



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ЭКОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАР
МИНИСТРЛІГІ

«ҚАЗГИДРОМЕТ» РЕСПУБЛИКАЛЫҚ
МЕМЛЕКЕТТІК КӘСІПОРНЫ

ҒЫЛЫМИ ЗЕРТТЕУ ОРТАЛЫҒЫ



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ АУМАҒЫНДАҒЫ КҮН СӘУЛЕСІНІҢ ҰЗАҚТЫҒЫНЫҢ ЖЫЛ САЙЫНҒЫ БЮЛЛЕТЕНІ 2024 ЖЫЛҒА



Фото из <https://www.zakon.kz/sobytiia/6015513>

АСТАНА, 2025

МАЗМҰНЫ

ҚЫСҚАША ТҮЙІНДЕМЕ	3
КІРІСПЕ	4
1. КҮН СӘУЛЕСІ ҰЗАҚТЫҒЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ	5
2. ЗЕРТТЕУ ДЕРЕКТЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ	7
3. КҮН СӘУЛЕСІ ҰЗАҚТЫҒЫ РЕЖИМІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ	9
3.1 Қазақстан территориясы бойынша 2024 жылдың күн сәулесі ұзақтығы	9
3.2 Күн сәулесі ұзақтығының аномалиялары	10
3.3 Ашық және бұлтты күндер саны	13
4. ЖЕРСЕРІК ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША КҮН СӘУЛЕСІНІҢ ҰЗАҚТЫҒЫН БАҒАЛАУ	16

ҚЫСҚАША ТҮЙІНДЕМЕ

Күн сәулесінің ұзақтығының режимі



- 2024 жылы Қазақстан бойынша күн сәулесінің жылдық ұзақтығы шамамен 1980-нен 3120 сағатқа дейін ауытқыған. Ең жоғары мәндер оңтүстік және батыс өңірлерде байқалса, ал ең төменгі мәндер – солтүстік, шығыс және таулы аймақтарда тіркелген.
- Жылдық аномалиялар +744-тен -347 сағатқа дейін өзгерген: оң аномалиялар оңтүстік пен батыста басым болса, теріс аномалиялар солтүстік, шығыс және таулы өңірлерде байқалған.
- Маусымдық ауытқулар қыс мезгілінде ішінара оң аномалиялармен, көктемде күн сәулесінің ең жоғары мәндерімен, жазда оңтүстіктегі экстремалды мәндермен және күзде қалыпты мәндермен сипатталған.



Бұлтты және ашық күндердің саны

- 2024 жылы бұлтты күндердің саны 50-ден 150-ге дейін, ал ашық күндердің саны 17-ден 119-ға дейін ауытқыған. Елдің солтүстігі мен шығысында ауа райы негізінен бұлтты болған, ал оңтүстік пен батыс бөліктерінде ашық күндер басым тіркелген.
- Ең көп бұлтты күндер солтүстік және таулы аймақтарда байқалған, ал ең аз мөлшері – оңтүстік және батыс жазықтарда тіркелген.
- Ашық күндер көбіне оңтүстікте, әсіресе жазық және шөлді аудандарда басым болған, ал солтүстік, шығыс және таулы өңірлерде сирек кездескен.



Күн сәулесінің ұзақтығын спутниктік талдау

- Күн сәулесінің ұзақтығы карталарын нақтылау мақсатында спутниктік деректер пайдаланылды. Талдау нәтижесінде жалпы заңдылық анықталды: ең жоғары инсоляция оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарда, ал ең төменгісі солтүстік пен таулы өңірлерде байқалған. Спутниктік деректер кеңістіктік детальді таралуын амтамасыз етсе, жер үсті бақылаулары күн сәулесінің абсолюттік мәндерін нақты бағалауға мүмкіндік береді.

КІРІСПЕ

Күн – жердегі барлық табиғи процесстердің негізгі энергия көзі. Планетаның қойнауынан немесе басқа жұлдыздардан келетін энергия Күннің энергиясымен салыстырғанда өте аз. Күн біздің планетамыздағы климатты, ауа райын және тағы басқа көптеген құбылыстарды анықтайды.

Күн сәулесінің ұзақтығы деп Күн сәулесінің тығыз бұлттармен көлеңкеленбей, тікелей Жер бетіне түсетін жалпы уақыты түсініледі.

Соңғы онжылдықтарда климатта елеулі өзгерістер болды, ал экономиканың әртүрлі салаларының климаттық жағдайларға тәуелділігі айтарлықтай артты. Осыған байланысты климаттық жүйе құрамдастарын неғұрлым мұқият және тұрақты түрде бақылау қажеттілігі туындады. Мұндай бақылау әртүрлі қызмет салаларында шешім қабылдау үшін сенімді әрі дер кезінде ақпаратпен қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Күн сәулесінің ұзақтығы – климаттың негізгі көрсеткіштерінің бірі, ол өмірдің және экономиканың әртүрлі салаларында, әсіресе ауыл шаруашылығында, энергетикада және көлік саласында маңызды рөл атқарады.

Агроөнеркәсіп секторында ол фотосинтез процесін, өсіп-өну кезеңінің ұзақтығын, егіс мерзімін және өнімділікті анықтайды, осылайша егіс кезеңін жоспарлауға және қолайлы дақыл түрлерін таңдауға көмектеседі. Энергетика саласында күн сәулесінің ұзақтығы күн электр станцияларының қуатын және тиімділігін есептеуге, сондай-ақ инвестициялардың өтелуіне әсер етеді. Көлік саласында күн сәулесі көріну жағдайына, жолдар мен әуежайлардың жарықтандырылуына және күн энергиясымен жұмыс істейтін зарядтау жүйелерінің тиімділігіне ықпал етеді. Бұдан бөлек, ол денсаулық сақтау, сәулет, климатология және туризм салаларында да маңызды рөл атқарады, сондықтан күн сәулесі экономиканың және халық өмір сүру сапасының маңызды ресурсы болып табылады.

Күн сәулесінің ұзақтығы туралы деректер табиғи ресурстарды тиімді пайдалану және климаттық және экономикалық тәуекелдерді азайту үшін маңызды. Олар ауыл шаруашылығын оңтайландыруға, күн энергетикасының тиімділігін арттыруға, көлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге, сондай-ақ қала құрылысы, денсаулық сақтау және туризм салаларында жағдайды жақсартуға көмектеседі. Күн сәулесі туралы сенімді ақпарат көптеген өмірлік және экономикалық салаларда тұрақты даму мен саналы шешім қабылдаудың негізі болып табылады.

Бюлетеннің осы шығарылымында күн сәулесінің ұзақтығының ерекшеліктері, Қазақстан өңірлеріне қарай оның кеңістіктік таралуы, сондай-ақ жыл бойындағы маусымдық айырмашылықтар мен динамикасы қарастырылады. Жеке территорияларда күн сәулесінің ауытқуларын бағалауға және маусымдарға байланысты типтік заңдылықтарды анықтауға мүмкіндік беретін деректер келтірілген.

Шығарылымға Метеорологиялық зерттеу және есептеу басқармасының бастығы Жездібәева Б.Т. жауапты. Бюллетенді дайындауға: жетекші ғылыми қызметкерлер Терехов А.Г., Әбілқаді А.Ә., Смагулова А.Б. және Жаксыбаева А.Е. қатысты.

1 КҮН СӘУЛЕСІ ҰЗАҚТЫҒЫНЫҢ СИПАТТАМАСЫ

Қазақстанның қоңыржай ендікте орналасуы ($40\text{--}55^\circ$ с. е.) сондай-ақ аспанның жалпы және әсіресе төменгі бұлттылықпен аз қамтылуы оның аумағына түсетін күн радиациясының көп түсуі себепші болады. Қазақстанға түсетін жарық пен инсоляция мөлшерінің көптігі күн сәулесінің ұзақтығының сандық көрсеткіштерінен айқын көрінеді. Радиация қарқындылығы мен күн ұзақтығын сипаттайтын күннің талтүстегі биіктігі жаз мезгілінде ең жоғары мәндеріне жетеді.

