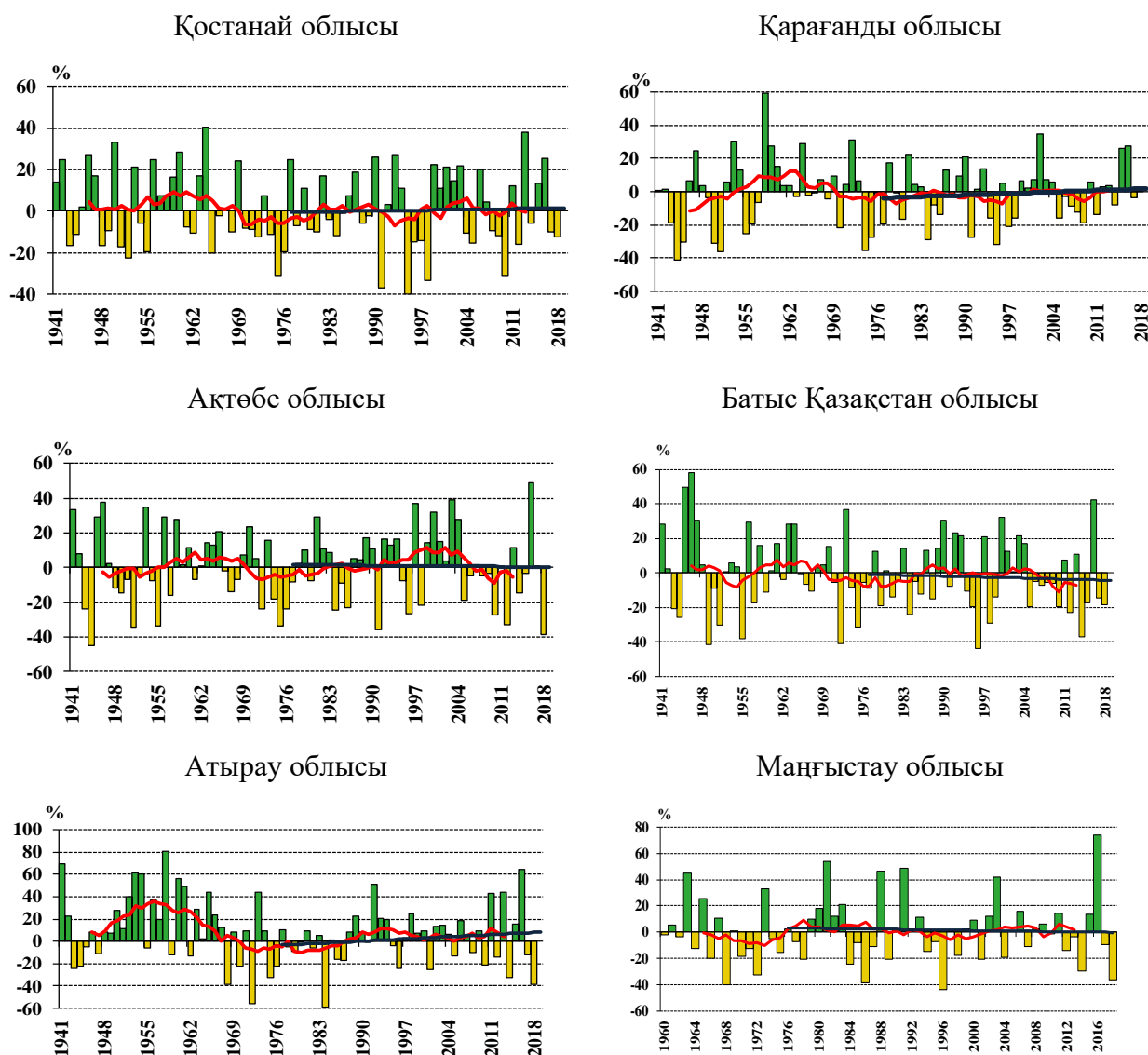
Республиканың барлық аумағында жылдық және маусымдық жауын-шашынның өзгеру белгілері байқалады (3.9-сурет).

Жауын-шашынның **жылдық** мөлшері Қазақстанның көп бөлігінде оң болды, бірақ маңызды емес. Жауын-шашынның статистикалық маңызды өсуі Қазақстанның солтүстік-шығыс және оңтүстік-шығысындағы кейбір метеостанцияларда (4-9 %/10 жыл), сондай-ақ Атырау МС-де (9 %/10 жыл) байқалды. Жауын-шашынның тұрақты төмендеуі (7-

8 %/10 жыл) Амангелді МС (Қостанай облысы), Уюк (Жамбыл облысы), Бес Оба (Қарағанды облысы) тіркелді.



