



МИНИСТЕРСТВО
ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РЕСПУБЛИКАНСКОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«КАЗГИДРОМЕТ»



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР

ЕЖЕГОДНЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН ЗА 2024 ГОД



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

АСТАНА, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОПИСАНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ	4
2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ	7
3. ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ	9
3.1 Продолжительность солнечного сияния по территории Казахстана за 2024 год	9
3.2 Аномалии продолжительности солнечного сияния	10
3.3 Количество солнечных и пасмурных дней	13
4. ОЦЕНКИ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ	16

КРАТКОЕ РЕЗЮМЕ

Режим продолжительности солнечного сияния



- Продолжительность солнечного сияния в 2024 году по Казахстану колебалась от около 1980 до 3120 часов в год. Наибольшие значения наблюдались в южных и западных регионах, минимальные – на севере, востоке и в горных районах.
- Годовые аномалии колебались от +744 до - 347 часов: положительные аномалии преобладали на юге и западе, отрицательные – на севере, востоке и в горах.
- Сезонные колебания характеризовались частично положительными аномалиями зимой, максимальным ростом солнечного сияния весной, экстремальными значениями на юге летом и умеренным увеличением осенью.



Количество пасмурных и ясных дней

- В 2024 году число пасмурных дней составляло 50-150, ясных – 17-119. Север и восток страны отличались более облачной погодой, юг и запад – преимущественно ясными днями.
- Наибольшее количество пасмурных дней наблюдалось в северных и горных районах, минимальное – на южных и западных равнинах.
- Ясные дни преобладали на юге, особенно в равнинных и пустынных районах, и были редкими на севере, востоке и в горных областях.



Спутниковый анализ продолжительности солнечного сияния

- Для повышения детализации карт продолжительности солнечного сияния использовались спутниковые данные. Анализ показал общую закономерность: максимальная инсоляция наблюдалась на юге и юго-востоке, минимальная – на севере и в горных районах. Спутниковые данные обеспечивают более детализированное пространственное распределение, тогда как наземные наблюдения дают точную оценку абсолютных значений солнечного сияния.

ВВЕДЕНИЕ

Солнце – главный источник энергии для всех природных процессов на Земле. Энергия, поступающая из недр планеты или от других звёзд, по сравнению с солнечной – ничтожна. Именно Солнце определяет климат, погоду и многое другое на нашей планете.

Под продолжительностью солнечного сияния понимается суммарное время, в течение которого солнечные лучи непосредственно достигают поверхности Земли и не затенены плотными облаками.

В последние десятилетия климат претерпел значительные изменения, а зависимость различных отраслей экономики от климатических условий заметно возросла. В связи с этим возникла острая необходимость в более тщательном и постоянном мониторинге компонентов климатической системы, обеспечивающем надёжную и своевременную информацию для принятия решений в разных сферах деятельности.

Продолжительность солнечного сияния – один из ключевых климатических показателей, играющий важную роль в различных сферах жизни и экономики, особенно в сельском хозяйстве, энергетике и транспорте.

В аграрном секторе оно определяет фотосинтез, продолжительность вегетационного периода, сроки посева и урожайность, помогая планировать посевы и выбирать подходящие культуры. В энергетике длительность солнечного света влияет на расчёт мощности и эффективности солнечных электростанций, а также на окупаемость инвестиций. В транспортной сфере солнечное сияние важно для видимости, освещённости дорог и аэродромов, а также для работы солнечных систем зарядки. Кроме того, оно играет роль в здравоохранении, архитектуре, климатологии и туризме, что делает солнечное сияние важным ресурсом для экономики и качества жизни населения.

Данные о продолжительности солнечного сияния важны для эффективного использования природных ресурсов и минимизации климатических и экономических рисков. Они помогают оптимизировать сельское хозяйство, повысить эффективность солнечной энергетики, обеспечить безопасность транспорта и улучшить условия в градостроительстве, здравоохранении и туризме. Надёжная информация о солнечном освещении – основа для устойчивого развития и взвешенных решений во многих сферах жизни и экономики.

В данном выпуске рассматриваются особенности продолжительности солнечного сияния, его пространственное распределение по регионам Казахстана, а также сезонные различия и динамика изменений в течение года. Приведены данные, позволяющие оценить вариации солнечного сияния на отдельных территориях и выявить характерные закономерности по сезонам.

Ответственный за выпуск: начальник Управления метеорологических исследований и расчетов Жездибаева Б.Т. В подготовке бюллетеня также принимали участие: ведущие научные сотрудники к.т.н Терехов А.Г., Әбілқаді А.Ә., Смагулова А.Б. и Жаксыбаева А.Е.

1 ОПИСАНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ

Положение Казахстана в умеренных широтах ($40-55^{\circ}$ с.ш.), а также небольшая в среднем величина покрытия неба общей и особенно нижней облачностью определяет высокие значения притока солнечной радиации на его территорию. Значительное количество света и величины инсоляции, получаемые Казахстаном, находят свое отражение в количественных характеристиках продолжительности солнечного сияния. Полуденные высоты солнца, характеризующие возможную интенсивность радиации и продолжительность дня, в летнее время достигают наибольших значений.

Фактическая длительность солнечного сияния определяется, кроме астрономических факторов, режимом облачности, в известной степени отражающим развитие циркуляционных процессов. Циркуляция больших масштабов, а также влияние рельефа местности приводят к тому, что облачные системы наиболее вероятны в северных районах республики и на крайнем юго-востоке, где существенное влияние оказывают горы. В соответствии с этим среднее годовое число часов солнечного сияния, сравнительно небольшое на севере и в предгорьях Заилийского Алатау (приблизительно 2000 часов), достигает больших значений к югу Казахстана: Бетпак-Дала – 2936, Шымкент – 2892 часа. Столь высокие значения вызваны особенностями облакообразования в центральных и южных пустынных районах республики. Раскаленные солнцем громадные пустыни Средней Азии и Казахстана создают условия для образования интенсивных конвективных токов воздуха, вследствие которых уровень конденсации водяных паров приподнимается здесь значительно выше, чем в других районах Казахстана. В результате этого конвективные формы облачности располагаются сравнительно высоко, развитие их ведет к образованию тонких перистых облаков. Таким образом, получается, что в летние месяцы пустынные районы и юг Казахстана получают прямую солнечную радиацию в течение почти всего светлого времени суток. Распределение величин средней продолжительности сияния отнюдь не следует географическому распределению станции. Так, район Костаная (5,5 часа) имеет одинаковое число часов сияния с районом Алматы (5,6 часа). В летнее время южные станции, где световой день значительно короче по сравнению с северными, характеризуются значительно большей продолжительностью солнечного сияния. Средний максимум приходится на пустынные местности Бетпак-Дала и Туркестанскую область, где он составляет 12,6 часа в день. Следует отметить, что на большей части республики максимум солнечного сияния приходится на месяц летнего солнцестояния – июнь, реже на июль. На указанные районы приходятся и наибольшие значения средней продолжительности сияния (7,9-8 часов). Однако, если рассматривать величины продолжительности солнечного сияния по грациям (не менее 8, 6 или 4 часов в день), что представляет интерес для рационального размещения тех или иных гелиотехнических установок, работающих лишь при определенной длительности сияния, то выявляются некоторые новые возможности. Действительно, в Казахстане имеются обширные территории, где солнечное сияние в течение 8 часов и более имеет место 6 месяцев подряд.