Күн сәулесінің нақты ұзақтығы астрономиялық факторлардан басқа, бұлттылықпен анықталып, ол өз кезегінде циркуляциялық процесстердің даму деңгейін белгілі дәрежеде бейнелейді. Ірі масштабтағы циркуляция және жер бедерінің әсері республиканың солтүстік аймақтарында және оңтүстік-шығыстағы таулы өңірлерде бұлтты жүйелердің жиі қалыптасуына алып келеді. Осыған сәйкес күн сәулесінің орташа жылдық ұзақтығы солтүстікте және Іле Алатауының етегінде салыстырмалы түрде аз (шамамен 2000 сағат), ал оңтүстікке қарай ұлғая түседі: Бетпақдалада – 2936, ал Шымкентте – 2892 сағат. Мұндай жоғары көрсеткіштер республиканың орталық және оңтүстік шөлді аймақтарындағы бұлттылық түзілуінің ерекшеліктерімен түсіндіріледі. Орта Азия мен Қазақстанның күн көзінен қатты қызыған ұлан-ғайыр шөлдері ауада қарқынды конвекциялық ағындардың пайда болуына жағдай жасайды, соның салдарынан су буының конденсациялану деңгейі Қазақстанның басқа аймақтарына қарағанда мұнда едәуір биікте қалыптасады. Нәтижесінде конвективті бұлт түрлері салыстырмалы түрде жоғары қабаттарда түзіліп, олардың дамуы жұқа шарбы бұлттардың пайда болуына әкеледі. Осылайша, жаз айларында шөлді өңірлер мен Қазақстанның оңтүстігі тәуліктің жарық кезеңінің басым бөлігінде тікелей күн радиациясын алады. Күн сәулесінің орташа ұзақтығының таралуы метеостанциялардың географиялық орналасуына толықтай сәйкес келмейді. Мысалы, Қостанай (5,5 сағат) мен Алматы (5,6 сағат) шамамен бірдей күн сәулесі ұзақтығына ие. Жаз мезгілінде оңтүстік метеостанциялар, солтүстіктегімен салыстырғанда күн ұзақтығы қысқарақ болғанымен, күн сәулесінің ұзақтығы айтарлықтай жоғары болады. Орташа максимум Бетпақдала мен Түркістан облысының шөлді аумақтарына тиесілі, мұнда ол күніне 12,6 сағатқа жетеді. Республика аумағының басым бөлігінде күн сәулесінің ең жоғарғы ұзақтығы жазғы күн тоқырауы айына – маусымға, сирек жағдайда шілдеге сәйкес келеді. Осы аталған өңірлерде күн сәулесінің орташа ұзақтығы ең жоғары мәнге ие (7,9–8 сағат). Алайда күн сәулесінің ұзақтығын белгілі бір градациямен (күніне кемінде 8, 6 немесе 4 сағат) қарастырғанда, белгілі бір ұзақтықта ғана жұмыс істей алатын гелиотехникалық қондырғыларды тиімді орналастыру үшін жаңа мүмкіндіктер байқалады. Шынында да, Қазақстанда күн сәулесінің 8 сағат бойы және одан артық байқалатын, сонымен бірге қатарынан 6 айға дейінгі кезеңге созылатын кең аумақтар бар. Бұл – Атырау – Бетпақдала – Зайсан аймақтарынан оңтүстікте орналасқан өңірлер. Бетпақдала, Шымкент сияқты метеостанцияларында жаз айларында күн сәулесінің ұзақтығы мүмкін болатын көрсеткіштің 83–96%-ын құрайды. Сондықтан осы аталған Қазақстанның өңірлері гелиотехниканы дамыту үшін аса перспективті болып табылады.

Ашық және бұлтты күндердің саны. Ашық және бұлтты күндер деп тәуліктік бақылаулар бойынша бұлттылық балдарының жиынтық мәні белгілі бір шектік саннан аз немесе көп болатын күндерді айтады. Көбінесе бұл – тәулік бойы ауа райы тұрақты түрде ашық немесе тұтасымен бұлтты болып тұратын күндер.

Жалпы бұлттылық бойынша ашық күндердің саны. Қыс мезгілінде жалпы бұлттылық бойынша ашық күндердің ең көп мөлшері Қазақстанның шығыс бөлігінде байқалады және айына 10–12 күнге дейін жетеді. Қазақстанның батысында бұл уақытта ашық күндер саны шамамен 4–6 күнді құрайды. Мамыр айынан бастап республиканың оңтүстік бөлігінде ашық күндердің саны ең жоғары болады. Шілде-қыркүйек айларында мұнда олардың саны айына 20–25 күнге дейін жетеді (тіпті жалпы бұлттылық бойынша да). Қазан және қараша айларында да оңтүстікте және оңтүстік-шығыста ашық күндердің саны ең көп болып қалады, тиісінше 15 және одан кейін 10 күнге дейін жетеді. Ал қысқы режим бұл аймақтарда желтоқсан айында қалыптасады.

Төменгі бұлттылық бойынша бұлтты күндердің саны. Ашық күндердің таралу заңдылығына сәйкес, Қазақстанның батысында қыс айларында бұлтты күндердің ең көп саны байқалады – айына 5-тен 10 күнге дейін. Ал шығыста қыс кезінде бұлтты күндер 5-7 күннен аспайды, қыстың соңына қарай 3 күнге дейін азаяды. Мамырдан қазанға дейінгі аралықта бұлтты күндердің ең көп саны Қазақстанның солтүстігі мен шығысында байқалады, 4-5 күнге дейін жетеді. Оңтүстікте жаз айларында бұлтты күндер 1-2 күннен аспайды, ал маусым-қыркүйек аралығында бір күннен де аспайды.

Жалпы бұлттылық бойынша ашық күндердің жылдық саны оңтүстікте 160 күнге жетеді, ал солтүстікте ол бар болғаны 40 күнге тең. Төменгі бұлттылықпен бұлтты күндердің ең көбі солтүстікте – 60 күнге дейін, ең азы – оңтүстікте емес, Балқаш ойпатында – 10 күн және одан да аз. Көріп отырғанымыздай, оңтүстікте, жылына 25–30 бұлтты күн болатын аймақтарда, қыста жылы ауа массаларының адвекциясы жиі байқалып, тұман мен қатпарлы бұлттылығының түзілуіне әкеледі. Ал Балқаш көлі маңы мұндай процестердің ықпал аймағына кірмейді және циклондар өтетін жолда да орналаспаған, себебі олар не оңтүстікте – таулы аймақтар арқылы, не солтүстікте өтеді¹.

¹ Утешев А. С. (ред.). Климат Казахстана. – Л.: Гидрометеоиздат, 1959. – 360 с.

2 ЗЕРТТЕУ ДЕРЕКТЕРІ МЕН ӘДІСТЕРІ

«Күн сәулесі» термині күн дискісінің жарықтығының аспанның шашыраған жарығынан жоғары болуымен немесе, көзге жақсырақ байқалатындай, жарық түскен нысандардың артында көлеңкелердің пайда болуымен байланысты.

Күн сәулесінің ұзақтығы – тікелей күн радиациясының мәні $120 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ -ден асатын уақыт аралықтарының қосындысы. Күн сәулесінің нақты ұзақтығы – бұл уақыттық сипаттама. Өлшем бірліктері ретінде секунд немесе сағат қолданылады. Климатологиялық мақсаттарда «күніне сағат» немесе «күні бойы күн сәулесінің сағат саны» сияқты ұғымдар пайдаланылады, сондай-ақ «күні бойы күн сәулесінің салыстырмалы ұзақтығын» сипаттау үшін пайыз түрінде беріледі. Бұл көрсеткішті есептеу кезінде ол күннің мүмкін болатын ең ұзақ сәуле түсу ұзақтығымен салыстырылады. Оны анықтау үшін гелиограф деп аталатын арнайы құрал пайдаланылады. Бұл құрал Күн сәулелері жеткілікті күшке ие болған сәттерді тіркейді – яғни шар тәрізді шыны линзаның фокусында орналасқан лентаны күйдіріп өтетін кездерді белгілейді.²

Гелиограф темірден жасалған тұғырға орнатылған шыны шардан тұрады. Шардың фокус нүктесіне Күн сәулесі ұзақтығын тіркейтін арнайы лента орналастырылады. Құрылғы орналасқан жердің географиялық ендігі мен жердің бағытына сәйкес бағытталады. Гелиограф қозғалмайды, ал күн көкжиек бойымен қозғалғанда, оның сәулелері шыны шар арқылы өтіп, лентада күннің көктегі қозғалысын бейнелейтін күйік ізін – қара сызықты қалдырады. Егер күн бұлтсыз болып, күн күні бойы жарқыраса, онда күн сәулесінің ұзақтығы шамамен күннің жарық уақыт ұзақтығымен тең болады. Ал егер күн тіпті он минутқа бұлтпен жабылса, онда лентадағы күйік ізі үзіледі. Күн сәулесі ұзақтығы географиялық ендікке және атмосфера циркуляциясының жағдайына байланысты өзгереді. Ауаның әртүрлі массаларының ауысуы бұлттылық пен атмосфераның мөлдірлігін өзгертеді, соның нәтижесінде күннің нақты сәулесі ұзақтығы кейде идеал жағдайда мүмкін болатын мәнге жақындайды, кейде керісінше алыстайды.