Сурет 3.8—Қазақстан территориясы және оның облыстары бойынша кеңістіктік орташаланған 1941-2018 жж. кезеңіне есептелген жылдық жауын-шашын суммасындағы аномалиялар қатары (%-бен). Аномалиялар 1961-1990 жж. базалық кезең бойынша есептелінді. 1976-2018 жж. кезеңіндегі сызықтық тренд көк түспен белгіленді. *Тегістелген қисық 11-жылдық сырғымалы орташалаумен алынды. 1 бет*



Сурет 3.8–Қазақстан территориясы және оның облыстары бойынша кеңістіктік орташаланған 1941-2018 жж. кезеңіне есептелген жылдық жауын-шашын суммасындағы аномалиялар қатары (%-бен). Аномалиялар 1961-1990 жж. базалық кезең бойынша есептелінді. 1976-2018 жж. кезеңіндегі сызықтық тренд көк түспен белгіленді. *Тегістелген қисық 11-жылдық сырғымалы орташалаумен алынды. 2 бет*

Қысқы кезеңдегі тұрақты оң тенденциялар Қазақстанның солтүстік-шығыстағы (3-14 %/10 жыл), оңтүстік-шығыстағы (9-15 %/10 жыл) және батыста (16-22 %/10 жыл) кейбір метеостанцияларында байқалды. Ақпан-желтоқсан айларында барлық метеостанцияларда жауын-шашынның оң өсу тенденциясы (4-26 %/10 жыл) статистикалық маңызды болды.

Көктемде жауын-шашын мөлшерінің оң динамикасы бүкіл Қазақстан бойынша байқалады және 1-25 %/10 жылды құрайды. Жауын-шашынның тұрақты өсуі республиканың солтүстік-батысында байқалды. Наурызда жауын-шашын жылдамырақ өсуі (3-45 %/10 жыл) байқалды.

Кесте 3.6 – Қазақстан территориясы және оның облыстары бойынша кеңістіктік орташаланған және 1976-2018 жж. кезеңіндегі мезгілдік және жылдық жауын-шашын суммасын аномалиясының сызықтық тренд (мм/10 жыл, %/10 жыл) сипаттамалары. Аномалиялар 1961-1990 жж. базалық кезең бойынша есептелінді.

