

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

№ 3 (2023)

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/YBCY7199>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.
к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD*

Ответственный секретарь

Калтаев А.Г., *доктор PhD*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов А. Н.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Никитин К. И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Никифоров А. С.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Новожилов Т. А.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Алиферов А.И.,	<i>д.т.н., профессор (Россия)</i>
Кошеков К.Т.,	<i>д.т.н., профессор</i>
Приходько Е.В.,	<i>к.т.н., профессор</i>
Оспанова Н. Н.,	<i>к.п.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

© Торайгыров университет

***Г. Б. Курманбаев¹, И. У. Махамбаева², Г. Н. Камалова³,
Н. Г. Бекзулда⁴**

^{1,2,3,4}Кызылординский университет имени КORKYТ Ата,

Республика Казахстан, г. Кызылорда

e-mail: gkurmanbayev@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ В КЫЗЫЛОРДИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В этой работе приведены сведения о перспективах развития солнечных электростанций и факторах, влияющие на ее режим работы на примере Кызылординской области. Основной задачей при строительстве солнечных электростанций является определение подходящих климатических факторов, а также их учет при разработке режимов работы станции. К таким условиям можно отнести уровень солнечного излучения, ясные безоблачные дни, пыльные бури, температуру окружающей среды.

Как известно интенсивность солнечного света, которая достигает земли, меняется в зависимости от времени суток, года, местоположения и погодных условий. Общее количество энергии, подсчитанное за день или за год, называется иррадиацией (или еще по-другому «приход солнечной радиации») и показывает, насколько мощным было солнечное излучение. В ходе исследования определены и проанализированы основные причины и климатические факторы, влияющие на режимы работы солнечных электростанций на примере Жалағашской СЭС Кызылординской области. Особо нужно отметить, что такие параметры, как угол падения солнечных лучей, облачность, температура окружающей среды могут существенно влиять на выработку электроэнергии. Учитывая, приведенные факты и проведенные расчеты можно утверждать, что Кызылординский регион имеет большой потенциал солнечной энергии.

Ключевые слова: солнечная электростанция, солнечная панель, климатический фактор, воздействия, солнечная радиация, иррадиация, энергия.

Введение

Солнечная энергетика – это один из перспективных видов добычи энергии, основанных на возобновляемых источниках, в частности, на энергии Солнца. Этот вид энергии неисчерпаем и может рассматриваться потенциально как энергоресурс, способный перевернуть современные представления об энергообеспечении и полностью удовлетворить потребности человечества в будущем. Тем более энергетический ресурс планеты с каждым годом интенсивно снижается. Но надо отметить, что строительство солнечной электростанции – удовольствие не из дешёвых. Это обусловлено необходимостью применять редкие элементы в их конструкции. Не все страны готовы растрачивать бюджеты на менее мощные электростанции, когда есть рабочие ТЭС и АЭС. Для размещения таких установок также необходимы большие площади, причём в местах, где солнечное излучение имеет достаточный уровень. Стабильность работы таких электростанций зависит от климатических факторов, и могут колебаться в широких диапазонах[1]. Например, затянутое облаками небо в течение нескольких дней значительно понижает выработку электричества, а ведь населению и предприятиям необходима его бесперебойная подача. Поэтому прежде чем построить такие станции, надо учитывать местные климатические факторы и особенности, а также возможности региональных сетей к стабилизации и регулированию мощности, при колебании выработки электроэнергии на солнечных электростанциях.

Несмотря на это за последние десятилетия в мире и в Казахстане активнее стали строить мощные солнечные электростанции. Это обусловлено снижением себестоимости, вырабатываемой на этих станциях 1кВт*час электроэнергии.

Материалы и методы

Сравнительный анализ изменения стоимости электроэнергии представлен на рисунке 1. В 2015-2020 гг. в Республике Казахстан было построено несколько мощных солнечных электростанций, работающие параллельно с энергосистемой. Большинство из них находятся в южных регионах, таких как, Кызылординские, Алматинские, Жамбылские, Южно-Казахстанские области.