Это за малым исключением, районы, расположенные южнее линии Атырау – Бетпак-Дала – Зайсан. Продолжительность солнечного сияния на таких станциях как Бетпак-Дала, Шымкент, в летние месяцы составляет 83-96% от возможного. Таким образом, указанные районы Казахстана являются весьма перспективными для развития гелиотехники.

Количество ясных и пасмурных дней. К ясным и пасмурным дням относятся дни с суммой баллов облачности за все сроки наблюдений меньше или больше определенного критического числа. Чаще всего это дни когда круглые сутки удерживается ясная или пасмурная погода.

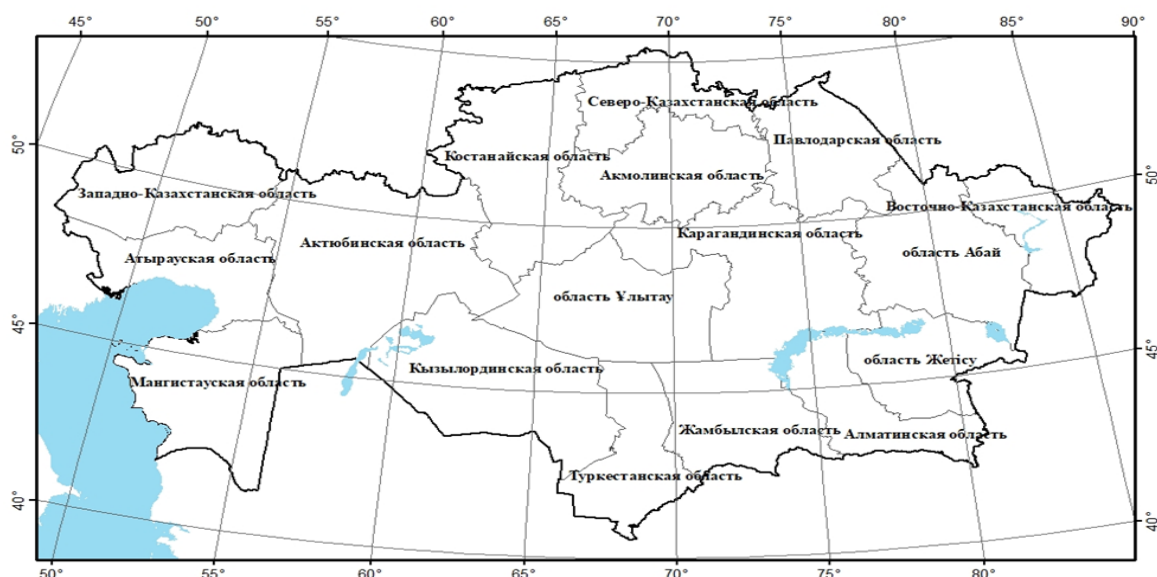
Число ясных дней по общей облачности. В зимнее время количество ясных дней по общей облачности оказывается наибольшим в восточной части Казахстана и достигает 10-12 дней в месяц. На западе Казахстана в это время безоблачных дней бывает около 4-6. Начиная с мая наибольшее количество ясных дней наблюдается в южной части республики. В июле – сентябре оно достигает здесь 20-25 дней в месяц (даже по общей облачности). Даже в октябре и ноябре число ясных дней на юге и юго-востоке остается максимальным и достигает 15, затем 10 дней. Зимний режим здесь устанавливается в декабре.

Число пасмурных дней по нижней облачности. Как это следует, из режима ясных дней, наибольшее число пасмурных дней зимой наблюдается на западе Казахстана – от 5 до 10 дней в месяц. На востоке пасмурных дней зимой бывает не более 5-7, а концу зимы не более 3. Наибольшее количество пасмурных дней в период с мая по октябрь отмечается на севере и востоке Казахстана – до 4-5 дней. На юге в летнее время пасмурных дней бывает не более 1-2, а в период июнь-сентябрь не более одного.

Число ясных дней по общей облачности за год достигает 160 на юге, в то время как на севере оно равно лишь 40. Пасмурных дней с нижней облачностью больше всего оказывается на севере – до 60, меньше всего, однако не на юге, а в Балхашской впадине – 10 и менее. Очевидно, на юге, где пасмурных дней за год бывает 25-30, в зимнее время часты процессы адвекции теплых воздушных масс, обуславливающие возникновение туманов и низкой облачности слоистых форм. Районы озера Балхаш не захватываются такого рода процессами, но не лежат также и на пути циклонов, которые проходят либо южнее, в предгорьях, либо севернее¹.

Административно-территориальные области Казахстана отображены ниже на карте.

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



Карта-схема административно-территориальных областей Республики Казахстан

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Термин «солнечное сияние» связан с яркостью солнечного диска, превышающей фон диффузного свечения неба, или, что лучше видно невооруженным глазом, с появлением теней позади освещенных объектов.

Продолжительность солнечного сияния определяется как сумма времени, в течение которого значение прямой солнечной радиации превышает $120 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. Физическая продолжительность солнечного сияния является временной характеристикой. В качестве единиц измерения используются секунды или часы. Для климатологических целей используются такие термины как «часы в день» или «число часов солнечного сияния в течение дня», а также процент – для определения «относительной продолжительности солнечного сияния в течение дня», когда может быть связана с максимально возможной продолжительностью солнечного сияния. Для её определения используется специальное устройство – гелиограф, регистрирующий моменты, когда солнечные лучи имеют достаточную силу для прожога ленты, размещённой в фокусе шаровой стеклянной линзы.²

Гелиограф состоит из чугунной подставки, на которой закреплён стеклянный шар. В фокусе шара устанавливается специальная лента, регистрирующая продолжительность солнечного сияния. Устройство ориентируют в соответствии с географической широтой местности и сторонами света. Гелиограф стоит неподвижно, а солнце перемещается по небосводу, и его лучи, пройдя через стеклянный шар, оставляют на ленте черную прорезь прожога - дымящийся след своего движения по небу с момента восхода до заката. Если солнце сияет весь день без перерыва, число часов солнечного сияния в ясные дни

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

практически совпадает с продолжительностью светового дня. Но если хоть на десять минут меркло солнце, закрытое набежавшими облаками, прожог на ленте гелиографа прерывается. Величина продолжительности солнечного сияния изменяется в зависимости от географической широты и от условий циркуляции атмосферы. Смена воздушных масс, а вместе с ней облачности и степени прозрачности атмосферы то приближает реально наблюдающуюся продолжительность сияния солнца к возможной при идеальных условиях величине, то удаляет от нее.

