

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 1 (2025)

ПАВЛОДАР

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания

№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/PXLE1275>

Бас редакторы – главный редактор

Талипов О. М.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент)

Заместитель главного редактора

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Сағындық Ә.Б., *доктор PhD*

Редакция алкасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Алиферов А. И.,	<i>д.т.н., профессор (Российская Федерация)</i>
Кошеков К. Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е. В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Кислов А. П.,	<i>к.т.н., доцент</i>
Нефтисов А. В.,	<i>доктор PhD</i>
Омарова А. Р.	<i>технический редактор</i>

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

<https://doi.org/10.48081/LWKZ2232>

***А. Т. Ергалиева¹, Л. А. Авдеев², Ш. З. Телбаева³,
С. В. Войткевич⁴, В. А. Иванов⁵**

^{1,2,3,4,5} Карагандинский технический университет имени Абылкаса Сагинова,
Республика Казахстан, г. Караганда

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5408-1922>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4720-5823>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6208-4113>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4267-3468>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2811-7908>

*e-mail: aizhan432@mail.ru

ВЛИЯНИЕ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

В данной статье рассматриваются процессы, связанные с анализом солнечной активности и радиации в различных регионах Казахстана и их влиянием на эффективность солнечных панелей. Целью исследования является оценка уровня солнечного излучения и количества солнечных дней в разных городах страны для выявления трендов и условий, важных для оптимизации использования солнечной энергии. В работе подробно описаны этапы исследования, включая сбор данных о солнечной активности с 2019 по 2023 годы, а также анализ этих данных для оценки изменений в солнечной активности и её влияния на производительность солнечных систем. Проведённые наблюдения помогают лучше понять природные колебания в интенсивности солнечного излучения и их связь с климатическими особенностями различных регионов, что может быть полезным при планировании солнечных установок. Полученные результаты подчеркивают важность выбора местоположения для установки солнечных систем и адаптации технологий в зависимости от региональных климатических условий. Установлено, что в некоторых районах Казахстана солнечные панели могут работать с большей эффективностью благодаря более стабильным уровням солнечного излучения, что особенно ценно для проектирования новых солнечных

ферм. Данные исследования могут способствовать формированию стратегий по внедрению и оптимизации солнечных технологий в Казахстане, что, в свою очередь, будет способствовать развитию устойчивых источников энергии. Таким образом, результаты работы могут быть полезны не только для локального энергетического планирования, но и для расширения применения возобновляемых источников энергии в Казахстане, способствуя улучшению экологической обстановки и поддержанию энергетической независимости страны.

Ключевые слова: Солнечные панели, эффективность, возобновляемая энергия, экспериментальные данные, погодные условия, солнечная энергетика.

Введение

В настоящее время возобновляемые источники энергии, включая солнечную, занимают важное место в глобальной энергетической системе. Солнечная энергия, как один из наиболее доступных и чистых видов энергии, представляет собой значительный потенциал для стран с высоким уровнем солнечного излучения, таких как Казахстан. Казахстан обладает разнообразными климатическими условиями и значительными солнечными ресурсами, что создает уникальные возможности для использования солнечных панелей.[1]

Существующие исследования показывают, что эффективность солнечных панелей напрямую зависит от уровня солнечной активности, который может значительно варьироваться в зависимости от географического положения и климатических условий региона. Важность понимания этих факторов не может быть переоценена, так как они влияют на производительность солнечных систем и определяют целесообразность их установки в определенных регионах.[2]

В данной работе рассматриваются процессы, связанные с анализом солнечной активности и радиации в различных городах Казахстана. Основное внимание уделяется оценке уровня солнечного излучения и количества солнечных дней за период с 2019 по 2023 годы, что позволяет выявить тренды и условия, способствующие оптимизации использования солнечной энергии. Данные исследования помогают определить наиболее перспективные регионы для установки солнечных панелей и обосновать необходимость адаптации технологий в зависимости от климатических условий.

Материалы и методы

Данное исследование основано на анализе солнечной активности и радиации в различных регионах Казахстана с использованием данных,

собранных за период с 2019 по 2023 годы. Для достижения целей исследования был проведен комплексный анализ, включающий несколько ключевых этапов.