Құрал ашық жерде, ағаштардан, ғимараттардан және күні бойы көлеңке түсіруі мүмкін басқа нысандардан алыста орналастырылады. Гелиографтың осін (солтүстік жарты шарда) оңтүстікке бағыттайды, бұл күннің көктегі қозғалысын дәл бақылауға мүмкіндік береді. Құрал орнынан қозғалып кетпеуі және дірілдемеуі үшін берік тұғырға мықтап бекітіледі. Орнату биіктігі әдетте жер бетінен шамамен бір жарым метр болады. Дәл деректер алу үшін құралдың дұрыс бағытталғаны және күн сәулесін тіркейтін лентаның күйі үнемі тексеріліп отырады.³

Талдауға «Қазгидромет» РМК желісіне кіретін 55 метеостанцияның деректері енгізілді, бұл станцияларда актинометриялық бақылаулар тұрақты түрде жүргізіледі.

² Руководство по приборам и методам наблюдений. Том I – Измерения метеорологических переменных. Погода, климат, вода. Издание 2023 г. – Женева: ВМО, 2023.

³ Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 3. Часть I. Метеорологические наблюдения на станциях. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 280 с.

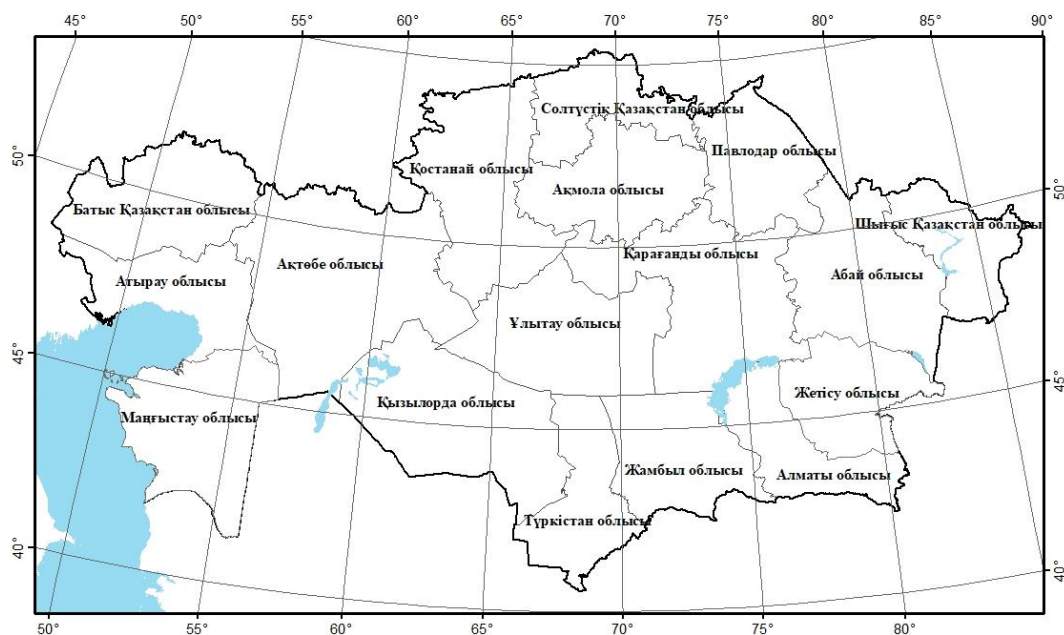
Күн сәулесінің ұзақтығын талдауға арналған бастапқы деректер базасы мыналарды қамтиды:

- 1) күн сәулесінің орташа айлық ұзақтығының сағатпен берілген қатарлары. Оның ішінде 43 метеостанцияда бақылау деректері 1977 жылдан бастап жүргізілсе, 12 станцияда бақылаулар әртүрлі кезеңдерде басталған.
- 2) «Қазгидромет» РМК желісіне кіретін 204 метеостанция бойынша ашық және бұлтты күндер санының қатарлары.

Әрбір станция үшін айлық күн сәулесінің ұзақтығының ауытқулары, яғни нормадан айырмашылықтары анықталды. Норма ретінде 1991–2020 жылдар аралығындағы күн сәулесінің ұзақтығының орташа көпжылдық мәндері пайдаланылады.

Қарастырылып отырған мәндердің аномалиясының уақыт қатарлары Қазақстан аумағы бойынша 15 әкімшілік-аумақтық облыстар бойынша орташаланған, Жетісу және Маңғыстау облыстарында күн сәулесі ұзақтығының орташа есептеледі. 2024 жылы Жетісу және Маңғыстау облыстарында күн сәулесінің ұзақтығын бақылау жүргізілмеген.

Қазақстанның әкімшілік-аумақтық облыстары төмендегі карта-схемада көрсетілген.



Қазақстан Республикасының әкімшілік-аумақтық облыстарының карта-схемасы

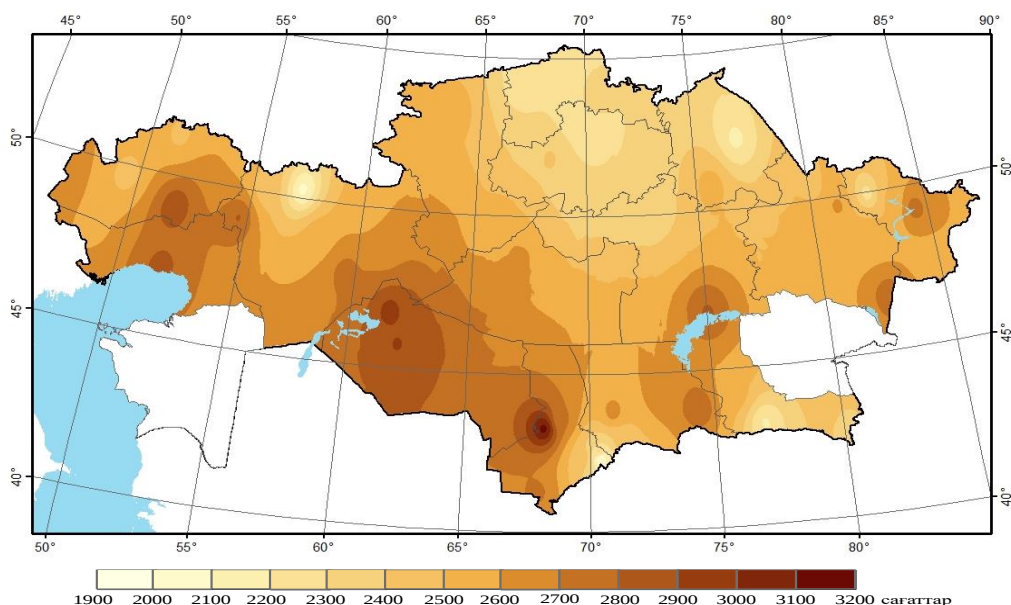
3 КҮН СӘУЛЕСІ ҰЗАҚТЫҒЫ РЕЖИМІНІҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

3.1 Қазақстан территориясы бойынша 2024 жылдың күн сәулесі ұзақтығы

2024 жылы Қазақстан аймақтары бойынша күн сәулесінің ұзақтығы 1984 сағаттан 3125 сағатқа дейін өзгерді (3.1-сурет). Ең жоғары көрсеткіштер елдің оңтүстігінде, яғни Түркістан облысының Түркістан (3125 сағат), Қызылорда облысының Арал теңізі (2932 сағат) және Батыс Қазақстан облысының Тайпақ (2903 сағат) метеостанцияларында тіркелген, бұл олардың құрғақ климатымен байланысты.

Қазақстанның орталық, солтүстік-батыс және шығыс аймақтарында күн сәулесі ұзақтығының орташа мәндерін көрсетті, шамамен жылына 2400–2600 сағат аралығында болған.

Күн сәулесі ұзақтығының ең төменгі мәндері Түркістан облысының Шуылдақ (1984 сағат), Ақтөбе облысының Ақтөбе (2079 сағат) және Павлодар облысының Павлодар (2181 сағат) метеостанцияларында тіркелген, бұл солтүстік және тау етегіндегі аймақтарға тән салыстырмалы түрде төмен күн белсенділігін көрсетеді.