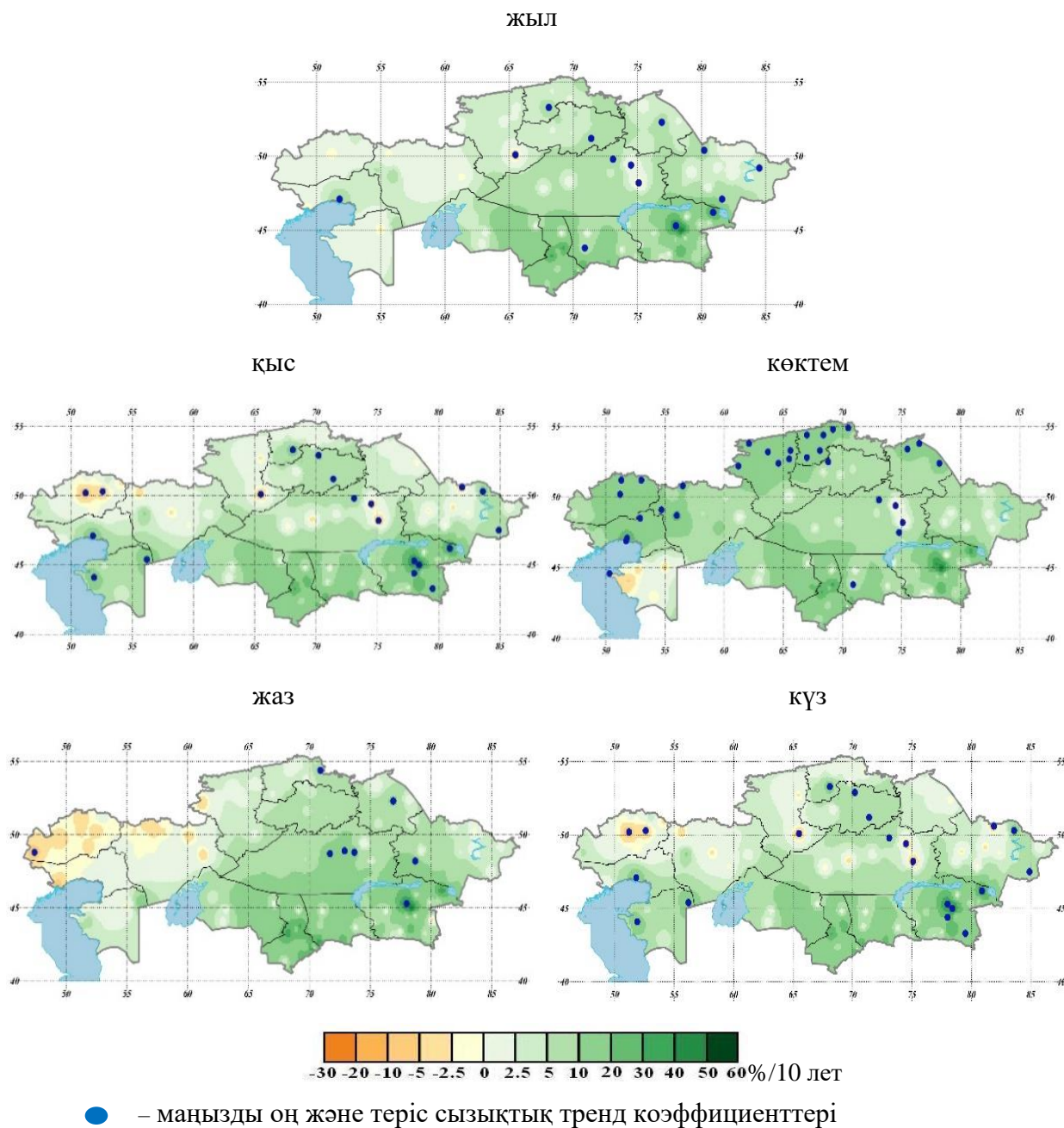
Регион/облыс	Ед. изм	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
		*a	**R ²	a	R ²	a	R ²	a	R ²	a	R ²
Қазақстан	мм	5,5	3	1,3	2	3,8	6	1,8	1	-1,0	1
	%	1,4		2,3		5,2		2,3		-1,8	
Қызылорда	мм	-5,7	3	-1,1	1	-1,1	0	-0,4	0	-3,1	8
	%	-3,6		-0,9		-1,6		-2,8		-9,0	
Түркістан	мм	9,4	2	3,5	1	3,3	1	2,2	2	0,6	0
	%	2,0		1,6		1,7		8,5		1,9	
Жамбыл	мм	0,2	0	1,6	1	-2,9	1	2,9	2	-0,9	0
	%	-0,4		2,2		-2,7		6,7		-1,8	
Алматы	мм	12,4	3	4,8	7	3,9	1	2,9	1	1,2	0
	%	3,1		7,1		3,0		2,8		1,7	
Шығыс Қазақстан	мм	6,4	3	0,7	0	3,7	4	2,8	2	-0,10	0
	%	2,1		1,6		4,2		3,6		0,2	
Павлодар	мм	8,8	4	0,1	0	5,7	14	3,8	1/2	-0,1	0
	%	3,0		0,3		10,7		3,5		-0,2	
Солтүстік Қазақстан	мм	15,4	8	1,1	1	10,2	27	4,7	2	-0,1	0
	%	4,3		2,2		15,4		3,1		-0,2	
Ақмола	мм	13,4	6	3,5	7	3,6	4	7,5	3/4	-0,8	0
	%	4		7,6		5,1		5,7		-0,9	
Қостанай	мм	2,8	0	-0,8	0	8,3	24/	0,2	0	-4,7	8
	%	0,5		-1,5		13,0		0,1		-6,0	
Қарағандинская	мм	4,7	2/1	-0,2	0	1,8	1	6,0	8	-2,4	2
	%	1,4		-1,8		2,7		8,0		-4,4	
Актюбинская	мм	-1,2	0	-0,3	0	6,2	7	-3,1	2	-3,9	6
	%	-0,3		-0,4		10,0		-4,1		-5,3	
Западно-Казахстанская	мм	-2,3	0	-3,3	6	6,7	14	-5,1	5	-1,1	0
	%	-0,8		-4,3		11,5		-6,6		-1,3	
Атырауская	мм	4,4	2	3,1	8	6,2	11	-3,4	3	-1,3	1
	%	2,8		9,2		15,5		-7,3		-3,2	
Мангистауская	мм	-1,4	0/0	3,6	12	-4,3	5	1,1	1	-1,5	1/2
	%	-0,8		11,2		-8,1		3,8		-4,5	