Основной задачей при строительстве солнечных электростанций является определение подходящих климатических факторов, а также их учет при разработке режимов работы станции. К таким условиям можно отнести уровень солнечного излучения, ясные безоблачные дни, пыльные бури, температуру окружающей среды[2].

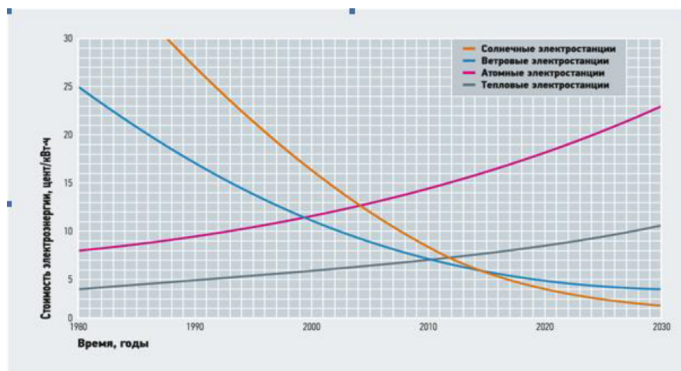


Рисунок 1–Прогноз сравнительных изменений стоимости электроэнергии

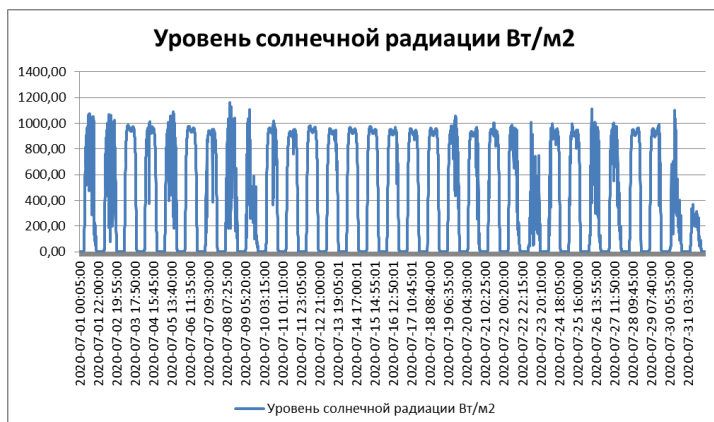


Рисунок 2 – Суточный уровень солнечной радиации на территории Жалагашского района, Кызылординской области

С 2019 по 2021 годы в Кызылординской области было введено в эксплуатацию три мощных солнечных электростанции в Жалагашском районе – компания «Total Eren» (Франция)-30МВт, в Жанакорганском районе-компания АО «HydroEnergy» (Болгария) -10МВт, еще одна – в Шиелийском районе – совместно с компаниями «Samruk Kazyna – United Green» и ООО «Авелар Солар Технолоджи» (Россия) -50МВт. Дополнительно идут подготовительные проектные работы по строительству еще одной солнечной электростанции вблизи города Кызылорда мощностью 50 МВт.

Такая привлекательность Кызылординского региона в первую очередь обусловлена солнечной активностью. В год выявлено 260-280 безоблачных солнечных дней. При этом уровень солнечного излучения в летнее время максимально доходило до 1050 Вт/м^2 , а в зимнее 700 Вт/м^2 (рисунки 2 и 3). Данные сведения были получены метеорологической станцией, расположенного в Жалагашском районе.



Рисунок 3 – Суточный уровень солнечной радиации на территории Жалагашского района, Кызылординской области (25-31 января 2020г.)

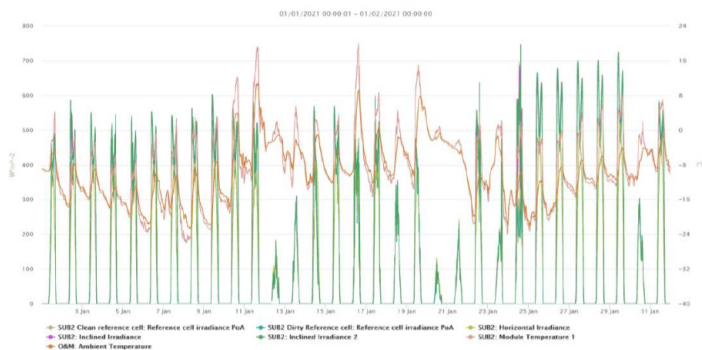


Рисунок 4 – Месячный уровень солнечной радиации на территории Жалагашского района, Кызылординской области (январь, 2020 г.)