3.1-сурет – 2024 жылы күн сәулесінің ұзақтығы (Түссіз аймақтар – мониторинг деректері жоқ)

Еліміздің облыстары бойынша күн сәулесі ұзақтығының жылдық суммасы Ақмола облысында 2278 сағаттан Қызылорда облысында 2918 сағатқа дейін өзгереді (3.1-кесте). Оңтүстік және батыс өңірлерге кіретін Қызылорда, Атырау және Жамбыл облыстары, жыл бойы ішінде солтүстік аймақтармен, мысалы Ақмола және Солтүстік Қазақстан облыстарымен салыстырғанда көбірек күн сәулесін алады.

Жазда күн сәулесі ұзақтығының ең жоғары мәндері мамыр мен тамыз айлары аралығында байқалған. Мысалы, шілде айында Атырау облысында күн сәулесінің ұзақтығы 397 сағатқа дейін жеткен.

Қыс мезгілінде, әсіресе желтоқсан мен қаңтар айларында, күн сәулесінің ұзақтығы айтарлықтай азаяды, себебі күннің жарық уақыты қысқарып, бұлттылық артады. Желтоқсан айында Ақмола облысында бар болғаны 34 сағат күн сәулесі тіркеледі.

Айлар бойынша алынған деректер күн радиациясының географиялық және маусымдық әркелкілігін көрсетеді, яғни елдің оңтүстігі мен оңтүстік-батысында күн белсенділігі жоғары болса, ал солтүстігі мен солтүстік-шығысында – төмен.

3.1-кесте – 2024 жылы күн сәулесі ұзақтығының айлар бойынша көрсеткіштері

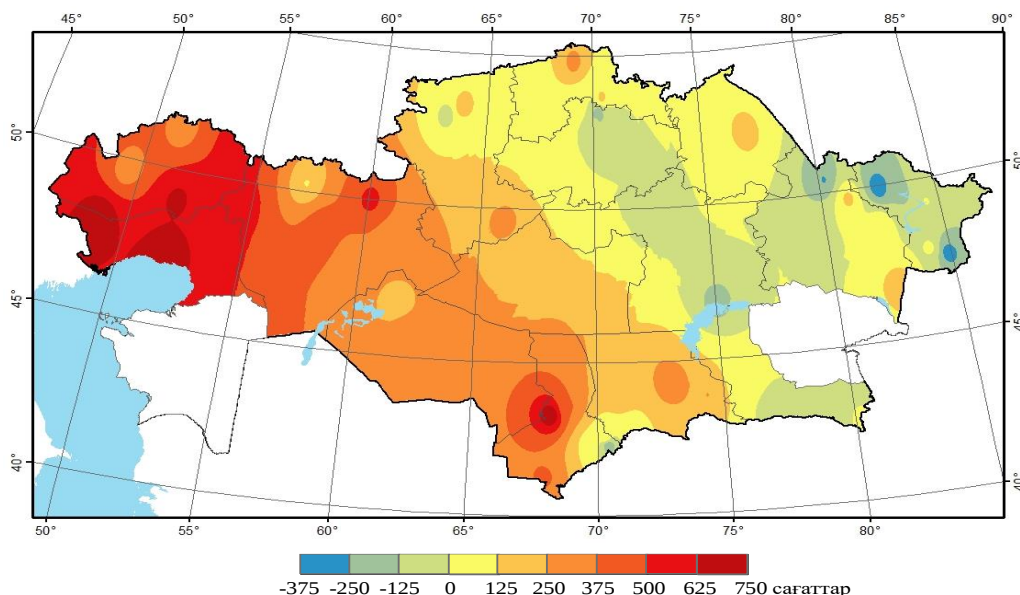
Облыстар	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Жыл, сағаттар
Ақмола облысы	70	121	160	176	215	265	230	157	185	135	90	34	2278
Ақтөбе облысы	101	150	160	265	309	294	337	319	298	135	115	59	2543
Алматы облысы	108	129	183	203	236	288	284	284	227	166	146	126	2380
Атырау облысы	89	138	169	289	324	316	397	381	301	167	77	61	2709
Абай облысы	131	160	191	279	307	346	317	328	242	140	115	76	2633
Шығыс Қазақстан облысы	127	148	171	272	284	330	299	318	222	129	98	80	2478
Жамбыл облысы	89	120	171	242	267	374	342	353	274	169	117	118	2635
Батыс Қазақстан облысы	73	147	160	256	352	314	377	355	311	146	72	51	2612
Қарағанды облысы	108	149	180	249	268	346	305	291	269	151	117	71	2503
Ұлытау облысы	149	203	280	266	372	307	301	276	132	104	94	136	2620
Қостанай облысы	95	165	203	238	298	342	302	270	288	156	124	64	2542
Қызылорда облысы	135	154	203	318	303	386	373	362	298	147	137	102	2918
Павлодар облысы	110	117	180	234	247	335	318	272	226	153	105	66	2360
Солтүстік Қазақстан облысы	68	145	191	214	279	312	287	226	245	166	108	40	2279
Түркістан облысы	92	118	140	232	256	356	352	345	254	160	132	118	2554

3.2 Күн сәулесі ұзақтығының аномалиялары

Қазақстанның әртүрлі аймақтарындағы күн сәулесінің ұзақтығының аномалиялары айтарлықтай кеңістіктік әркелкілікті көрсетті. Максималды аномалиялар +744,4 сағатқа жетіп, Атырау облысының Уштаған метеостанциясында, ал минималды аномалия мәндері Шығыс Қазақстан облысының Усть-Каменогорск метеостанциясында байқалған және - 347,5 сағат құраған (3.2-сурет).

Қазақстанның батыс және оңтүстік өңірлеріндегі, Түркістан облысының Туркестан, Атырау облысының Атырау, Батыс Қазақстан облысының Тайпак және Чингирлау сияқты метеостанциялары күн сәулесінің ұзақтығы бойынша тұрақты оң аномалияларды көрсетті. Мұнда оң аномалиялардың шамасы +580 сағаттан +730 сағатқа дейін ауытқыған.

Күн сәулесі ұзақтығының теріс аномалиялары еліміздің солтүстігі мен шығысында, сондай-ақ оңтүстіктің таулы аймақтарында байқалды, олардың ішінде Шығыс Қазақстан облысының Зайсан, Абай облысының Семипалатинск, Түркістан облысының Шуылдак, Ақмола облысының Бурабай және Қарағанды облысының Балкаш метеостанциялары бар. Аномалия мәндері мұнда -170 сағаттан -300 сағатқа дейінгі аралықта болған.



3.2-сурет – 2024 жылы орташа жылдық күн сәулесі ұзақтығы аномалиясы (Түссіз аймақтар – мониторинг деректері жоқ)

Жалпы барлық мезгілдерде Қазақстан Республикасының басым бөлігінде оң аномалиялар байқалған, тек жекелеген пункттерде теріс аномалиялар тіркелген (3.3-сурет).