** R² – детерминация коэффициенті, %

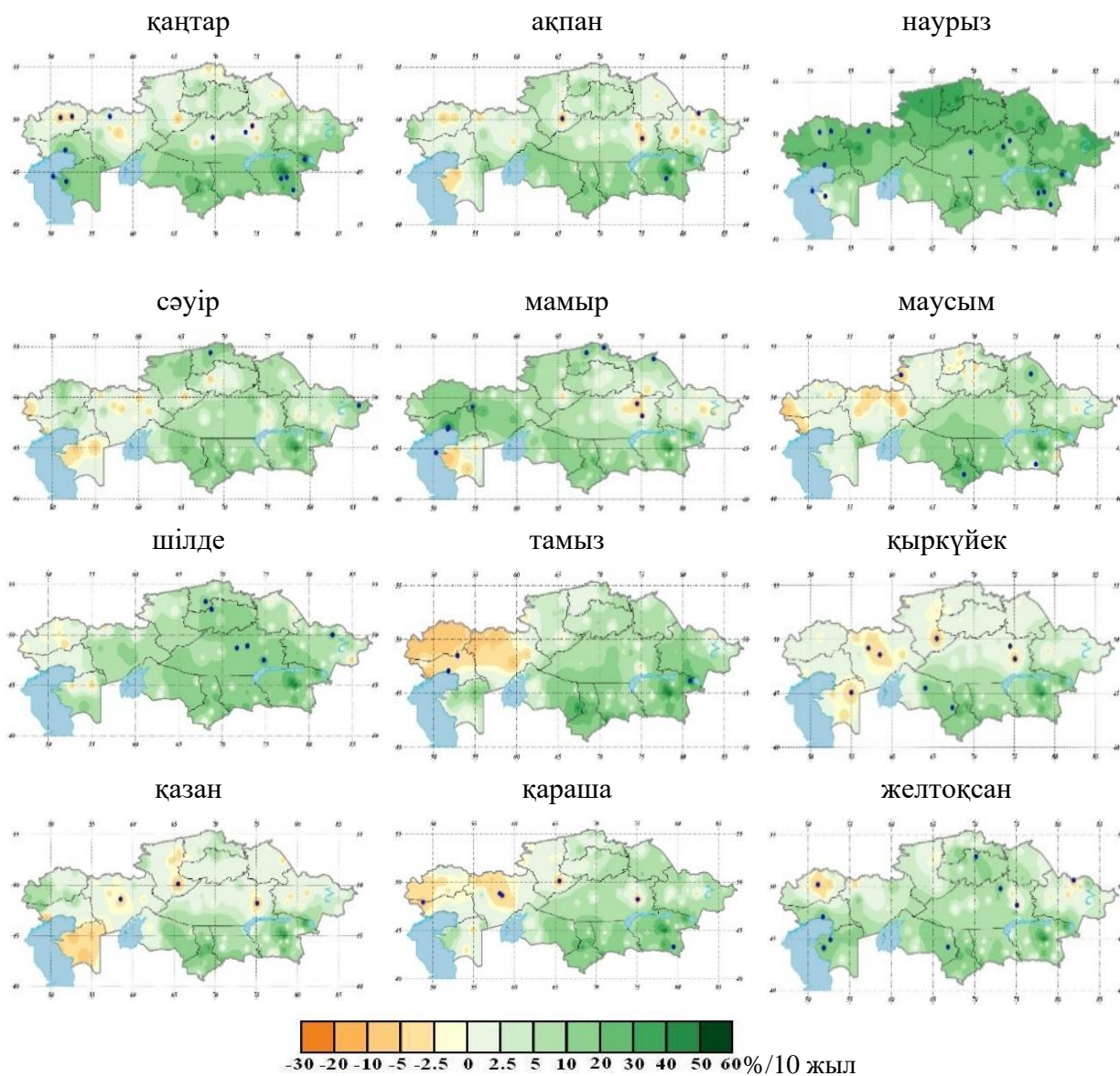
*** қалың қарамен статистикалық маңызды тенденциялар белгіленді

Республиканың батыс аймағында жазғы кезеңдегі жауын-шашын мөлшерінің теріс тенденциясы 0,3-13 %/10 жылды құрады, бірақ трендтар маңызды емес, тек Орда метеостанциясын қоспағанда (Батыс Қазақстан облысы), жауын-шашын мөлшерінің едәуір төмендеуі 13 %/10 жылды маңызды трендпен құрады. Жауын-шашынның ең көп азаюы маусым және тамыз айларында байқалады (4–20%/10 жыл). Солтүстік Қазақстан, Павлодар, Шығыс Қазақстан, Қарағанды облыстарындағы бірнеше метеостанцияларда жазғы маусымның тұрақты оң тренді 9–13 %/10 жыл құрады.