Прибор размещают на открытом участке, вдали от деревьев, зданий и других объектов, которые могут создавать тень в течение дня. Ось гелиографа направляют на юг (в Северном полушарии), что позволяет точно отслеживать движение солнца по небосводу. Сам прибор надёжно закрепляется на устойчивом основании, чтобы избежать смещений и вибраций. Высота установки обычно составляет около полутора метров над поверхностью земли. Для получения точных данных регулярно проверяется корректность ориентации прибора и состояние регистрирующей ленты.³

В анализ были включены данные с 55 метеостанций сети РГП «Казгидромет», на которых проводятся регулярные актинометрические наблюдения.

Исходными данными для подготовки анализа продолжительности солнечного сияния является база данных, которая включает:

- 1) ряды среднемесячных продолжительностей солнечного сияния в часах, при этом 43 метеостанции имеют данные с 1977 года, 12 метеостанции начали наблюдения в разные периоды.
- 2) ряды числа дней с ясными и пасмурными днями по 204 метеостанциям сети РГП «Казгидромет».

Для каждой станции рассчитывались аномалии месячных сумм продолжительности солнечного сияния – отклонения от норм. В качестве норм используются средние многолетние значения продолжительности солнечного сияния за период 1991-2020 гг.

Временные ряды аномалий рассматриваемых величин усреднены по территории Казахстана по 15 административно-территориальным областям, по области Жетісу и Мангистауской области за 2024 год наблюдений по продолжительности солнечного сияния не производились.

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

3 ОСОБЕННОСТИ РЕЖИМА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ

3.1 Продолжительность солнечного сияния по территории Казахстана за 2024 год

Пространственное распределение продолжительности солнечного сияния за 2024 год по регионам Казахстана колебалась от 1984 часа до 3125 часов (рисунок 3.1). Самые высокие показатели были отмечены на юге страны на метеостанциях Туркестан Туркестанской области (3125 часов), Аральское море Кызылординской области (2932 часа) и Тайпак Западно-Казахстанской области (2903 часа), что связано с их более сухим климатом.

Центральные районы, северо-запад и восток Казахстана показали средние значения продолжительности солнечного сияния в пределах от 2400 до 2600 часов в год.

Минимальные значения продолжительности солнечного сияния зафиксированы на метеостанциях Шуылдак Туркестанской области (1984 часов), Актобе Актюбинской области (2079 часов) и Павлодар Павлодарской области (2181 часов), что свидетельствует о сравнительно низкой солнечной активности, характерной для северных и предгорных районов страны.

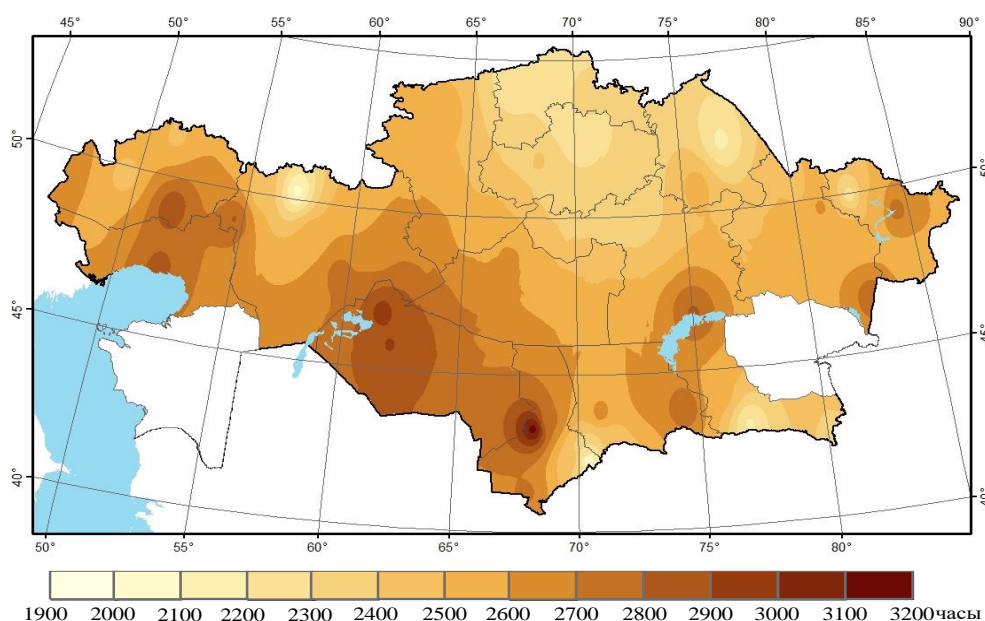


Рисунок 3.1 – Продолжительность солнечного сияния за 2024 г. (без цвета - нет данные мониторинга)

Годовая суммарная продолжительность солнечного сияния по областям страны колебалась от 2278 часов в Акмолинской области до 2918 часов в Кызылординской области (таблица 3.1). Южные и западные регионы, такие как Кызылординская, Атырауская и Жамбылская области, получают больше солнечного света в течение года по сравнению с северными, например Акмолинской и Северо-Казахстанской областями.

Летом Максимальные значения продолжительности солнечного сияния наблюдались в летние месяцы – с мая по август. В июле, например, в Атырауской области продолжительность солнечного сияния достигала 397 часов.

Зимой, особенно в декабре и январе, продолжительность солнечного сияния значительно снижается из-за сокращения светового дня и увеличения облачности. В декабре в Акмолинской области фиксируется всего 34 часа солнечного света.

Данные по месяцам дают географическую и сезонную неоднородность солнечной радиации: юг и юго-запад страны обладают высокой солнечной активностью, а север и северо-восток – более низкой.

Таблица 3.1 – Продолжительность солнечного сияния по месяцам за 2024 год

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

3.2 Аномалии продолжительности солнечного сияния

Аномалии продолжительности солнечного сияния в различных регионах Казахстана показали значительные пространственные различия. Максимальные аномалии достигали +744,4 часа и зарегистрированы на метеостанции Новый Уштоган Атырауской области. В то время как минимальные значения аномалий наблюдались на метеостанции Усть-Каменогорск Восточно-Казахстанской области и составили -347,5 часа (рисунок 3.2).

Западный и южные регионы Казахстана – метеостанции, как Туркестан Туркестанской области, Атырау Атырауской области, Тайпак и Чингирлау Западно-Казахстанской области – показали устойчивые положительные аномалии

продолжительности солнечного сияния. Значения положительных аномалии колебались в пределах от +580 часов до +730 часов.