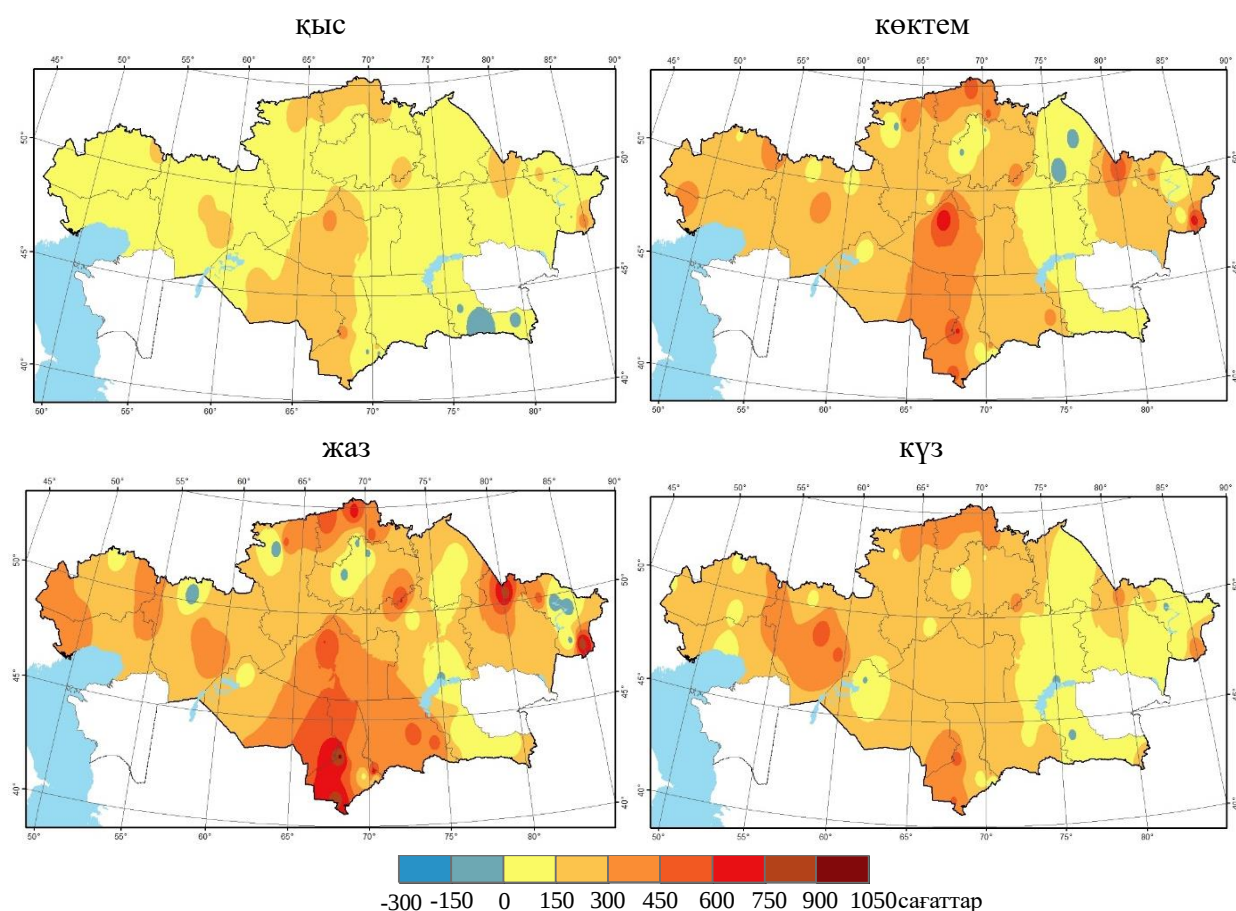
Қыс мезгілінде оң аномалиялар Шығыс Қазақстан облысының Зайсан (+372,8 сағат), Түркістан облысының Туркестан (+352,6 сағат) және Ұлытау облысының Улытау (+350,9 сағат) метеостанцияларында тіркелген. Ал елдің оңтүстік және оңтүстік-шығыс таулы аймақтарында теріс аномалиялар, яғни Алматы облысының Каменское плато (-35,6 сағат), Түркістан облысының Шуылдак (-28,1 сағат) және Алматы облысының Кыргызсай (-11,1 сағат) метеостанцияларында тіркелген, бұл аталған аймақтарда күн сәулесінің жетіспеушілігін көрсетеді.

Көктем мезгілі елдің басым бөлігінде күн сәулесі ұзақтығының тұрақты артуымен сипатталды. Ең жоғары көрсеткіштер Ұлытау облысының Улытау (+707,1 сағат), Шығыс Қазақстан облысының Зайсан (+673,2 сағат) және Түркістан облысының Туркестан (+619,0 сағат) метеостанцияларында байқалған. Бұл мезгілде теріс ауытқулар тек жекелеген метеостанцияларда, яғни Ақмола облысының Щучинск (-52,6 сағат), Қостанай облысының Рудный (-44,3 сағат) және Павлодар облысының Баянауыл (-33,4 сағат) метеостанцияларында тіркелген.

Жазда оңтүстік және шығыс аймақтарда күн сәулесінің көп мөлшері сақталады. Максималды оң аномалиялар +918,8 сағат Түркістан облысында (Туркестан), +878,7 сағат Шығыс Қазақстан облысында (Зайсан) және +818,5 сағат Абай облысында (Семипалатинск)

тіркелді. Алайда, елдің солтүстік бөлігінде айтарлықтай теріс ауытқулар, Ақмола облысының Щучинск (-159,6 сағат), Қостанай облысының Рудный (-129,9 сағат) және Шығыс Қазақстан облысының Селезнёвка (-118,4 сағат) метеостанцияларында байқалды.

Күзгі мезгілде қайтадан оңтүстік және батыс аймақтарда күн сәулесінің жалпы мөлшерінің артуы байқалды, оң аномалияның мәндері Ақтөбе облысының Эмба метеостанциясында +545,4 сағат, Түркістан облысының Туркестан метеостанциясында +521,3 сағат, Ақтөбе облысының Шалқар метеостанциясында +481,6 сағат құрады. Теріс аномалиялар Шығыс Қазақстан облысының Селезнёвка (-16,9 сағат), Алматы облысының Айдарлы (-12,8 сағат) және Қызылорда облысының Арал теңізі (-8,6 сағат) метеостанцияларында тіркелді.



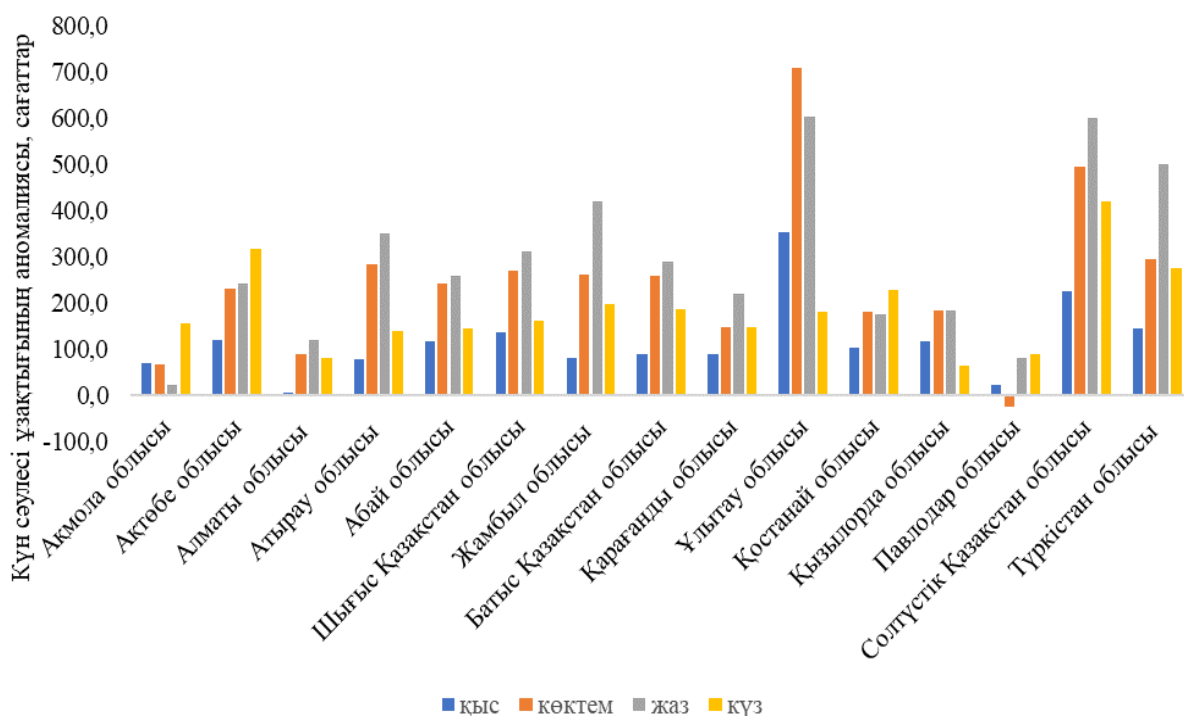
3.3-сурет – 2024 жылы күн сәулесі ұзақтығының мезгіл бойынша аномалиялары (Түссіз аймақтар – мониторинг деректері жоқ)

Қыс мезгілінде Қазақстанның көп облыстарында күн сәулесінің ұзақтығының аномалиялары оң мәнде болған (3.4-сурет). Қыста байқалған ең үлкен аномалиялар Ұлытау облысында (351,0 сағат) және Солтүстік Қазақстан облысында (223,6 сағат) тіркелген. Ал Алматы (5,5 сағат) және Павлодар (21,9 сағат) облыстарында қыс мезгілінің минималды аномалиялар мәндерін көрсеткен, бұл бұлттылықтың көп байқалғандығын немесе күн сәулесінің аз болуын көрсетеді.