Күзде теріс тренд Қазақстанның көп бөлігінде байқалды (2-20%/10 жыл). Жауын-шашынның біршама оң динамикасы (1-6 %/10 жыл) республиканың оңтүстік-шығысында байқалады. Бірнеше станцияларды қоспағанда, барлық алынған трендтер маңызды болмады (3.9 және 3.10-сурет).



Сурет 3.9 – 1976 – 2018 жж. кезеңі үшін есептелген жылдық және мезгілдік жауын-шашын мөлшерінің сызықтық тренд коэффициенті мәндерінің (%норма/10 жыл) кеңістіктік таралуы



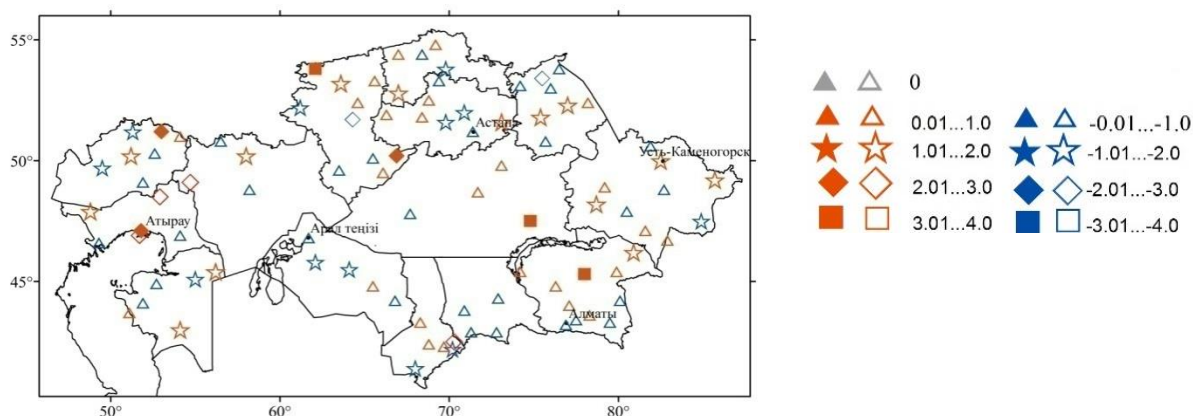
● - маңызды оң және теріс сызықтық тренд коэффициенттері

Сурет 3.10 – 1976 - 2018 жж. есептелген жауын-шашынның айлық мөлшерінің (% норма/10 жыл) сызықтық тренд коэффициенті мәндерінің кеңістіктік таралуы.

3.3 Атмосфералық жауын-шашын экстремумдарындағы тенденциялар

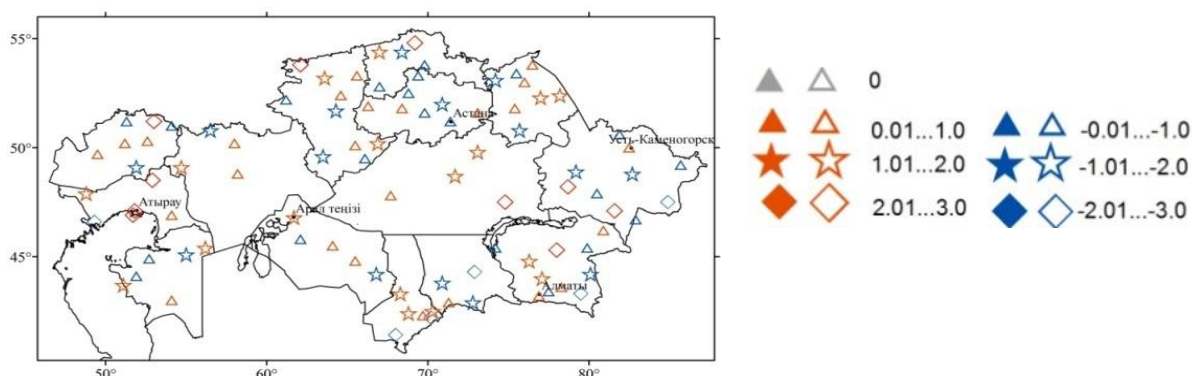
Жауын-шашынның экстремалды тенденцияларына талдау 1976-2018 жж. ДМҰ ұсынған ең көрсеткішті индекстерге негізделіп жүргізілді.