На Жалағашской солнечной станции были использованы солнечные панели «SOLOR» монокристаллические, площадь одной панели составляет $1,2\text{ м}^2$, мощность 289 Вт, это не плохие технико-экономические показатели.

Исходя из рисунков 2,3,4 можно предположить, что самым главным фактором, влияющие на выработку электроэнергии является солнечная радиация. При этом надо отметить, что к снижению и соответственно к уменьшению радиации и электроэнергии играет дневная облачность и прямое попадание солнечных лучей к панелям [3]. Хотя для урегулирования угла используются электроприводные трекера, но максимальное значение ($\angle 90^\circ$) достигается только после 2 и 3 часов утреннего и послеобеденного периода. В обеденный период с 11.00 до 14.00 часов наблюдается некоторое снижение активности солнечной радиации до 10–15 %, обусловленной снижением угла падения солнечных лучей. Это охарактеризовано тем, что, месторасположение Жалағашской солнечной станции не позволяет в вышеуказанные часы прямого попадания солнечных лучей ($\angle 80\text{--}83^\circ$), тем самым уменьшая общую радиацию. Надо отметить, что КПД используемых панелей напрямую зависит от угла падения луча.

Как известно интенсивность солнечного света, которая достигает земли, меняется в зависимости от времени суток, года, местоположения и погодных условий[4]. Общее количество энергии, подсчитанное за день или за год, называется иррадиацией (или еще по-другому «приход солнечной радиации») и показывает, насколько мощным было солнечное излучение. Иррадиация измеряется в $\text{Вт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$ в день, или в другой период. Если учесть, что максимальная ее величина равна – $1353\text{ Вт}/\text{м}^2$, то из всех возможных по исследуемому объекту в летнее время оно достигает до $1050\text{ Вт}/\text{м}^2$ (из показания датчиков, установленных на Жалағашской солнечной станции). Это еще одна хорошая техническая возможность реализации солнечной программы. Также один из немаловажных факторов, влияющие на КПД панелей является температура самой панели[5].

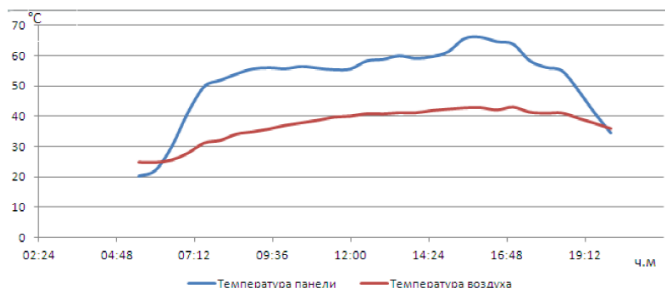


Рисунок 5 – Суточный график изменения температуры панели и окружающей среды (21.07.2022г. Жалагашская солнечная электростанция)

Результаты и обсуждение

Исследования, проводимые в этом направлении показали, что самые жаркие дни года, при 40–45 °C, температура монокристаллических панелей достигали 65°–68 °C (рисунок-5). При этом выработка электроэнергии показала 6–8 % понижение (рисунок-6). Дальнейшее повышение температуры выше 70 °C возможно приведет к резкому снижению КПД. Но такие факторы на этих объектах встречаются очень редко.

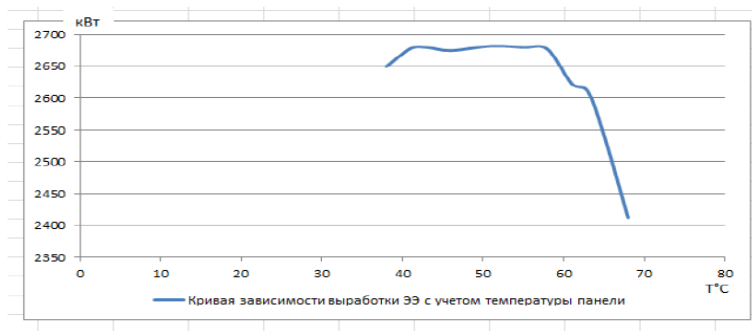


Рисунок 6 – График зависимости выработки электроэнергии с учетом температуры панелей (21.07.2022 г. Жалагашская солнечная электростанция, использованы монокристаллические панели суммарной установленной мощностью 3000кВт)