В рамках первого анализа была собрана информация о солнечной активности в различных городах Казахстана. Эти данные помогли оценить уровень солнечного излучения в разных регионах страны, что позволяет сравнить условия для установки солнечных панелей в зависимости от географического положения.

Во втором анализе исследовались данные о солнечной радиации, собранные в течение 2023 года. На основе этих данных был рассчитан оптимальный угол наклона для солнечных панелей, что является критически важным для повышения их эффективности. Кроме того, в рамках анализа собранных данных о солнечной радиации был проведен статистический анализ, который позволил выявить тренды и закономерности, а также оценить, как они влияют на производительность солнечных систем.

Результаты и обсуждение

Для анализа погоды в Казахстане были собраны данные о количестве солнечных дней в различных городах страны. Эти данные были получены с сайта Gismeteo [3] и представлены в двух таблицах, которые позволяют проанализировать погодные условия по месяцам, а также сравнить эти показатели за последние пять лет (с 2019 по 2023 годы).

Первая таблица представляет данные о количестве солнечных дней в различных городах Казахстана за 2023 год. Данные по месяцам показывают значительные различия в количестве солнечных дней в зависимости от региона и времени года.

Таким образом, данные первой таблицы демонстрируют, что эффективность использования солнечных панелей в Казахстане сильно зависит от региона [4]. Регионы с большим количеством солнечных дней, такие как Актау и Туркестан, имеют высокий потенциал для генерации солнечной энергии круглый год. В то же время, в городах с меньшим количеством солнечных дней необходимо внедрять решения для накопления энергии и повышения эффективности использования солнечных батарей в условиях нестабильной инсоляции [5].

В таблице 2 показано количество солнечных дней за последние пять лет (2019–2023) в тех же городах по всему Казахстану. Эти данные дают представление о том, как годовое количество солнечных дней менялось с течением времени, что может помочь выявить тенденции в солнечном воздействии и возможные климатические сдвиги в этих регионах.

Таблица 2 – Количество солнечных дней в разных городах Казахстана за 5 лет

Количество солнечных дней в разных городах Казахстана за 5 лет					
	2019	2020	2021	2022	2023
Караганда	136	128	138	128	103
Астана	131	124	137	121	123
Алматы	184	181	190	155	146
Актобе	122	127	136	116	127
Атырау	144	186	174	173	154
Усть-Каменогорск	152	142	127	142	123

Продолжение таблицы 2

Тараз	193	198	202	180	168
Уральск	111	127	115	98	197
Костанай	123	129	157	132	84
Кызылорда	193	216	219	203	161
Ақтау	197	219	226	212	219
Павлодар	124	122	117	121	164
Петропавловск	105	117	137	118	106
Туркестан	221	234	246	206	204
Шымкент	208	213	240	197	176

Таким образом, вторая таблица показывает, что некоторые регионы Казахстана, такие как Ақтау и Туркестан, обладают стабильным и высоким потенциалом для использования солнечных батарей, в то время как другие, например, Караганда и Петропавловск, могут требовать специальных решений из-за снижения количества солнечных дней в последние годы.

Далее представлен анализ данных о солнечной радиации, температуре и оптимальных углах наклона солнечных панелей за 2023 год в регионе с координатами 49.8185° N и 73.1046° E. Данные включают показатели глобальной и рассеянной радиации, месячные средние температуры, а также оптимальные углы наклона, которые помогают максимизировать захват солнечной энергии в зависимости от времени года.

Оптимальный угол наклона солнечной панели определяется с учетом нескольких факторов. Чем выше широта, тем больше углы наклона изменяются в зависимости от времени года. Широта (49.8185° N) будет влиять на то, как сильно нужно наклонять панель для максимального получения солнечной энергии. Солнечное излучение варьируется в течение года. Например, зимой солнце находится ниже на небе, поэтому панели нужно наклонять под большим углом, в то время как летом угол наклона может быть меньшим. Данные о глобальном горизонтальном и прямом нормальном солнечном облучении показывают, сколько солнечной энергии доступно в каждом месяце. Оптимальный угол наклона панели может быть рассчитан для максимизации захвата этого излучения [6]

Оптимальные углы наклона: Декабрь – Февраль 64.82° , Март – Май 49.82° , Июнь – Август 34.82° , Сентябрь – Ноябрь 49.82° .