Қазақстан аумағында **жауын-шашынның ең көп мөлшері** (Rx1day индексі) іс жүзінде өзгеріссіз қалды (3.11-сурет). 65% метеостанцияларда тәуліктік жауын-шашынның ең көп мөлшері 0,01-2,0 мм/10 жылға аздап төмендеді. Арқалық, Ақсай, Атырау, Үштөбе, Бектауата және Қарабалық метеостанцияларында 2-ден 4 мм / 10-ға дейінгі статистикалық маңызды оң өзгерістер байқалды.



Сурет 3.11 – Тәуліктік жауын-шашынның ең көп жылдық мәндерінің (мм/10 жыл) 1976-2018 жж. кезеңі үшін есептелген сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы. Градациялардың белгіленуі трендтің статистикалық мәні болған жағдайда боялды

Жылдық жауын-шашын суммасында экстремальді жауын-шашын мөлшері (индекс $R95pTOT$) үлесінің (%/10 жыл) анализі Қазақстан бойынша біршама статистикалық маңыздылығы төмен тенденциялардың өсуінің де, төмендеуінің де 0,01 - 2,0 % 10 жыл бақыланғанын көрсетті (сурет 3.12).

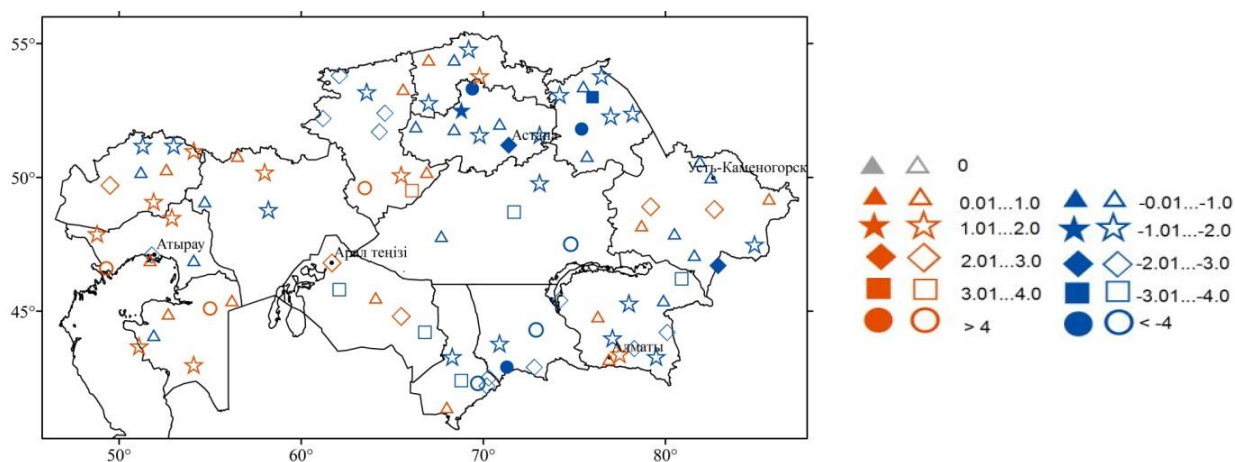


Сурет 3.12 – 1976 - 2018 жж. кезеңге есептелген жыл ішінде экстремальді жауын-шашынның мәндерінің (мм/10 жыл) сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы.

Экстремальді жауын-шашын мөлшері 95 процентильден асатын тәуліктік жауын-шашын мөлшері ретінде есептелді. Градация тренд статистикалық маңызды болғанда боялды

Экстремалді жауын-шашын мөлшерінің жылы кезеңде өсуі эрозия процесстеріне, таулы аймақтарда – жаңбырлы селдік генезиске, суық кезеңде – қар көшкінінің жүруіне әкелетіні мәлім.