Климат Кызылординской области отличается пыльными бурями. Особенно такие погодные условия наблюдается в жаркие летние дни и могут длиться несколько дней и в результате в окружающий воздух поднимается тонкий слой песка, которая в свою очередь, загрязняя солнечные панели, снижает их КПД[6]. Исследования, проводимые на этом объекте выявила, что такие факторы могут наблюдаться только в летнее время, а также уровень загрязнения в течение 3 месяцев составила 5-10 % от общего КПД (рисунок-7). Поэтому для дальнейшей эксплуатации требовалось почистить поверхность панели.



Рисунок 10 – Общий вид СЭС и поворотного механизма панели

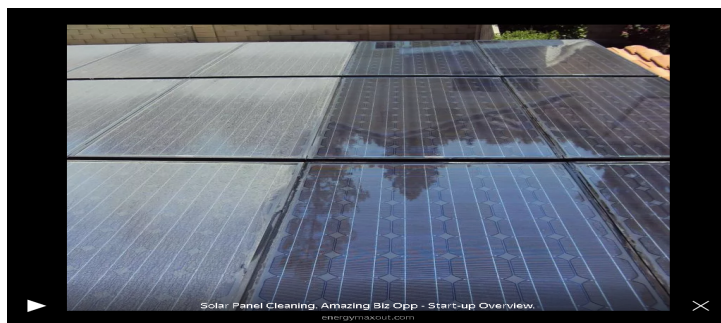


Рисунок 11– Загрязненные и почищенные панели

Выводы

В ходе исследования определены и проанализированы основные причины и климатические факторы, влияющие на режимы работы солнечных электростанций на примере Жалагашской СЭС. Особо нужно отметить, что такие параметры, как угол падения солнечных лучей, облачность, температура окружающей среды могут существенно влиять на выработку электроэнергии[8], а температура и загрязнение панели могут дополнительно привести к потерям КПД до 10 %. Учитывая, вышеприведенные факты и проведенные расчеты можно утверждать, что Кызылординский регион имеет большой потенциал солнечной энергии.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Юмаев, Н. Р., Юсуфбеков, Н. Ш. Исследование влияния погодных условий на параметры работы солнечных батарей в естественных условиях эксплуатации // III Междунар. науч. конф. – Казань : Молодой ученый, 2018. – 128 с.

2 Козлов, А. В. Контроль влияния параметров атмосферы на энергетические характеристики кремниевой солнечной батареи // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Томск, 2008.

3 Феофанов, С. А., Завойкин, В. А. Экспериментальные исследования модульной солнечной электростанции в различных погодных условиях при изменении угла падения солнечных лучей // Международный научный журнал UNIVERSUM. – 2019.

4 Исмагилов, Ф. Р., Гайсин, Б. М., Шарифов, Б. Н., Загитова, Л. Р., Газутдинов, Д. И. Анализ эффективности применения солнечных фотоэлектрических модулей в климатических условиях Российской Федерации // Вестник УГАТУ, 2018. – С. 73–81.

5 Салиев, М. А., Нозиров, Д., Абдуллаев, С. Ф., Кабутов, К. Эффективности солнечной фотоэлектрической установки, – 2020.

6 Мирзокилова, Ф. О., Юсупова, М. З., Салиев, М. А., Назаров, Р. Р. Эффективность солнечной фотоэлектрической установки в летний и зимний период // Материалы Международной конференции «Актуальные проблемы современной физики» посвященной 80-летию заслуженного деятеля науки и техники РТ, д.ф.м.н., проф. Нарзиева Б. Н., – Душанбе, 2018. – С. 258–261.