Отрицательные аномалии продолжительности солнечного сияния наблюдались на севере и востоке страны, а также в горных районах юга, включая метеостанции Зайсан Восточно-казахстанской области, Семипалатинск области Абай, Шуылдак Туркестанской области, Бурабай Актюбинской области и Балкаш Карагандинской области. Значения аномалий здесь колебались в диапазоне от -170 часов до -300 часов.

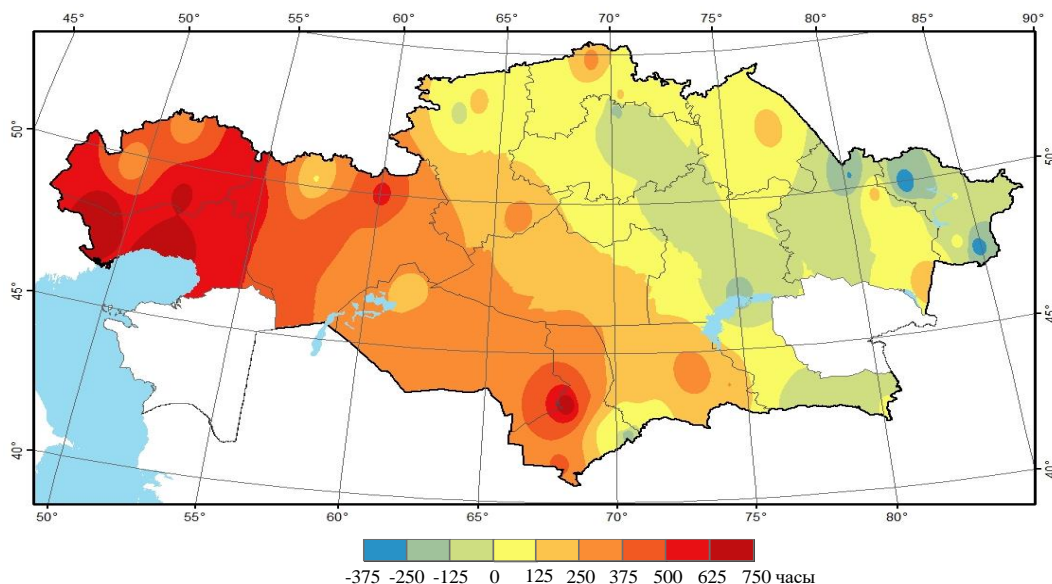


Рисунок 3.2 – Аномалии среднегодовой продолжительности солнечного сияния в 2024 г.
(без цвета - нет данные мониторинга)

Следует отметить, что во все сезоны на большей части территории Республики Казахстан отмечались положительные аномалии, лишь в отдельных пунктах наблюдались отрицательные аномалии (рисунок 3.3)

В зимний период положительные аномалии отмечались на метеостанциях Зайсан (+372,8 часа) Восточно-Казахстанской области, Туркестан (+352,6 часа) Туркестанской области и (Ұлытау +350,9 часа) области Ұлытау. А в горных регионах юга и юго-востока страны зафиксировались отрицательные аномалии, на метеостанциях Каменское Плато (-35,6 часа) Алматинской области, Шуылдак Туркестанской области (-28,1 часа) и Кыргызсай Алматинской области (11,1 часа), что свидетельствует о дефиците солнечного света в этих районах.

Весна характеризуется наиболее устойчивым увеличением продолжительности солнечного сияния практически на всей территории страны. Особенно высокие значения наблюдались на метеостанциях Улытау (+707,1 часа) области Ұлытау, Зайсан (+673,2 часа) Восточно-Казахстанской области, Туркестан (+619,0 часа) Туркестанской области. Отрицательные аномалии в это время года отмечаются лишь в отдельных метеостанциях, таких как Щучинск (-52,6 часа) Актюбинской области, Рудный (-44,3 часа) Костанайской области и Баянауыл (-33,4 часа) Павлодарской области.

Летом в южных и восточных регионах сохраняется избыточное количество солнечного света. Максимальные положительные аномалии составили +918,8 часа в Туркестанской (Туркестан), +878,7 часа в Восточно-Казахстанской (Зайсан) областях и +818,5 часа в области Абай (Семипалатинск). Однако в северной части страны зафиксированы значительные отрицательные значения, -159,6 часа в Акмолинской (Щучинск), -129,9 часа в Костанайской (Рудный) и -118,4 часа в Восточно-Казахстанской областях (Селезнёвка).

Осенний сезон вновь показывал общее увеличение инсоляции в южных и западных районах, на метеостанциях Эмба Актыубинской области положительная аномалия составила +545,4 часа, Туркестан Туркестанской области +521,3 часа, Шалкар Актыубинской области +481,6 часов. Отрицательные отклонения наблюдались на метеостанциях Селезнёвка в Восточно-Казахстанской, (-16,9 часа), Айдарлы Алматинской (-12,8 часа) и Аральское море Кызылординской области (-8,6 часа).