Көктемгі аномалиялар қысқа қарағанда айтарлықтай артқан. Ең жоғары мәндер Ұлытау облысында (707,1 сағат), Солтүстік Қазақстан облысында (494,6 сағат) және Түркістан облысында (293,0 сағат) тіркелген. Кейбір өңірлерде, мысалы Павлодар облысында, тіпті теріс аномалиялар да байқалған (-26,5 сағат).

Жазғы аномалиялар көптеген өңірлерде ең жоғары мәндерді көрсеткен. Ұлытау облысы (602,1 сағат), Солтүстік Қазақстан облысы (598,8 сағат), Түркістан облысы (499,2 сағат) және Жамбыл облысы (419,3 сағат) ерекше жоғары көрсеткіштерімен ерекшеленген, бұл жаз айларында күн сәулесінің қарқынды болуын көрсетеді. Ал кейбір облыстарда, мысалы Ақмола (22,0 сағат) және Павлодар (79,4 сағат) облыстарында жазғы аномалиялар салыстырмалы түрде төмен, бұл жергілікті климат ерекшеліктерімен байланысты болуы мүмкін.

Күзгі аномалиялар көбіне көктемгі және жазғы көрсеткіштерге қарағанда төмен, бірақ әлі де көп облыстарда оң мәндер байқалған. Күзде ең жоғары мәндер Солтүстік Қазақстан облысында (420,2 сағат), Ақтөбе облысында (317,2 сағат), Түркістан облысында (274,5 сағат) және Қостанай облысында (227,4 сағат) тіркелген. Кейбір өңірлерде, мысалы Қызылорда және Алматы облыстарында, күзгі аномалиялар салыстырмалы түрде төмен, сәйкесінше 64,3 және 81,2 сағат болған.



3.4 сурет – 2024 жылы күн сәулесі ұзақтығы аномалияларының облыстар бойынша мезгілдік көрсеткіштері

3.3 Ашық және бұлтты күндер саны

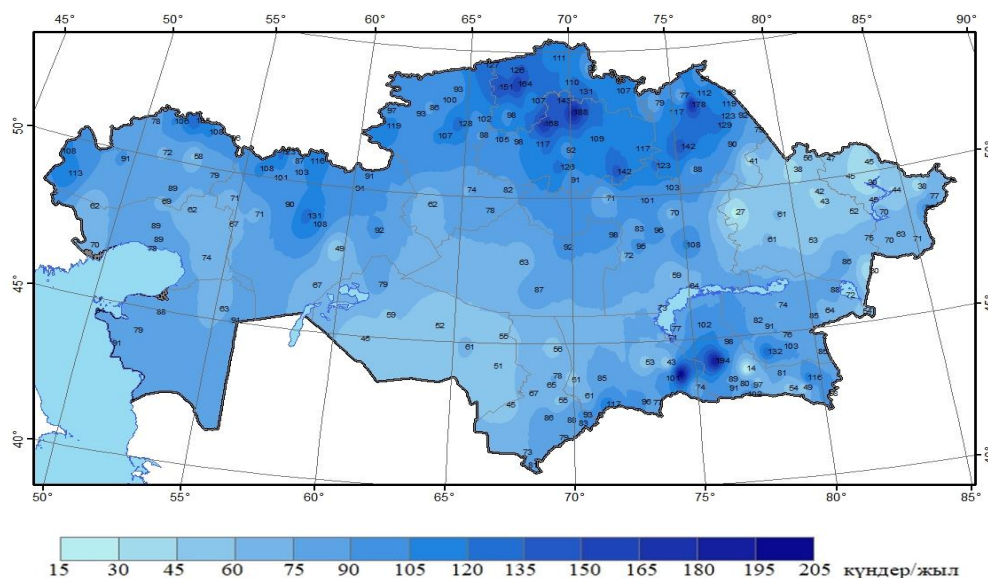
Ашық және бұлтты күндердің саны жыл бойы күн сәулесінің деңгейін және бұлттылық дәрежесін сипаттайтын маңызды климаттық көрсеткіш ыболып табылады.

Ашық және бұлтты күндердің саны өсімдіктердің фотосинтездік белсенділігіне, жарық күнінің ұзақтығы мен қолайлылығына, сондай-ақ күн энергиясын пайдаланатын қондырғылардың эффективтілігіне әсер етеді.

Қазақстан Республикасының аумағында жалпы бұлттылық бойынша ашық және бұлтты күндердің кеңістіктік таралуы карталар түрінде көрсетілген. Көрсеткіштер жыл ішіндегі күндер саны түрінде берілген.

Бұлтты күн – бұл күндізгі уақытта аспанды толық бұлт қабаты жапқан күн (3.5-сурет). Жалпы бұлттылық бойынша бұлтты күндердің саны Солтүстік Қазақстан, Ақмола және Павлодар облыстарында басым. Бір жыл ішіндегі бұлтты күндердің саны 80-нен 150 күнге дейін жетеді. Елдің орталық бөлігінде ашық күндердің саны 60 пен 90 күн аралығында өзгерген. Ал елдің оңтүстік және шығыс облыстарында жыл ішіндегі бұлтты күндердің саны 50-ден 70 күнге дейін байқалған.

2024 жылы ең көп бұлтты күндер саны Жамбыл облысының Шокпар метеостанциясында 206 күн тіркелген. Бұлтты күндердің саны солтүстіктен оңтүстікке және батыстан шығысқа қарай азайған. Дегенмен, биік таулы аймақтарда бұлтты күндердің саны артқан. Таулы өңірлерде ылғалды ауаның жоғары көтеріліп, биіктікте салқындауы нәтижесінде бұлттардың түзілуі жиі болғанын айтуға болады. Су айдындары, қалың өсімдіктер жамылғысы немесе жиі жауын-шашын түсетін ылғалды аймақтарда бұлттардың түзілуіне қолайлы жағдай қалыптасып, тиісінше бұлтты күндердің саны да артқанын көрсетеді. Ең аз бұлтты күндер Алматы облысының Капшағай метеостанциясында бар болғаны 14 күн байқалған.



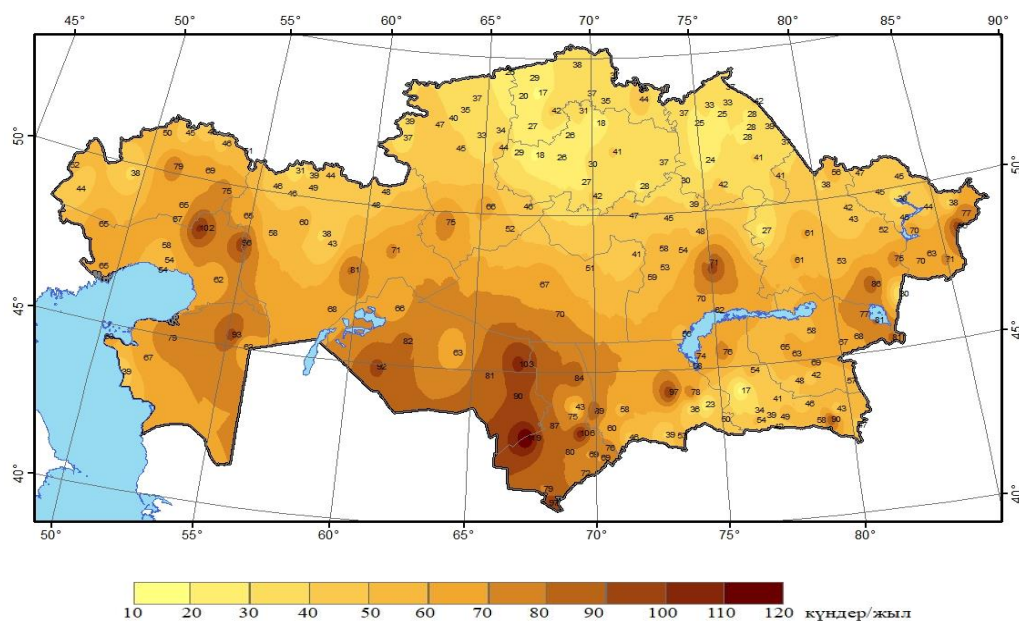
3.5-сурет – 2024 жылы бұлтты күндер саны

Ашық күн – бұл күн ішінде ауа райы негізінен ашық болып, айтарлықтай бұлттылық байқалмаған күн.