7 [Электронный ресурс] – <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techorient.htm>

8 Местников, Н. П. Особенности эксплуатации солнечных электростанций микромощности в условиях Север // Часть 1 : монография Изд-во: ООО РИЦ «Офсет». Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова, – Якутск : ФГАОУ ВО «СВФУ», 2021. – 113 с. – 20 экз. – ISBN 978-5-91441-336-8

9 Мирзокилова, Ф., Нозиров, Д., Абдуллаев, С. Ф., Кабутов, К., Салиев, М. А. Влияния климатических условий на эффективность солнечной фотоэлектрической установки, – 2020

10 Завойкин, В. А., Феофанов, С. А. Экспериментальные исследования модульной солнечной электростанции в различных погодных условиях при изменении угла падения солнечных лучей // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. – 2019. – № 6 (63)

REFERENCES

1 **Jumaev, N. R., Jusufbekov, N. Sh.** Issledovanie vlijanija pogodnyh uslovij na parametry raboty solnechnyh batarej v estestvennyh uslovijah jekspluatacii [Investigation of the influence of weather conditions on the parameters of solar panels in natural operating conditions]. III Mezhdunar. nauch. konf. – Kazan' : Molodoj uchenyj, 2018. – 128 p.

2 **Kozlov, A. V.** Kontrol' vlijanija parametrov atmosfery na jenergeticheskie harakteristiki kremnievoj solnechnoj batarei [Control of the influence of atmospheric parameters on the energy characteristics of a silicon solar battery]. Dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tehniceskikh nauk. – Tomsk, 2008.

3 **Feofanov, S. A., Zavoikin, V. A.** Jeksperimental'nye issledovanija modul'noj solnechnoj jelektrostantsii v razlichnyh pogodnyh uslovijah pri izmenenii ugla padenija solnechnyh luchej [Experimental studies of a modular solar power plant in various weather conditions with a change in the angle of incidence of sunlight]. Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal UNIVERSUM. – 2019.

4 **Ismagilov, F. R., Gajsin, B. M., Sharifov, B. N., Zagitova, L. R., Gazutdinov, D. I.** Analiz jeffektivnosti primenenija solnechnyh fotoelektricheskikh modulej v klimaticheskikh uslovijah Rossijskoj Federacii [Analysis of the effectiveness of the use of solar photovoltaic modules in the climatic conditions of the Russian Federation]. Vestnik UGATU, 2018. – P. 73–81.

5 **Saliev, M. A., Nozirov, D., Abdullaev, S. F., Kabutov, K.** Jeffektivnosti solnechnoj fotoelektricheskoy ustanovki [Solar Photovoltaic Plant Efficiency], – 2020.4

6 **Mirzokobilova, F. O., Jusupova, M. Z., Saliev, M. A., Nazarov, R. R.** Jeffektivnost' solnechnoj fotoelektricheskoy ustanovki v letnij i zimnij period [Efficiency of solar photovoltaic installation in summer and winter]. Materialy Mezhdunarodnoj konferencii «Aktual'nye problemy sovremennoj fiziki» posvjashhennoj 80-letiju zaslužennogo dejatelja nauki i tehniki RT, d.f.m.n., prof. Narzieva B.N., – Dushanbe, 2018. – P. 258-261.

7 [Electronic resource] – <https://www.solarhome.ru/basics/solar/pv/techorient.htm>

8 **Mestnikov, N. P.** Osobennosti jekspluatacii solnechnyh jelektrostantsij mikromoshhnosti v uslovijah Sever [Features of operation of micro-capacity solar power plants in the conditions of the North]. Chast' 1: monografiya Izdvo: OOO RIC «Ofset». Severo-Vostochnyj federal'nyj universitet imeni M.K. Ammosova, – Jakutsk : FGAOU VO «SVFU», 2021. – 113 p. – 20 je kz. – ISBN 978-5-91441-336- 8

9 **Mirzokobilova, F., Nozirov, D., Abdullaev, S.F., Kabutov, K., Saliev, M. A.** Vlijanija klimaticheskikh uslovij na jeffektivnost' solnechnoj

fotoelektricheskoy ustanovki [The influence of climatic conditions on the efficiency of a solar photovoltaic installation], – 2020

10 **Zavojkin, V. A., Feofanov, S. A.** Eksperimental'nye issledovaniya modul'noj solnechnoy elektrostancii v razlichnykh pogodnykh usloviyakh pri izmenenii ugla padeniya solnechnykh luchey [Experimental studies of a modular solar power plant in various weather conditions with a change in the angle of incidence of sunlight]. Universum: tekhnicheskie nauki : elektron. nauchn. zhurn. – 2019. – № 6 (63)

Принято к изданию 18.09.23.