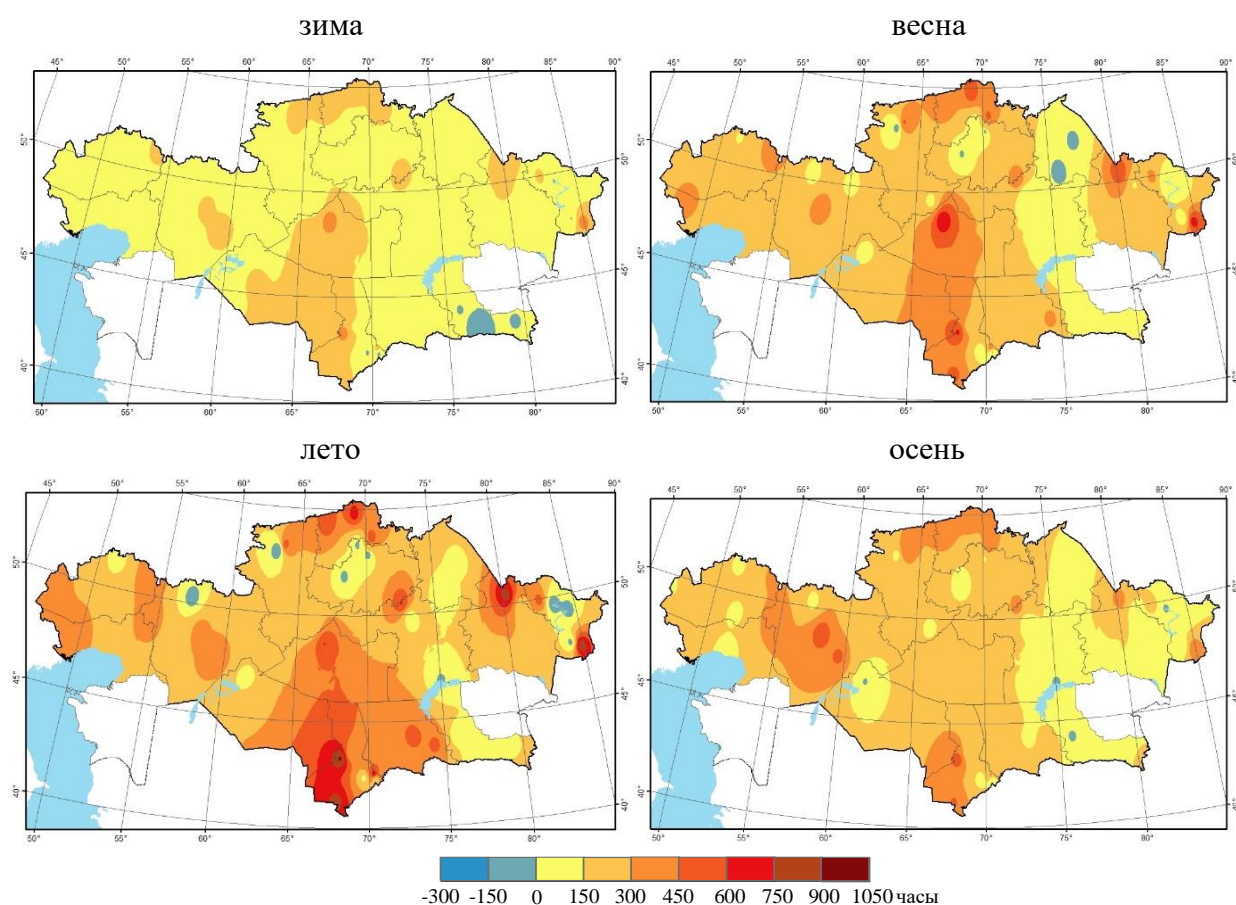


Рисунок 3.3 – Аномалии продолжительности солнечного сияния по сезонам за 2024 г. .
(без цвета - нет данные мониторинга)

В зимний период аномалии продолжительности солнечного сияния в большинстве областей Казахстана положительные (рисунок 3.4). Наибольшие зимние аномалии наблюдались в области Ылытау (351,0 часа) и в Северо-Казахстанской области (223,6 часа).

В то же время Алматинская (5,5 часа) и Павлодарская (21,9 часа) области показали минимальные зимние аномалии, что может говорить о большей облачности или меньшем количестве солнечного света в этом сезоне.

Весенние аномалии существенно возрастают по сравнению с зимой. Самые высокие значения наблюдались в области Ұлытау (707,1 часа), Северо-Казахстанской (494,6 часа) и Туркестанской области (293,0 часа). Отдельные регионы, такие как Павлодарская область, имели даже отрицательные аномалии (-26,5 часа).

Летние аномалии показали максимальные значения в большинстве регионов. Область Ұлытау (602,1 часа), Северо-Казахстанская (598,8 часа), Туркестанская (499,2 часа) и Жамбылская (419,3 часа) области выделялись особенно высокими показателями, что отражает интенсивное солнечное сияние в летние месяцы. В то же время, в некоторых областях, например Акмолинской (22,0 часа) и Павлодарской (79,4 часа), летние аномалии сравнительно низкие, что может объясняться особенностями местного климата.

Осенние аномалии, как правило, ниже, чем весенние и летние, но все еще оставались положительными в большинстве областей. Наибольшие значения осенью были зафиксированы в Северо-Казахстанской (420,2 часа), Актюбинской (317,2 часа), Туркестанской (274,5 часа) и Костанайской областях (227,4 часа). В ряде регионов, таких как Кызылординская и Алматинская области, осенние аномалии оказались сравнительно низкими – соответственно 64,3 и 81,2 часа.

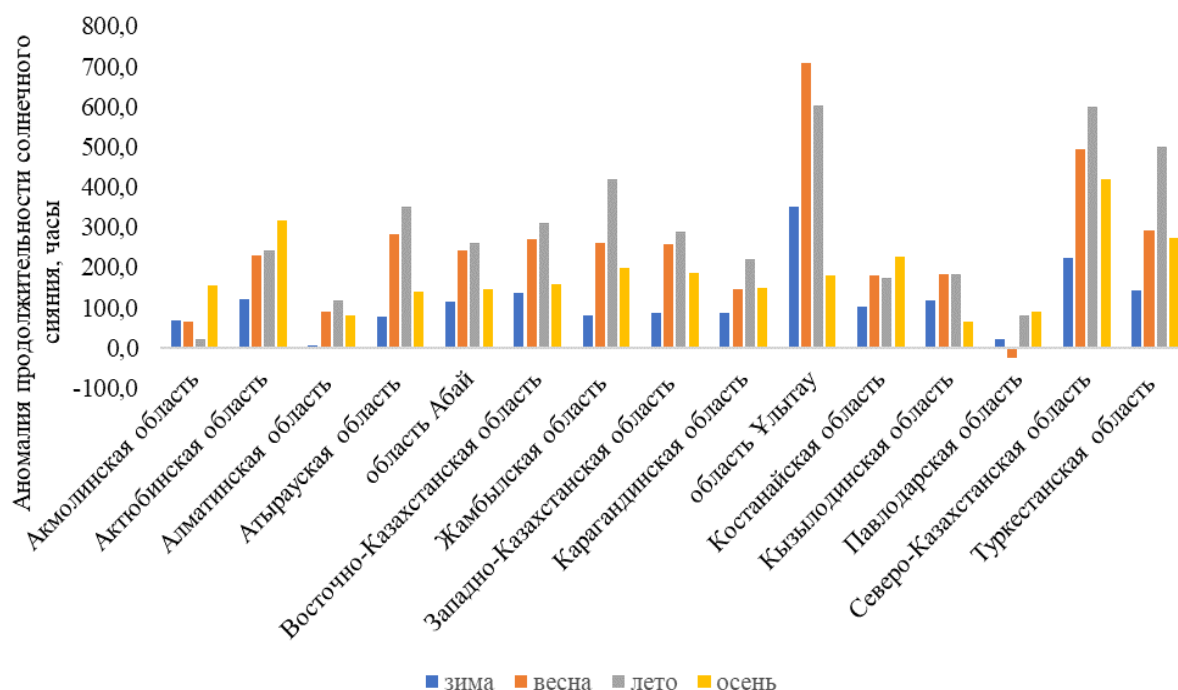


Рисунок 3.4 – Сезонные показатели аномалии продолжительности солнечного сияния по областям за 2024 г.

3.3 Количество солнечных и пасмурных дней

Количество солнечных и пасмурных дней является важной климатической характеристикой, отражающей уровень солнечного освещения и степень облачности в течение года. Число ясных и пасмурных дней влияет на фотосинтетическую активность растений, продолжительность и комфортность светового дня, а также на эффективность использования солнечных установок.