Глобальное горизонтальное излучение (Таблица 4) представляет общее количество солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность [5].

Прямое нормальное излучение (Таблица 5) отражает количество солнечной радиации, попадающей на поверхность, перпендикулярную солнечным лучам.

Глобальное излучение при оптимальном угле наклона (Таблица 6) демонстрирует, как изменения угла наклона могут повысить количество получаемой солнечной радиации.

Отношение рассеянной солнечной радиации к глобальной солнечной радиации (Таблица 7) на месячной основе дает представление о процентном соотношении рассеянного света.[7]

Для наглядного представления изменений в солнечной радиации в течение года, соотношения рассеянной солнечной радиации к глобальной солнечной радиации на месячной основе были построены диаграммы (рисунки 1-2).

Таблица 4 – Горизонтальное излучение

Месяц	Количество солнечной радиации, Вт·ч/м ²
Январь	43.28
Февраль	62.15
Март	115.03
Апрель	171.81
Май	208.44
Июнь	203.36
Июль	209.00
Август	158.26
Сентябрь	85.86

Октябрь	62.80
Ноябрь	32.51
Декабрь	29.15

Данные показывают, что наибольшее количество солнечной радиации падает на горизонтальную поверхность в мае и июле, достигая 208.44 Вт·ч/м² и 209.00 Вт·ч/м² соответственно. Напротив, минимальные значения наблюдаются в декабре (29.15 Вт·ч/м²) и ноябре (32.51 Вт·ч/м²), что указывает на низкую доступность солнечной радиации в зимние месяцы, что связано с облачностью и короткими днями

Таблица 1 – Количество солнечных дней в разных городах Казахстана 2023

Количество солнечных дней в разных городах Казахстана 2023													
	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Общее
Караганда	8	6	11	15	11	8	11	4	2	8	8	11	103
Астана	15	15	15	19	12	8	4	2	2	10	9	12	123
Алматы	20	14	13	13	11	8	11	8	7	13	17	11	146
Актобе	20	12	12	18	12	13	5	7	5	4	8	11	127
Атырау	20	5	16	15	13	16	9	19	16	10	6	9	154
Усть-Каменогорск	8	10	12	14	14	14	11	9	2	8	12	9	123
Тараз	13	11	11	12	14	16	20	17	14	15	11	14	168
Уральск	21	10	20	23	21	20	17	18	18	15	8	6	197
Костанай	13	6	15	15	6	5	5	1	3	2	5	8	84
Кызылорда	18	8	13	15	17	19	16	11	10	15	8	11	161
Ақтау	18	8	18	21	15	23	20	23	23	25	12	13	219
Павлодар	8	15	17	24	23	15	9	8	5	18	10	12	164
Петро-павловск	9	10	16	16	16	7	9	2	2	5	5	9	106
Туркестан	20	9	19	15	18	24	21	15	18	17	18	10	204
Шымкент	13	6	12	22	12	20	19	16	11	15	16	14	176

Таблица 5 – Прямое нормальное излучение

Месяц	Количество солнечной радиации, Вт·ч/м ²
Январь	80.12
Февраль	64.40
Март	138.01
Апрель	232.39
Май	238.42
Июнь	219.53
Июль	237.57
Август	178.38
Сентябрь	81.88
Октябрь	69.68
Ноябрь	48.78
Декабрь	61.13

Наиболее значительные значения прямого нормального излучения фиксируются в мае (238.42 Вт·ч/м²) и июле (237.57 Вт·ч/м²), что подчеркивает высокий уровень солнечной активности в эти месяцы. Прямое нормальное излучение важно для солнечных панелей, устанавливаемых под углом, так как оно отражает количество солнечного света, попадающего непосредственно на панели [8]. Низкие значения, как и в предыдущей категории, наблюдаются в зимние месяцы, с минимальным значением в феврале (64.40 Вт·ч/м²).