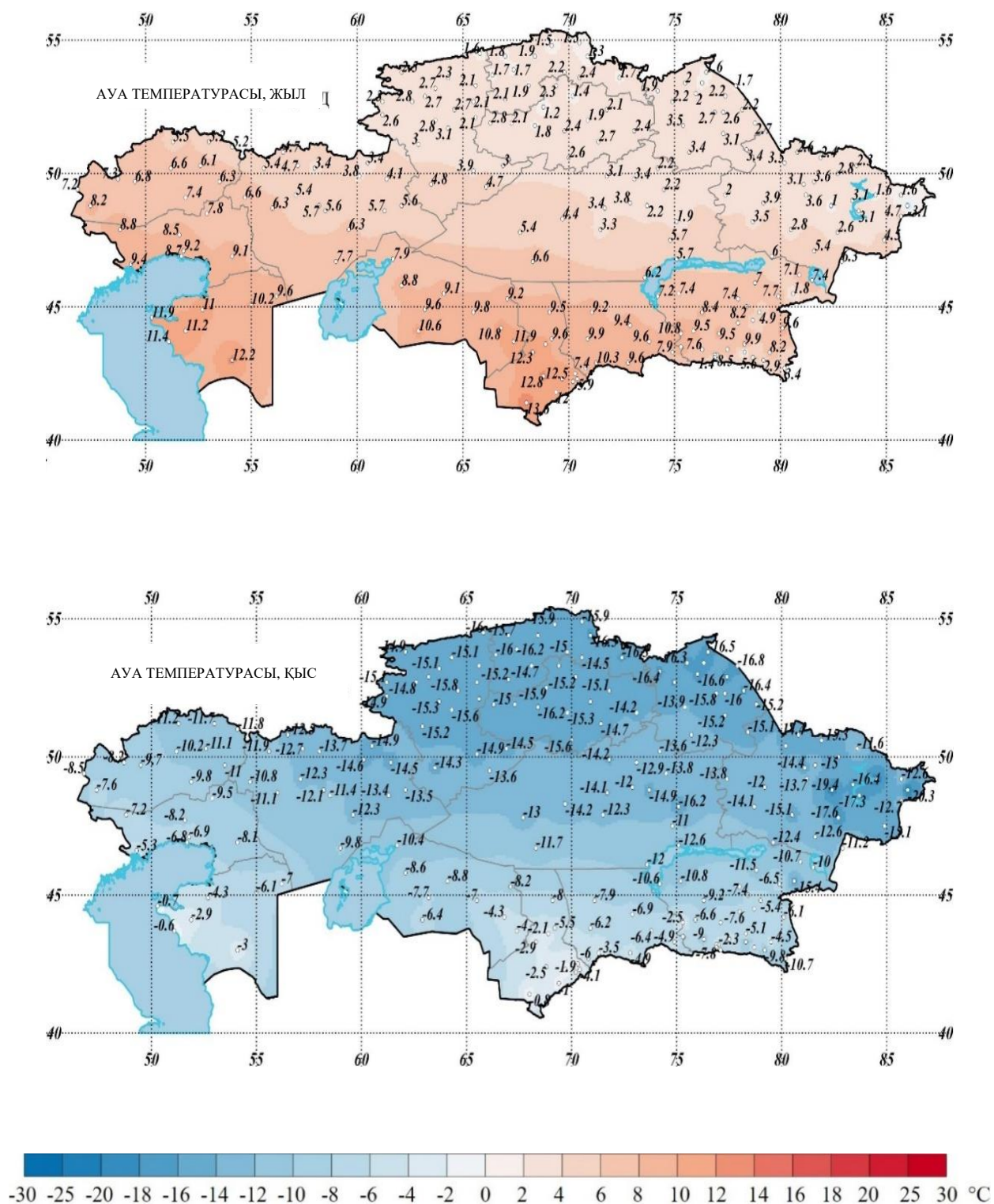
Қазақстанның біршама территориясында жауын-шашынсыз болған максимальді ұзақтық кезеңінің азаю тенденциясы бақыланды (**индекс CDD** , сурет 3.13). Ақмола, Павлодар облыстарының, сондай-ақ республиканың оңтүстік және оңтүстік-шығысындағы бірқатар метеорологиялық станицияларда статистикалық маңызды жауын-шашынсыз кезең (2-ден 6 күн/10 жыл дейін) бақыланды.