Пространственное распределение количества солнечных и пасмурных дней по общей облачности на территории Республики Казахстан представлены в виде карт. Значения представлены в виде количества дней в году.

Пасмурный день определяется как день, в течение которого в светлое время суток наблюдалась сплошная облачность (рисунок 3.5). Количества пасмурных дней по общей облачности преобладает в Северо-Казахстанской, Акмолинской, Павлодарской областях. Количество пасмурных дней за год занимает от 80 до 150. В центральной части страны количество ясных дней колеблется от 60 до 90. В южных и восточных областях страны количество пасмурных дней за год от 50 до 70.

Максимальное количество пасмурных дней в 2024 году отмечалось на метеостанции Шокпар в Жамбылской области, 206 дней. Число пасмурных дней уменьшается по направлению с севера на юг и с запада на восток. За исключением возвышенных территорий, где количество пасмурных дней также растет. Горные районы наиболее подвержены к образованию облаков благодаря подъему влажного воздуха и его охлаждения на высоте. Влажные регионы с водоёмами, густой растительностью или частыми осадками способствуют образованию облаков, а значит – большему числу пасмурных дней. Наименьшее количество пасмурных дней наблюдалось на метеостанции Капшагай Алматинской области, всего 14 пасмурных дней.

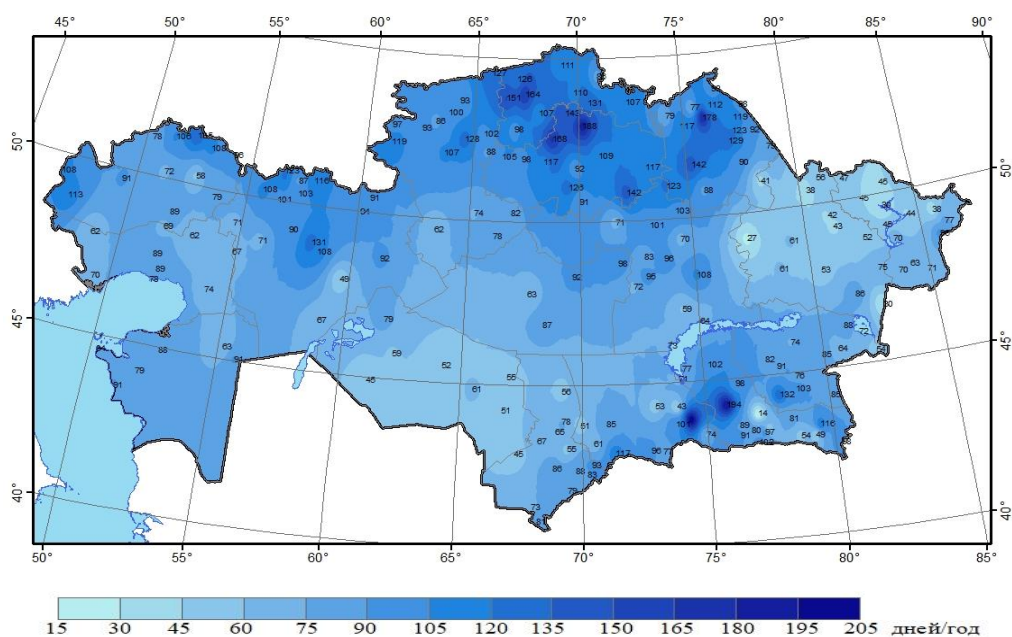


Рисунок 3.5 – Число пасмурных дней за 2024 г.

Ясный день определяется как день, в течение которого погода была преимущественно ясной, без существенных облаков.

Число ясных дней по общей облачности в году заметно больше в южных и западных регионах страны. Особенно в Туркестанской и Кызылординской областях. Число ясных дней в этих регионах составляет от 60 до 110. Равнинные и пустынные территории характеризуются наименьшей облачностью за счет сухого климата. В северных и восточных регионах число ясных дней колеблется в диапазоне от 25 до 80. На территории центрального Казахстана число ясных дней колеблется от 40 до 70.

Максимальное число ясных дней (119 дней) было зафиксировано на метеостанции Кызылкум в Туркестанской области (рисунок 3.6). Минимальное количество ясных дней было зафиксировано в Северо-Казахстанской и Алматинской областях, на метеостанциях Сергеевка и Айдарлы, где число ясных дней составила всего 17 дней.

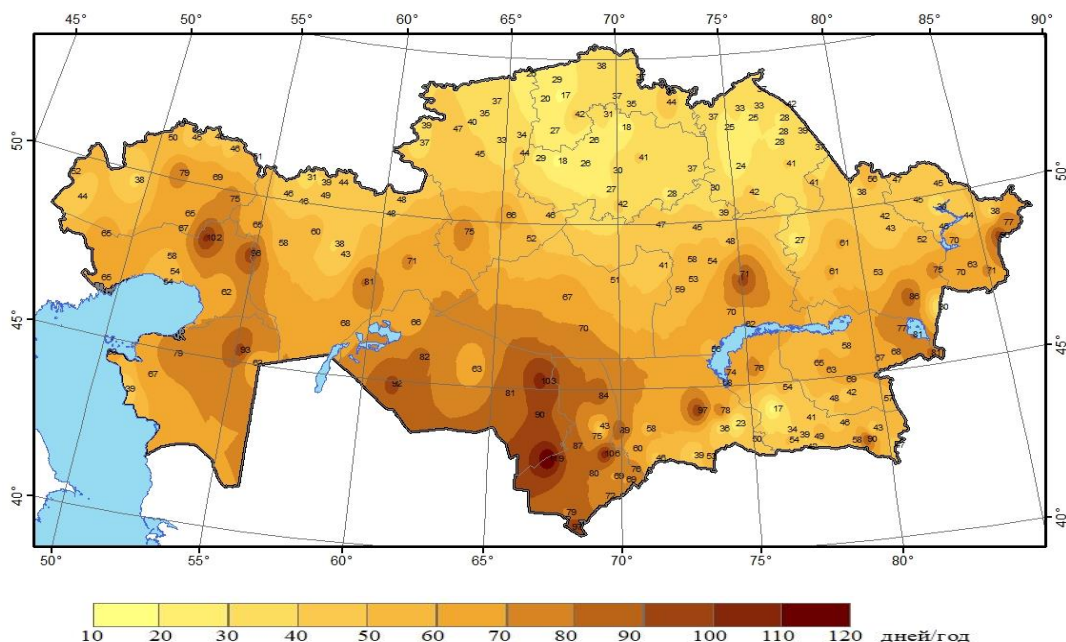


Рисунок 3.6 – Число ясных дней за 2024 г.

4 ОЦЕНКА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОГО СИЯНИЯ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Наземная измерительная сеть продолжительности солнечного сияния на территории Казахстана весьма ограничена. Практически имеется чуть больше 50 точек измерения, что недостаточно для обеспечения корректного картирования этого параметра для 2,7 млн. км. территории Республики. Математические методы экстраполяции точечных измерений предполагают, что пересчет ограниченного набора точечных измерений на регулярную сетку данных (основ карты) базируется на простых функциональных зависимостях. Как правило, используется предположение о применимости линейных законов при экстраполяции. Такой подход слабо подходит к картированию погодно-климатических параметров обширных территорий в условиях малых объемов наземной информации. Экстремальные отклонения картируемого параметра в зонах между имеющимися точечными наземными измерениями не могут быть восстановлены. В результате для обнаружения и картирования локального выброса необходимо, чтобы он был зарегистрирован, хотя бы одной станцией в составе наземной сети данных.

К сожалению, наземная измерительная сеть метеостанций, регистрирующих продолжительность солнечного сияния, на территории Казахстана, слишком разрежена и решение этой проблемы прямым способом ни сейчас, ни в будущем не имеет перспектив. Единственным выходом для повышения достоверности и детальности картирования продолжительности солнечного сияния является привлечение дополнительной информации, желательной представляющей собой данные на регулярной сетке с приемлемым периодом. Наиболее очевидный вариант, это привлечение спутниковых данных.

Продолжительность солнечного сияния существенным образом зависит от облачного покрова. Спутники легко регистрируют облачный покров при зондировании в оптическом диапазоне. Присутствие облачного покрова значительным образом изменяет спектральные характеристики подстилающей поверхности. Особенностью спутниковых данных является мгновенный характер информации. Спутниковая сцена представляет собой отображение состояния спектральных характеристик подстилающей поверхности в момент пролета орбитальной платформы. Кроме того, физические смыслы времени сияния Солнца в некоторой точке на поверхности Земли и покрытие этой точки облаками при наблюдениях со спутника, не идентичны. В первом случае это время неблокированного облачным покровом направления на Солнце. При этом, угол возвышения Солнца и направление на него закономерно меняется в течение дня, от восхода на востоке, до захода на западе. Спутники регистрируют наличие облачного покрова в направлении от точки на поверхности Земли к спутнику. Эти углы определяются временем пролета и направлением траектории движения орбитальной платформой. В целом, эти углы не связаны с позицией Солнца на небосводе.

Таким образом, спутниковые данные о характеристиках облачного покрова лишь косвенно связаны с длительностью сияния Солнца. Сильной стороной спутниковых данных является их формат, представляющих собой регулярную сетку данных. Наиболее известным и стандартным спутниковым продуктом, описывающим состояние облачного покрова, является продукт «Cloud Fraction» от NASA (рисунок 4.1).

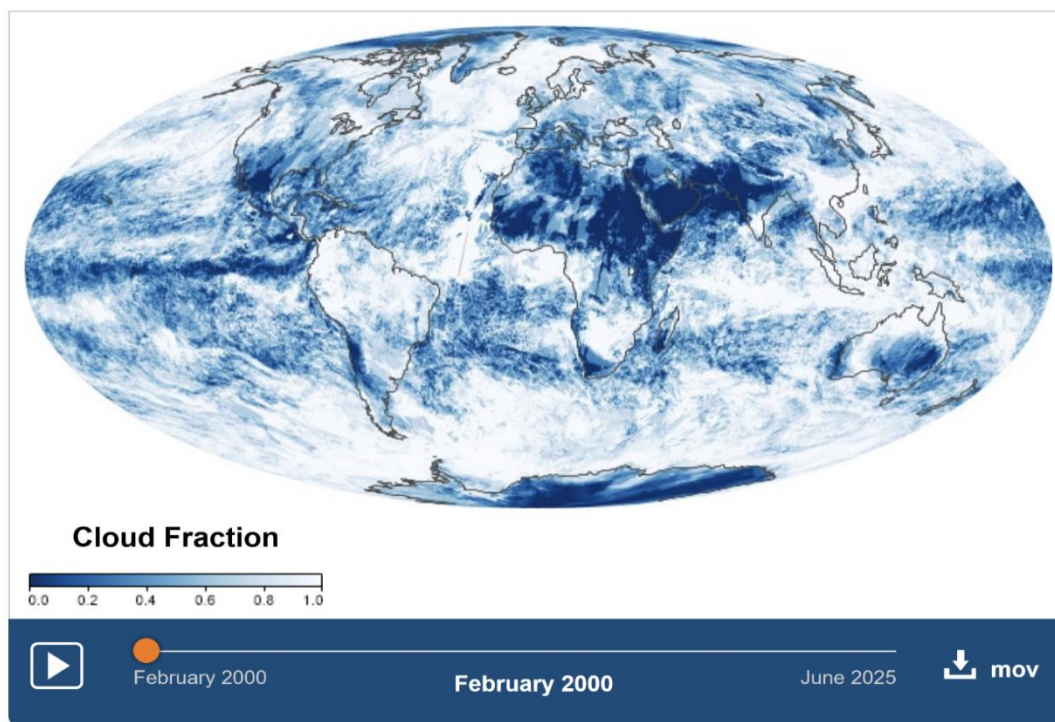


Рисунок 4.1 – Пример глобальной карты Cloud Fraction⁴

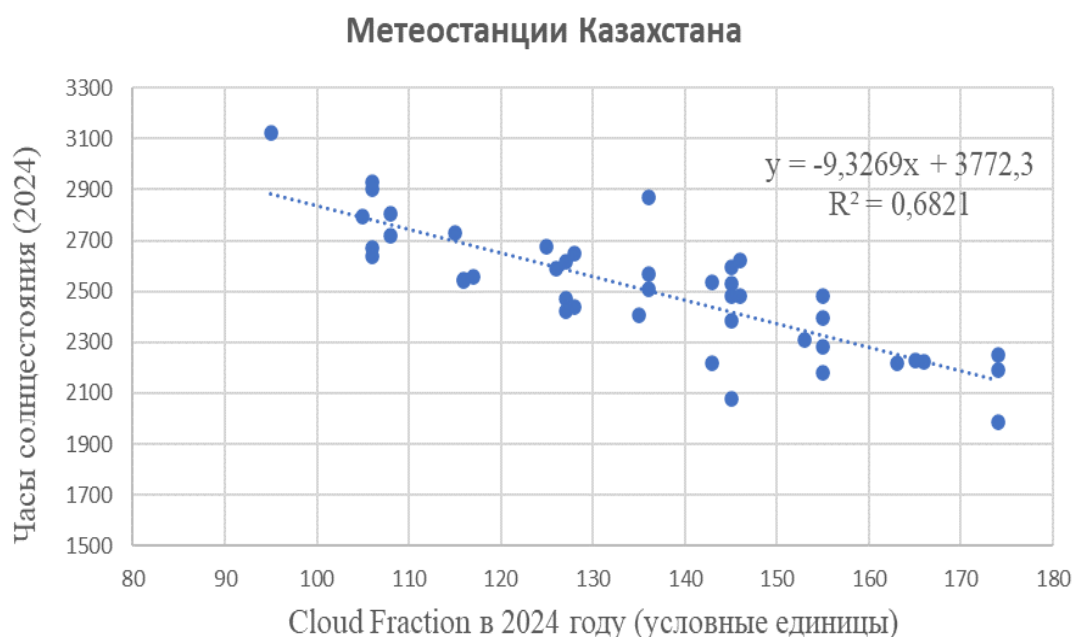
Продукт отображает долю покрытия облачности в течение некоторой пространственно-временной выборки. Продукт строится по данным спутников Aqua и Terra (сканер MODIS) с пространственным разрешением, от 1,0 до 0,1 градуса (рисунок 4.2).