Жалпы бұлттылық бойынша жыл ішіндегі ашық күндердің саны елдің оңтүстік және батыс өңірлерінде айтарлықтай көп, әсіресе Түркістан және Қызылорда облыстарында. Бұл

өңірлерде ашық күндердің саны 60-тан 110 күнге дейін жетеді. Жазық және шөлді аймақтар құрғақ климаттың әсерінен бұлттылықтың аз болуымен сипатталады. Солтүстік және шығыс өңірлерде ашық күндердің саны 25-тен 80 күнге дейін өзгерген. Ал Қазақстан аумағының орталық бөлігінде ашық күндердің саны 40 пен 70 күн аралығында болған.

Ең көп ашық күндер саны (119 күн) Түркістан облысындағы Қызылқум метеостанциясында тіркелген (3.6-сурет). Ең аз ашық күндер Солтүстік Қазақстан (Сергеевка) және Алматы (Айдарлы) облыстарында байқалған, мұнда ашық күндер саны бар болғаны 17 күнді құраған.



3.6-сурет – 2024 жылы ашық күндер саны

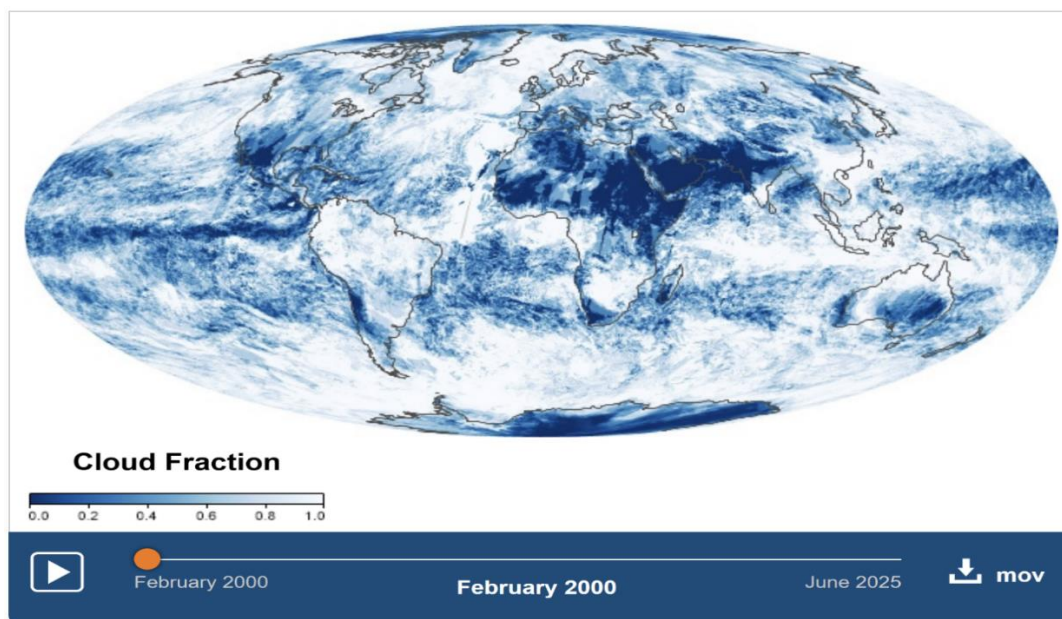
4 ЖЕРСЕРІК ДЕРЕКТЕРІ БОЙЫНША КҮН СӘУЛЕСІНІҢ ҰЗАҚТЫҒЫН БАҒАЛАУ

Қазақстан аумағындағы күн сәулесінің ұзақтығын өлшейтін жер беті бақылау желісі айтарлықтай шектеулі. Іс жүзінде 50-ден сәл ғана асатын өлшеу нүктелері бар, бұл Республика аумағының 2,7 млн км² жерінде осы параметрді дәл картаға түсіру үшін жеткіліксіз. Нүктелік өлшеулерді математикалық экстраполяциялау әдістері шектеулі өлшеу нүктелерінің деректерін тұрақты торға (картаның негізіне) қайта есептеу қарапайым функционалдық тәуелділіктерге негізделеді деп болжайды. Әдетте экстраполяция кезінде сызықтық заңдарды қолдануға болатындығы туралы жорамал пайдаланылады. Мұндай тәсіл аз жер бетіндегі ақпарат жағдайында кең аумақтардағы ауа райы-климаттық параметрлерді картаға түсіруге онша қолайлы емес. Бар деректер нүктелерінің арасындағы аймақтарда карталанатын параметрдің шекті ауытқуларын қалпына келтіру мүмкін емес. Нәтижесінде, жергілікті ауытқуды анықтау және картаға түсіру үшін ол кем дегенде бір жер беті станциясымен тіркелуі қажет.

Өкінішке орай, Қазақстан аумағында күн сәулесінің ұзақтығын тіркейтін метеостанциялар желісі тым сирек, сондықтан бұл мәселені тікелей жолмен қазіргі уақытта да, болашақта да шешу мүмкіндігі шектеулі. Күн сәулесінің ұзақтығын картаға дәл және егжей-тегжейлі түсіру үшін жалғыз жол – қосымша ақпаратты пайдалану, ол мүмкіндігінше тұрақты тордағы деректер түрінде, қолайлы уақыт аралығында болуы тиіс. Ең нақты нұсқа – жерсерік деректерді пайдалану.

Күн сәулесінің ұзақтығы айтарлықтай дәрежеде бұлттылыққа байланысты. Жерсеріктер оптикалық диапазонда зондтау кезінде бұлттылықты оңай тіркей алады. Бұлттардың болуы жер бетінің спектрлік сипаттамаларын елеулі түрде өзгертеді. Жерсеріктік деректердің ерекшелігі – ақпараттың сәттік (моменттік) сипаты. Жерсеріктің көрінісі – бұл орбиталық платформаның ұшу сәтінде жер бетінің спектрлік сипаттамаларының жағдайын бейнелеу. Сонымен қатар, күн сәулесінің белгілі бір нүктеде жер бетінде сәулелену уақыты мен сол нүктенің жерсеріктен бақылау кезінде бұлтпен жабылу деректері бірдей емес. Бірінші жағдайда бұлттылықпен бөгделмеген Күнге бағытталған уақытты білдіреді. Күннің көтерілу бұрышы мен бағыты күн ішінде заңдылықпен өзгереді – шығыстан шығудан батысқа батуына дейін. Жерсеріктер бұлттылықтың бар-жоғын жер бетінің нүктесінен жерсерікке қарай бағытта тіркейді. Бұл бұрыштар ұшу уақыты мен орбиталық платформаның траекториясы бағытымен анықталады. Жалпы алғанда, бұл бұрыштар Күннің аспандағы позициясымен байланысты емес.

Осылайша, бұлттылық сипаттамалары бойынша жерсеріктік деректер тек жанама түрде ғана күн сәулесінің ұзақтығына байланысты болады. Жерсеріктік деректердің ерекшелігі – олардың тұрақты деректер торы форматында ұсынылуында. Ең белгілі және стандартты жерсеріктік өнімдердің бірі, бұлттылық жағдайын сипаттайтын, NASA-ның «Cloud Fraction» өнімі болып табылады (4.1-сурет).



4.1-сурет – Cloud Fraction (бұлттылық үлесі) жаһандық картасының мысалы ⁴

Бұл өнім белгілі бір кеңістік-уақыттық таңдау бойынша бұлттылықтың үлесін көрсетеді. Өнім Aqua және Terra (MODIS сканері) жерсеріктерінің деректері негізінде жасалды, кеңістіктік өлшемі 1,0-ден 0,1 градусқа дейін (4.2-сурет).