**F. Б. Құрманбаев¹, И. У. Махамбаева², Г. Н. Камалова³, Н. Ф. Бекзұлда⁴*

^{1,2,3,4}Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті,

Қазақстан Республикасы, Қызылорда қ.

Басып шығаруға 18.09.23 қабылданды.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҚЫЗЫЛОРДА ОБЛЫСЫНДА КҮН ЭЛЕКТР СТАНЦИЯЛАРЫН ДАМУ ТУРАСЫНДА ПЕРСПЕКТИВАСЫ

Бұл жұмыста Қызылорда облысында күн электр стансаларының жұмыс істеу перспективалары, қоршаған ортаның олардың жұмыс режиміне әсері туралы мағлұматтар берілген. Күн электр станцияларын салудағы негізгі міндет қолайлы климаттық факторларды анықтау, сондай-ақ станцияның жұмыс режимдерін әзірлеу кезінде оларды есепке алу болып табылады. Мұндай жағдайларға күн радиациясының деңгейі, ашық бұлтсыз күндер, шаңды дауылдар, қоршаған ортаның температурасы жатады.

Күн сәулесінің қарқындылығы күннің уақытына, жылына, орналасқан жеріне және ауа-райына байланысты өзгертіндігі белгілі. Бір күнде немесе бір жылда есептелген энергияның жалпы мөлшері сәулелену деп аталады (немесе басқаша «күн радиациясының келуі») және күн радиациясының қаншалықты күшті болғанын көрсетеді. Зерттеу барысында Қызылорда облысының Жалағаш СЭС мысалында күн электр станцияларының жұмыс режиміне әсер ететін негізгі себептер мен климаттық факторлар анықталып, талданды. Күн сәулесінің түсу бұрышы, бұлттылық, қоршаған ортаның температурасы сияқты параметрлер электр энергиясын өндіруге айтарлықтай әсер етуі мүмкін екенін ерекше атап өткен жөн. Келтірілген фактілерді және жүргізілген есептеулерді ескере отырып, Қызылорда өңірінің күн энергиясы жоғары деп айтуға болады.

Кілтті сөздер: күн электр станциясы, күн панелі, климаттық фактор, әсер ету, күн радиациясы, сәулелену, энергия.

**G. B. Kurmanbayev, I. U. Makhambayeva, G. N. Kamalova,
N. B. Bekzulda*

Korkyt Ata Kyzylorda University, Kazakhstan, Kyzylorda

Accepted for publication on 18.09.23

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SOLAR POWER PLANTS IN THE KYZYLORDA REGION OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

This work provides information on the prospects for the development of solar power plants and on the factors affecting its operation on the example of the Kyzylorda region. The main task in the construction of solar power plants is to determine suitable climatic factors, as well as their consideration in the development of plant operating modes. Such conditions include the level of solar radiation, clear cloudless days, dust storms, and ambient temperature.

As you know, the intensity of sunlight that reaches the earth varies depending on the time of day, year, location and weather conditions. The total amount of energy calculated in a day or a year is called irradiation (or in another way «the arrival of solar radiation») and shows how powerful the solar radiation was. In the course of the study, the main causes and climatic factors affecting the operating modes of solar power plants were identified and analyzed on the example of the Zhalagash SES of the Kyzylorda region. It should be particularly noted that parameters such as the angle of incidence of sunlight, cloud cover, and ambient temperature can significantly affect electricity generation. Taking into account the facts given and the calculations carried out, it can be argued that the Kyzylorda region has a great potential for solar energy.

Keywords: solar power plant, solar panel, climate factor, impacts, solar radiation, irradiation, energy.

Теруге 18.09.2023 ж. жіберілді. Басуға 29.09.2023 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 №4140

Сдано в набор 18.09.2023 г. Подписано в печать 29.09.2023 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 № 4140

«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