Таблица 6 – Глобальное излучение при оптимальном угле наклона

Месяц	Количество солнечной радиации, Вт·ч/м ²
Январь	89.52
Февраль	93.43
Март	156.58
Апрель	208.94
Май	216.90
Июнь	196.44
Июль	209.20
Август	175.57
Сентябрь	105.95
Октябрь	92.43
Ноябрь	59.77
Декабрь	65.80

Максимальное излучение при оптимальном угле наклона наблюдается в мае (216.90 Вт·ч/м²) и июле (209.20 Вт·ч/м²), минимальное – в ноябре (59.77

Вт·ч/м²) и декабре (65.80 Вт·ч/м²), что подтверждает сезонные колебания солнечной энергии.



Рисунок 1 – Ежемесячные оценки солнечного облучения

Таблица 7 – Отношение рассеянной солнечной радиации к глобальной солнечной радиации

Месяц	Количество солнечной радиации, Вт·ч/м ²
Январь	0.52
Февраль	0.63
Март	0.44
Апрель	0.24
Май	0.28
Июнь	0.31
Июль	0.28
Август	0.34
Сентябрь	0.52
Октябрь	0.53
Ноябрь	0.58
Декабрь	0.54



Рисунок 2 – Рассеянная солнечная радиация

Зимой (январь – 0.52, февраль – 0.63) преобладает рассеянная радиация из-за облачности, тогда как весной (март – 0.44, апрель – 0.24) больше прямой радиации благодаря ясной погоде.

Выводы

В ходе исследования установлено, что уровень солнечного излучения и количество солнечных дней в Казахстане значительно различаются по регионам. Актау и Туркестан имеют стабильное количество солнечных дней, что делает их перспективными для солнечных систем, тогда как Караганда и Петропавловск требуют адаптивных технологий из-за снижения солнечных дней. Оптимальные углы наклона панелей варьируются от 64.82° зимой до 34.82° летом, что необходимо учитывать для максимальной производительности. Учет этих факторов и внедрение адаптивных технологий могут повысить эффективность солнечных систем и способствовать устойчивому развитию энергетики в Казахстане.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Мусса, С. М.** Потенциал солнечной энергии в Казахстане: обзор [Текст] // Международный журнал по возобновляемым источникам энергии. – 2020. – 15 с.

2 **Грин, М. А., Тредголд, А. Дж.** Таблицы эффективности солнечных ячеек [Текст] // Solar Energy. – 2010. – С. 245–253.

3 Gismeteo [Электронный ресурс]. – <https://www.gismeteo.kz> (Дата обращения: 23.09.2024).

4 **Такеев, Х. Б.** Оценка солнечной энергии в Казахстане [Текст] // Вестник КазНТУ. – 2021. – Т. 6. – С. 42–48.

5 **Али, У., Омер, А.** Тенденции солнечной радиации и их влияние на производительность фотоэлектрических систем в Казахстане [Текст] // Energy Reports. – 2021. – Т. 7. – С. 1089–1095.

6 **Халид, А., Ахтар, Р.** Влияние изменения климата на производство солнечной энергии в Центральной Азии [Текст] // Journal of Environmental Science and Technology. – 2022. – Т. 19. – С. 144–152.

7 **Кумар, С., Сайни, Р. П.** Обзор систем солнечных фотоэлектрических модулей: производительность и проектирование [Текст] // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – Т. 100. – С. 353–365.

8 **Чжан, Х., Лю, Ц.** Обширный обзор технологий солнечной энергии в Казахстане [Текст] // Energy. – 2020. – Т. 207. – С. 118–129.

9 **Бахар, Ф. А., Ыылдырым, М.** Оценка потенциала солнечной энергии для фотоэлектрических приложений в Казахстане [Текст] // International Journal of Renewable Energy Research. – 2020. – Т. 10. – С. 801–810.