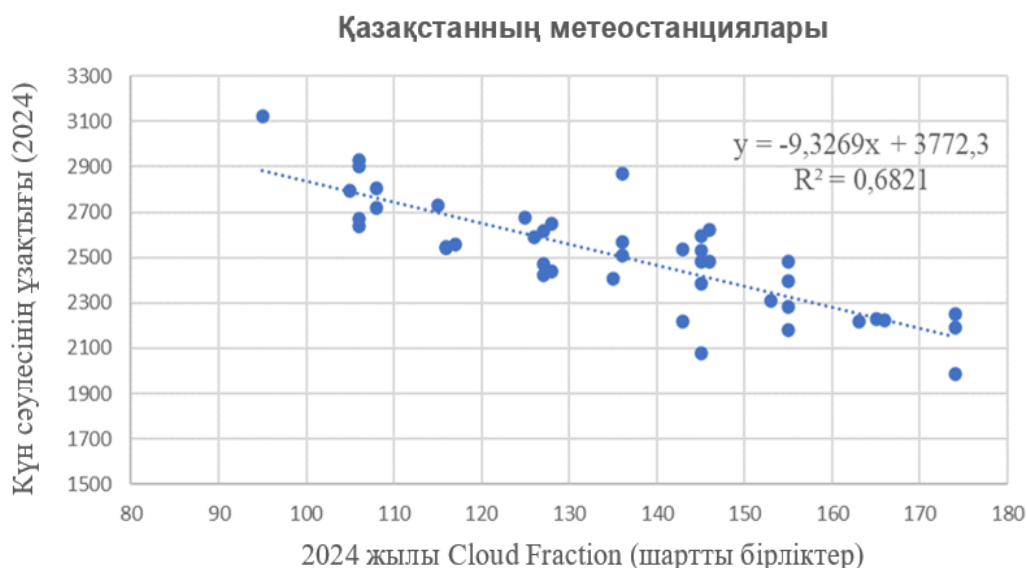


4.2-сурет – Көрсетілген ресурстан алынған орташа айлық Cloud Fraction өнімінің мысалы (маусым 2025 ж.)⁵

⁴ https://www.earthobservatory.nasa.gov/global-maps/MODAL2_M_CLD_FR

⁵ https://neo.gsfc.nasa.gov/view.php?datasetId=MODAL2_M_CLD_FR&date=2025-06-01

Жағдайды жеңілдету үшін 2024 жылға арналған жылдық деректер салыстырылды. Жер беті бақылау пункттеріндегі күн сәулесінің ұзақтығы бойынша деректер мен Cloud Fraction (Aqua) өнімінің орташа жылдық мәндері пайдаланылды. Есептеулерде Cloud Fraction бойынша айлық орташа мәндері қолданылып, олар орташа жылдық деңгейге дейін интеграцияланды. Күн сәулесінің ұзақтығы карталарын нақтылау мәселесінде қарастырылып отырған жерсеріктік өнімнің қолданылу дәрежесін осы параметрлер арасындағы эмпирикалық тәуелділік сипаттамалары (калибровка қисығы) арқылы бағалауға болады (4.3-сурет).



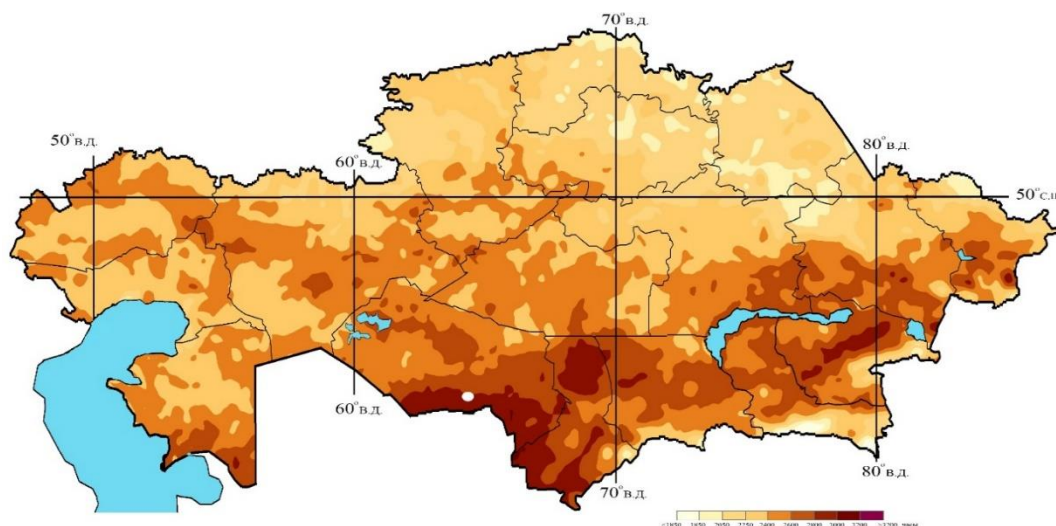
4.3-сурет – Жер беті және жерсеріктік деректер арасындағы калибровка қисығы.

Жер беті бақылау пункттеріндегі күн сәулесінің ұзақтығын 2024 жылы тіркеу деректері мен сол нүктелерге сәйкес жерсеріктен алынған бұлттылық үлесі деректерінің салыстырмалы деректері

Калибровка қисығы үшін сызықтық аппроксимациялау сенімділігі ($R^2 = 0,6821$) жеткілікті жоғары. Осы параметрлер арасында сенімді байланыс бар екеніне күмән жоқ. Дегенмен, мұндай сенімділік деңгейіндегі сызықтық аппроксимация теңдеуі барлық пикселдерге функционалдық тәуелділік ретінде қолданылмайды, себебі кездейсоқ, шуды компонент айтарлықтай үлкен. Қазақстан аумағында жылдық күн сәулесінің ұзақтығын картаға түсіру үшін Cloud Fraction параметрінің тұрақты матрицасын құру белгілі бір жалпылау арқылы жүзеге асырылды. Шуды азайту үшін Гаусс бойынша бұлыңғырлау әдісі (Гаусс функциясы арқылы кескінді жалпылау) қолданылды, одан кейін деректер кластеризацияланып, белгілі бір санға дейін қосымша жалпылау жасалды. Осындай тәсілмен алынған Cloud Fraction тұрақты матрицасы 2024 жылғы жер беті деректерін аппроксималау үшін қолданылып, сәйкес карта құрылды (4.4-сурет).

Бұл карта Қазақстан аумағындағы күн сәулесінің ұзақтығының кеңістіктік таралуын көрсетеді, мұнда ашық түстер Күн сәулесінің ұзақтығының көбірек екенін, ал қараңғы түстер оның аз екенін білдіреді. Жерсеріктік деректерге сәйкес, Күн сәулесінің ең ұзақ

уақытқа созылуы елдің оңтүстік және оңтүстік-шығыс өңірлерінде, Қызылорда, Түркістан, Жамбыл облыстарында және Жетісу аймағында, сондай-ақ Шығыс Қазақстан облысының және Абай облысының кейбір аудандарында байқалған. Ең төменгі мәндер Солтүстік және Солтүстік-Шығыс Қазақстан аймақтарында, яғни Солтүстік Қазақстан, Ақмола, Павлодар облыстарында және Абай облысының солтүстігінде байқалған.



4.4-сурет – 2024 жылғы күн сәулесінің ұзақтығы картосхемасы. Жер беті және жерсеріктік деректер (Cloud Fraction / NASA, өлшемі 0,1 градус) негізінде құрылды.

Жер беті бақылауларына негізделген картамен салыстырғанда (3.1-сурет), бұл карта күн сәулесінің кеңістіктік таралуы бойынша жалпы сәйкестікті көрсетеді: жерсеріктік және жер беті деректер оңтүстік өңірлерде күндізгі ауа райының басым екенін, ал солтүстік және таулы аудандарда салыстырмалы түрде төмен мәндерді көрсететті.

Алайда кейбір айырмашылықтарды да байқауға болады. Жерсеріктік деректер (4.4-сурет) өңірлер арасындағы контрасттарды сәл айқынырақ көрсетеді және, әдетте, жер беті өлшеулеріне қарағанда мәндерді сәл төмен бағалаған, әсіресе батыс өңірлерде. Бұл Cloud Fraction өніміндегі бұлттылықты интерпретациялаудың ерекшеліктерімен, сондай-ақ уақыттық ажыратымдылық пен есептеу әдістеріндегі айырмашылықтармен байланысты болуы мүмкін.

Осылайша, екі карта да 2024 жылы Қазақстан аумағында күн сәулесінің таралуының ұқсас заңдылықтарын көрсетеді, бұл алынған нәтижелердің сенімділігін растайды. Жерсеріктік деректер кеңістіктік тұрғыдан егжей-тегжейлі көрініс ұсынса, жер беті деректері күн сәулесінің ұзақтығының абсолюттік мәндерін дәлірек бағалауға мүмкіндік береді.

Бюллетень «Қазгидромет» РМК Ғылыми зерттеу орталығының
Метеорологиялық зерттеу және есептеу басқармасында дайындалды.
Мекен-жай: 010000, Қазақстан Республикасы, Астана қ., Мәңгілік ел 11/1
Тел. +7 (7172) 79-83-03
e-mail: info@meteo.kz

Бюллетендегі мәліметтер қолданылған жағдайда «Қазгидромет» РМК сілтеме жасалуы тиіс.