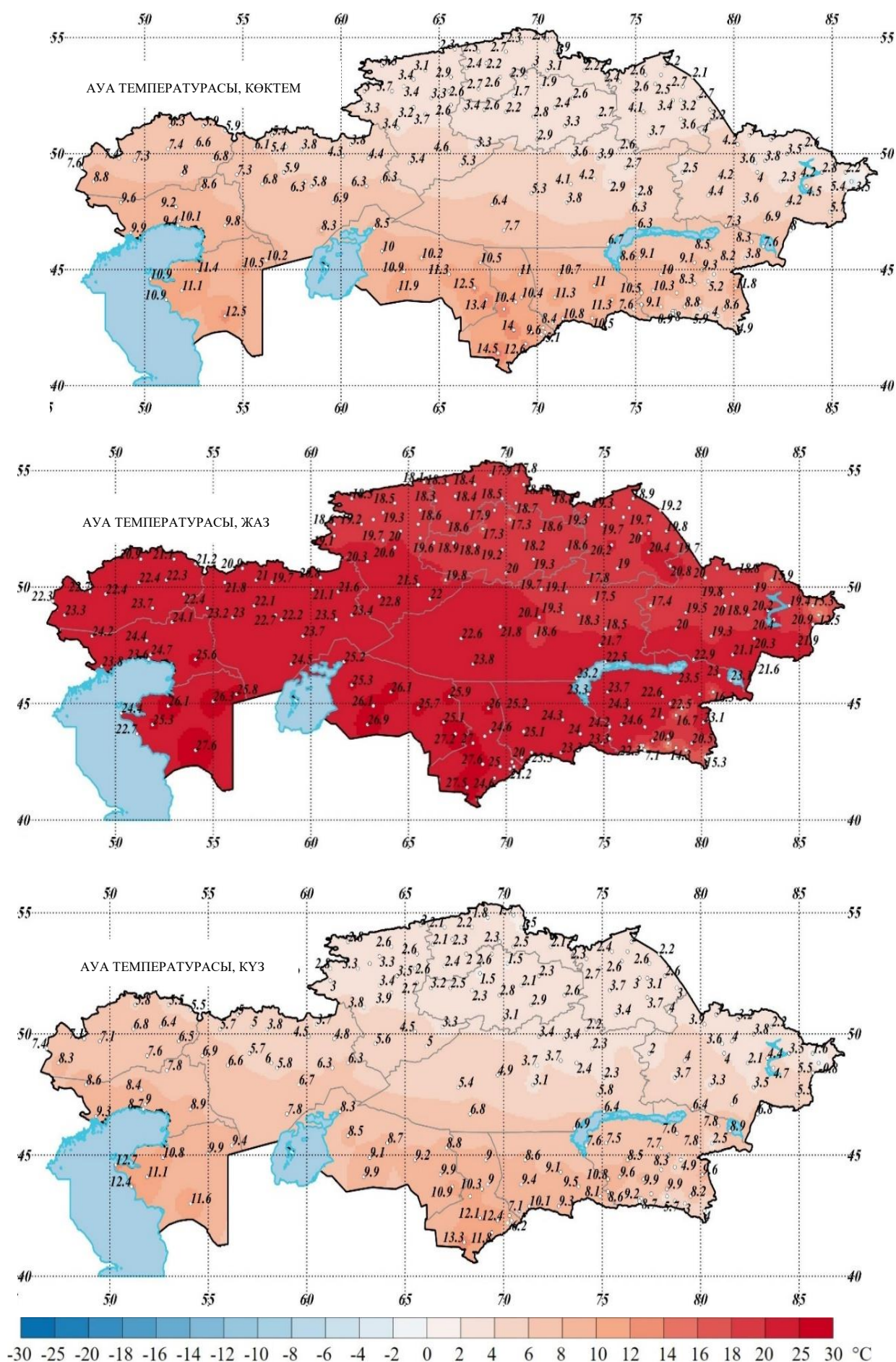


Сурет 3.13 – Жауын-шашынды емес кезеңнің (күндер/10 жыл) ең жоғарғы ұзақтығының 1976 – 2018 жылдарға есептелген сызықтық тренд коэффициентінің кеңістіктік таралуы.
Градациилардың белгіленуі трендтің статистикалық мәні болған жағдайда боялды

ҚОСЫМША 1

ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫ БОЙЫНША 1961-1990 ЖЖ. КЕЗЕҢІ БОЙЫНША ЕСЕПТЕЛГЕН ОРТАША ЖЫЛДЫҚ ЖӘНЕ ОРТАША МАУСЫМДЫҚ АУА ТЕМПЕРАТУРАСЫНЫҢ КЕҢІСТІКТІК ТАРАЛУЫ.





ҚОСЫМША 2

ҚАЗАҚСТАН ТЕРРИТОРИЯСЫ БОЙЫНША 1961-1990 ЖЖ. КЕЗЕҢІ БОЙЫНША ЕСЕПТЕЛГЕН ЖЫЛДЫҚ ЖӘНЕ МАУСЫМДЫҚ ЖАУЫН-ШАШЫН МӨЛШЕРІНІҢ КЕҢІСТІКТІК.