10 **Кабир, Е., Кумар, С.** Обзор возобновляемых источников энергии и их применения в контексте устойчивого развития [Текст] // Renewable Energy Focus. – 2021. – Т. 34. – С. 22–30.

REFERENCES

1 **Mussa, S. M.** Potensial solnechnoy energii v Kazakhstane: obzor [Potential of Solar Energy in Kazakhstan: A Review] [Text]. – Mezhdunarodnyy zhurnal po vobnovlyаемым istochnikam energii. – 2020. – 15 p.

2 **Green, M. A., Tredgold, A. D.** Tablitsy effektivnosti solnechnykh yacheek [Efficiency Tables of Solar Cells] [Text]. – Solar Energy. – 2010. – P. 245–253.

3 Gismeteo [Electronic resource]. – <https://www.gismeteo.kz> (Accessed: 23.09.2024).

4 **Takeev, K. B.** Otsenka solnechnoy energii v Kazakhstane [Assessment of Solar Energy in Kazakhstan] [Text]. – Vestnik KazNTU. – 2021. – Vol. 6. – P. 42–48.

5 **Ali, U., Omer, A.** Tendentsii solnechnoy radiatsii i ikh vliyanie na proizvoditel'nost fotoelektricheskikh sistem v Kazakhstane [Solar Radiation Trends and Their Impact on Photovoltaic System Performance in Kazakhstan] [Text]. – Energy Reports. – 2021. – Vol. 7. – P. 1089–1095.

6 **Khalid, A., Akhtar, R.** Vliyanie izmeneniya klimata na proizvodstvo solnechnoy energii v Tsentralnoy Azii [Impact of Climate Change on Solar

Energy Production in Central Asia] [Text]. – Journal of Environmental Science and Technology. – 2022. – Vol. 19. – P. 144–152.

7 **Kumar, S., Saini, R. P.** Obzor sistem solnechnykh fotoelektricheskikh moduley: proizvoditelnost i proektirovanie [Review of Solar Photovoltaic Systems: Performance and Design] [Text]. – Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2019. – Vol. 100. – P. 353–365.

8 **Zhang, X., Liu, C.** Obshirnyy obzor tekhnologiy solnechnoy energii v Kazakhstane [Comprehensive Review of Solar Energy Technologies in Kazakhstan] [Text]. – Energy. – 2020. – Vol. 207. – P. 118–129.

9 **Bahar, F. A., Yildirim, M.** Otsenka potentsiala solnechnoy energii dlya fotoelektricheskikh prilozheniy v Kazakhstane [Assessment of Solar Energy Potential for Photovoltaic Applications in Kazakhstan] [Text]. – International Journal of Renewable Energy Research. – 2020. – Vol. 10. – P. 801–810.

10 **Kabir, E., Kumar, S.** Obzor vozobnovlyaemykh istochnikov energii i ikh primeneniya v kontekste ustoychivogo razvitiya [A Review of Renewable Energy Sources and Their Applications in the Context of Sustainable Development] [Text]. – Renewable Energy Focus. – 2021. – Vol. 34. – P. 22–30.

Поступило в редакцию 23.10.24

Поступило с исправлениями 13.01.25

Принято в печать 10.03.25

*А. Т. Ергалиева¹, Л. А. Авдеев², Ш. З. Телбаева³, С. В. Войткевич⁴,
В. А. Иванов⁵

^{1,2,3,4,5}Әбілқас Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.
23.10.24 ж. баспаға түсті.
13.01.25 ж. түзетулерімен түсті.
10.03.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ӘР ТҮРЛІ АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ КҮН ПАНЕЛЛЕРІНІҢ ТИІМДІЛІГІНЕ КҮН ЕКЕНДЕРІНІҢ ӘСЕРІ

Бұл мақалада Қазақстанның әртүрлі аймақтарындағы күн белсенділігі мен радиациясын талдаумен байланысты процестер және олардың күн панельдерінің тиімділігіне әсері қарастырылады. Зерттеудің мақсаты – күн энергиясын пайдалануды оңтайландыру үшін маңызды тенденциялар мен жағдайларды анықтау үшін еліміздің әртүрлі қалаларындағы күн радиациясының деңгейін және шуақты күндер санын бағалау. Бұл мақалада 2019 жылдан 2023 жылға дейінгі