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



Рисунок 4.2 – Пример среднемесячного продукта Cloud Fraction (июнь 2025) с ресурса⁵

Для упрощения ситуации сравнивались годовые данные на 2024 год. Наземные данные о времени сияния Солнца на наземных пунктах и среднегодовые значения Cloud Fraction (Aqua). В расчетах использовались среднемесячные значения Cloud Fraction, которые усреднялись до среднегодового уровня. Степень применимости рассматриваемого спутникового продукта в задаче уточнения карт времени солнечного сияния можно оценить по характеристикам эмпирической зависимости (калибровочной кривой) между рассматриваемыми параметрами (рисунок 4.3).



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

Рисунок 4.3 – Калибровочная кривая между наземными и спутниковыми данными. Спутниковые данные доли покрытия облачным покровом наземных пунктов измерения против зафиксированного на них времени солнечного сияния за 2024 год

Достоверность линейной аппроксимации для калибровочной кривой ($R^2=0,6821$) достаточно высока. Нет сомнений в наличии достоверной связи между этими параметрами. Однако, уравнение линейной аппроксимации с таким уровнем достоверности не может применяться ко всем пикселям регулярной матрицы в качестве функциональной зависимости. Случайный, шумящий компонент достаточно велик. Построение регулярной матрицы параметра Cloud Fraction, для ее использования при картировании годового уровня солнечного сияния на территории Казахстана потребовало ее некоторого огрубления. Для подавления шумящего компонента использовалось размытие по Гауссу (способ огрубления изображения с помощью функции Гаусса), с последующей кластеризацией данных, для дополнительного огрубления в рамках фиксированного числа выделов. Полученная таким образом регулярная матрица Cloud Fraction применялась для аппроксимации наземных данных длительности сияния Солнца в 2024 году и построении соответствующей карты (рисунок 4.4).

Данная карта отражает пространственное распределение солнечного сияния по территории Казахстана, где более светлые оттенки соответствуют большей продолжительности солнечного сияния, а более темные – меньшей. Согласно спутниковым данным, наибольшая продолжительность солнечного сияния наблюдалась в южных и юго-восточных регионах страны – в Кызылординской, Туркестанской, Жамбылской областях и области Жетісу, а также в отдельных районах Восточно-Казахстанской области и области Абай. Меньшие значения характерны для северных и северо-восточных районов страны – Северо-Казахстанской, Акмолинской, Палодарской областях и на севере области Абай области.

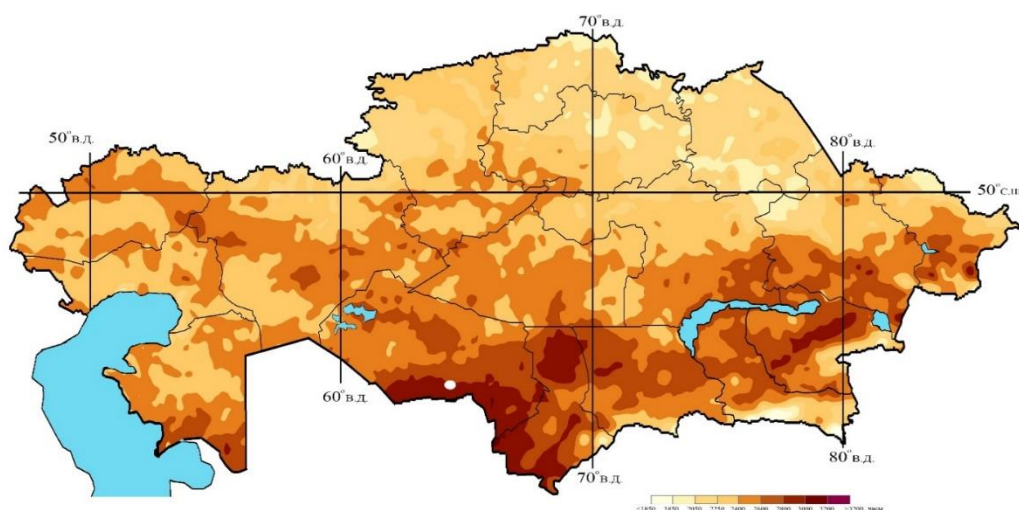


Рисунок 4.4 – Картосхема длительности сияния Солнца в 2024 году. Построено по наземным и спутниковым данным (Cloud Fraction/ NASA, разрешение 0,1 градус)

По сравнению с картой, построенной по приземным наблюдениям (рисунок 3.1), данная карта показывает общее совпадение пространственного распределения солнечного сияния: и спутниковые, и наземные данные указывают на преобладание солнечной погоды в южных регионах, а также на сравнительно низкие значения в северных и горных районах.

Однако можно отметить и некоторые расхождения. Спутниковые данные (рисунок 4.4) показывают несколько более выраженные контрасты между регионами и, как правило, чуть занижают значения по сравнению с наземными измерениями, особенно в западных областях. Это может быть связано с особенностями интерпретации облачности в спутниковых продуктах (Cloud Fraction), а также с различиями во временном разрешении и методике расчёта показателя.

Таким образом, обе карты демонстрируют схожие закономерности распределения солнечного сияния на территории Казахстана в 2024 году, что подтверждает надёжность полученных результатов. Спутниковые данные при этом обеспечивают более детализированную пространственную картину, а наземные – более точную оценку абсолютных значений продолжительности солнечного сияния.

Бюллетень составлен в управлении метеорологических исследований и расчетов

Научно-исследовательского центра РГП "Казгидромет"

Адрес: 010000, Астана, пр. Мәңгілік Ел 11/1

Тел.: +7 (7172) 79-83-03

e-mail: info@meteo.kz

При использовании материалов бюллетеня обязательна ссылка на РГП «Казгидромет»