күн белсенділігі туралы деректерді жинау және күн белсенділігінің өзгеруін және оның күн жүйелерінің жұмысына әсерін бағалау үшін осы деректерді талдауды қоса алғанда, зерттеу қадамдары егжей-тегжейлі сипатталған. Жүргізілген бақылаулар күн радиациясының қарқындылығының табиғи ауытқуларын және олардың әртүрлі аймақтардың климаттық ерекшеліктерімен байланысын жақсы түсінуге көмектеседі, бұл күн қондырғыларын жоспарлау кезінде пайдалы болуы мүмкін. Қорытындылар күн жүйелерін орнату және аймақтық климаттық жағдайларға негізделген технологияларды бейімдеу үшін орындарды таңдаудың маңыздылығын көрсетеді. Қазақстанның кейбір аймақтарында күн радиациясының тұрақты деңгейінің арқасында күн панельдері тиімдірек жұмыс істей алатыны анықталды, бұл әсіресе жаңа күн фермаларын жобалау үшін құнды. Бұл зерттеулер Қазақстанда күн технологияларын енгізу және оңтайландыру стратегиясын қалыптастыруға ықпал ете алады, бұл өз кезегінде тұрақты энергия көздерін дамытуға ықпал етеді. Осылайша, жұмыс нәтижелері жергілікті энергетиканы жоспарлауға ғана емес, сонымен қатар Қазақстанда жаңартылатын энергия көздерін пайдалануды кеңейтуге, экологиялық жағдайды жақсартуға және елдің энергетикалық тәуелсіздігін сақтауға көмектесуі мүмкін.

Кілтті сөздер: Күн панельдері, тиімділік, жаңартылатын энергия, эксперименттік деректер, ауа райы жағдайлары, күн энергиясы..

*A. T. Yergaliyeva¹, L. A. Avdeev², Sh. Z. Telbaeva³, S. V. Voitkevich⁴, V. A. Ivanov⁵
^{1,2,3,4,5} Abylkas Saginov Karaganda Technical University,

Republic of Kazakhstan, Karaganda

Received 23.10.2024

Received in revised form 13.01.25

Accepted for publication 10.03.25

INFLUENCE OF SOLAR ACTIVITY ON THE EFFICIENCY OF SOLAR PANELS IN DIFFERENT REGIONS OF KAZAKHSTAN

This paper discusses the processes involved in analyzing solar activity and radiation in different regions of Kazakhstan and their impact on the efficiency of solar panels. The objective of the study is to assess the level of solar radiation and the number of sunny days in different cities of the

country to identify trends and conditions important for optimizing the use of solar energy. The paper describes in detail the stages of the study, including collecting solar activity data from 2019 to 2023 and analyzing this data to assess changes in solar activity and its impact on the performance of solar systems. The observations conducted help to better understand natural variations in solar radiation intensity and their relationship with climatic features of different regions, which can be useful when planning solar installations. The results obtained emphasize the importance of choosing a location for installing solar systems and adapting technologies depending on regional climatic conditions. It was found that in some areas of Kazakhstan, solar panels can operate with greater efficiency due to more stable levels of solar radiation, which is especially valuable for designing new solar farms. These studies can contribute to the formation of strategies for the implementation and optimization of solar technologies in Kazakhstan, which, in turn, will contribute to the development of sustainable energy sources. Thus, the results of the work can be useful not only for local energy planning, but also for expanding the use of renewable energy sources in Kazakhstan, contributing to improving the environmental situation and maintaining the country's energy independence.

Keywords: Solar panels, efficiency, renewable energy, experimental data, weather conditions, solar energy.

Теруге 10.03.2025 ж. жіберілді. Басуға 28.03.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

29.9 Mb RAM

Шартты баспа табағы 22,2. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс №4358

Сдано в набор 10.03.2025 г. Подписано в печать 28.03.2025 г.

Электронное издание

29.9 Mb RAM

Усл. печ. л. 22,2. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. К. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4358

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz