

Торайғыров университетінің  
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
Торайғыров университета

---

# Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы  
1997 жылдан бастап шығады



## ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия  
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 3 (2020)

---

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

KZ19VPU00029272

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**

---

**Бас редакторы – главный редактор**

Кислов А. П.

*к.т.н., доцент*

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

**Редакция алқасы – Редакционная коллегия**

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*  
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*  
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*  
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*  
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*  
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*  
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*  
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

---

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/WHWE6617>**Ж. Ж. Калиев<sup>1</sup>, У. Н. Султанбаев<sup>2</sup>, Ә. Е. Ұйқас<sup>3</sup>**

<sup>1,2</sup>Казахская академия транспорта и коммуникации имени М. Тынышпаева, Республика Казахстан, г. Алматы;

<sup>3</sup>Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г. Алматы

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

*При создании солнечной фотоэлектрической станции сначала необходимо смоделировать мощность солнечного света в течение года для каждого дня определенной области и найти предельный ток для каждого дня года и каждого часа дня. В данной работе были использованы компьютерная программа PVsyst и модуль интерактивной обработки данных NASA, с помощью которого вычислялась солнечная энергия по всей стране и создавались видеокарты. Этот метод позволяет упростить процессы расчета энергетических ресурсов всей страны в кратчайшие сроки. При расчете солнечной электростанции использовалась информация о ежедневном поступлении солнечной энергии для г. Алматы в соответствии с данными программного обеспечения PVsyst. Данные для анализа солнечной энергии были получены в течение 1 года. Зная значения солнечной энергии за такой длительный период, можно с высокой вероятностью рассчитать выходные характеристики электроэнергии солнечной панели. Для выбранной Алматинской области проведено моделирование маломощной солнечной станции. Были рассчитаны статистические характеристики суточной солнечной радиации за год выбранного региона, а также на основе климатических данных была рассчитана энергоэффективность одной солнечной панели. Определен оптимальный угол установки фотоэлектрических панелей, равный 43 градусам для стационарной солнечной станции.*

*Ключевые слова:* солнечная электростанция, выходная мощность солнечной панели.

### Введение

При создании солнечной фотоэлектрической станции, сначала необходимо смоделировать мощность солнечного излучения в течение года для каждого дня для данной области и найти пороговый ток каждого дня года и каждого часа дня.

При расчете солнечной электростанции, была использована информация ежедневного поступления солнечной энергии для города Алматы согласно данным программного обеспечения PVsyst. Данные для анализа солнечной энергии были взяты за 1 год. Зная значения солнечной энергии за столь длительный период, можно рассчитать с высокой долей вероятности выходные характеристики производства электроэнергии солнечной панели (Ritek MM 200) в течение дня одного года, эти данные занесены в таблицы 1, 2, 3, а так же показано на рисунке 1.

### Основная часть

Расчеты выходной мощности солнечной панели производилась на основе программы Matlab 2017. На рисунке 2 приведена структурная схема модели фотоэлектрической панели с номиналом 200 Вт. В качестве солнечной панели выбрали Ritek MM 200. Электрические характеристики солнечной панели:

- Максимальная выходная мощность MP (maximum power) – 200 Вт;
- Напряжение холостого хода  $V_{oc}$  – 32,97 В;
- Напряжение в точке максимальной мощности VMPP – 26.18 В;
- Ток короткого замыкания  $I_{sc}$  – 8,28 А;
- Ток в точке максимальной мощности  $I_{MPP}$  – 7,62 А;
- Количество солнечных ячеек – 54 шт.

Таблица 1 – Выходная мощность солнечной панели на основе радиационных данных

№ даты	Январь			Февраль			Март			Апрель		
	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч
1	0,353	-5	98	0,353	-1	97	3,256	5	811	2,382	12	600
2	0,911	-6	255	0,588	0	162	1,765	4	469	5,968	12	1251
3	2,430	-6	652	1,911	0	512	1,943	3	515	4,555	12	1033
4	1,775	-6	488	1,416	-2	385	4,053	5	972	3,083	13	750
5	1,332	-7	372	1,140	-2	314	4,762	6	1096	1,546	14	398
6	0,539	-7	151	1,180	-1	315	3,602	7	876	3,216	14	775
7	1,872	-6	513	0,561	-1	329	2,598	7	661	2,895	11	716
8	0,749	-5	210	1,722	1	463	2,620	6	669	5,807	12	1229
9	0,561	-4	156	2,381	-1	629	2,504	7	640	3,372	14	786
10	0,677	-5	188	2,568	-1	674	1,746	8	457	5,477	16	1160

11	2,314	-5	622	3,097	-1	795	1,258	5	338	6,047	16	1238
12	1,419	-5	400	1,269	-2	349	4,593	5	1071	5,955	17	1220
13	1,965	-6	536	1,571	-1	427	5,426	7	1200	6,976	18	1338
14	0,987	-6	277	2,541	0	665	5,312	7	1182	3,133	18	745
15	1,142	-5	318	2,428	1	636	3,401	7	835	2,723	16	665
16	2,158	-6	585	2,613	1	680	2,172	6	564	4,355	16	982
17	0,969	-6	272	1,606	1	433	2,401	7	616	6,728	15	1330
18	2,476	-7	667	3,727	0	926	2,600	6	664	6,622	15	1317
19	2,415	-7	651	3,981	0	977	1,184	6	317	4,512	16	1009
20	2,054	-7	561	2,062	2	546	2,231	7	576	2,332	16	579
21	1,816	-7	500	0,451	2	123	4,671	10	1062	3,304	18	779
22	0,452	-7	127	2,283	2	599	3,703	13	874	5,756	18	1188
23	2,651	-6	708	4,043	1	981	2,974	13	727	5,188	18	1107
24	2,898	-7	767	2,567	2	666	2,714	13	671	1,374	19	349
25	2,980	-7	785	3,876	1	952	1,515	13	392	3,508	20	812
26	2,887	-8	766	3,623	2	897	3,866	14	905	6,664	19	1297
27	0,944	-8	267	3,808	4	928	3,726	11	886	4,432	20	978
28	1,729	-8	480	1,715	3	458	5,849	12	1233	5,693	17	1185
29	2,270	-7	618				4,878	12	1088	5,169	17	1109
30	0,442	-6	124				0,787	13	206	6,528	17	1298
31	0,930	-6	261				4,190	14	969			

Таблица 2 – Выходная мощность солнечной панели на основе радиационных данных

№ даты	Май			Июнь			Июль			Август		
	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°С	Вт*ч
1	4,685	18	1028	8,578	24	1030	8,678	29	1406	6,115	29	1170
2	3,959	19	900	8,666	24	1445	8,090	28	1371	6,606	30	1220
3	6,254	18	1253	4,890	24	1032	5,759	28	1132	4,356	29	926
4	3,198	19	755	3,674	24	829	5,181	28	1055	8,064	29	1361
5	7,504	21	1371	7,860	25	1375	8,864	28	1427	8,046	30	1352
6	7,573	20	1385	6,943	25	1287	6,509	28	1170	3,678	30	809
7	4,752	20	1030	4,893	25	1028	2,805	29	647	4,323	30	916
8	5,059	21	1072	6,941	26	1280	3,443	30	766	6,765	30	1236
9	3,744	21	853	6,224	26	1247	4,950	30	1012	4,513	30	946
10	5,518	20	1144	4,719	26	997	5,120	30	1036	5,152	30	1041
11	3,717	21	848	4,748	26	1001	4,184	30	894	5,203	28	1058
12	5,336	21	1113	8,295	25	1410	7,871	29	1346	4,167	26	908
13	3,724	22	846	6,085	26	1185	5,481	29	1091	6,656	28	1238
14	3,915	22	880	6,999	26	1287	5,235	28	1062	6,797	27	1259
15	7,409	23	1348	8,561	25	1430	7,877	29	1346	7,151	27	1295

16	4,724	24	1007	8,793	25	1446	8,417	28	1396	6,802	27	1260
17	4,632	21	1006	7,702	25	1361	8,336	29	1382	6,781	28	1251
18	2,711	22	647	7,124	27	1292	8,450	29	1390	6,803	28	1253
19	5,772	21	1173	6,292	28	1197	7,083	28	1281	6,850	29	1251
20	7,628	21	1383	2,985	28	685	7,368	30	1295	5,108	29	1039
21	6,751	21	1293	3,119	28	711	7,638	30	1319	4,181	28	902
22	7,432	21	1364	3,966	28	866	8,328	28	1389	4,721	28	988
23	2,330	21	567	3,270	29	737	8,259	29	1376	6,537	28	1225
24	3,200	21	749	4,371	27	937	7,202	28	1293	3,459	28	776
25	5,373	22	1113	8,793	27	1430	6,002	28	1163	1,666	29	403
26	8,412	23	1434	8,672	27	1422	3,369	28	759	6,544	27	1232
27	7,550	23	1361	8,125	28	1373	4,352	29	925	5,485	26	1107
28	7,559	24	1355	5,351	28	1078	2,593	28	606	3,686	27	820
29	7,093	25	1303	4,908	27	1020	6,819	28	1255	3,927	28	859
30	8,716	25	1441	8,461	28	1399	5,678	29	1116	3,115	26	717
31	8,669	24	1446				4,948	29	1017	5,642	26	1128

Таблица 3 – Выходная мощность солнечной панели на основе радиационных данных

№ даты	Сентябрь			Октябрь			Ноябрь			Декабрь		
	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°C	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°C	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°C	Вт*ч	кВт*ч/ м <sup>2</sup>	°C	Вт*ч
1	6,912	27	1271	5,169	20	1094	3,226	13	780	2,647	0	690
2	5,599	26	1122	2,937	20	699	3,090	13	752	1,083	0	297
3	6,049	26	1180	0,639	20	163	1,241	13	323	1,339	1	364
4	3,246	26	742	3,633	19	840	1,164	11	306	1,129	1	308
5	3,871	25	857	3,359	18	790	3,291	10	802	1,204	0	329
6	2,899	26	674	3,622	18	841	1,951	11	501	1,594	1	430
7	3,173	26	728	1,485	17	372	1,441	10	378	2,304	0	609
8	4,136	26	903	1,283	16	330	1,783	7	468	0,625	1	171
9	3,387	25	772	2,298	15	574	0,435	6	116	0,294	1	80
10	3,266	26	746	4,047	15	931	2,890	7	726	1,945	0	521
11	5,665	26	1131	4,710	16	1041	2,727	7	690	1,688	-1	457
12	5,505	25	1115	4,264	16	966	2,214	7	572	0,954	-2	264
13	2,985	23	700	1,879	17	473	1,379	6	368	1,135	-2	313
14	4,301	23	943	1,750	15	446	1,979	6	518	1,631	-1	443
15	2,689	23	639	2,638	14	652	0,480	5	129	1,314	0	359
16	2,417	22	584	3,124	14	756	0,616	5	166	0,877	0	241
17	4,961	23	1048	0,979	15	254	2,759	5	706	0,690	-1	190
18	5,594	22	1144	0,909	15	236	1,073	6	288	0,701	-1	194
19	4,976	23	1050	0,430	13	120	1,329	5	356	1,266	-1	347
20	4,032	22	901	1,963	14	499	1,161	3	314	0,778	-1	215

21	4,897	22	1043	2,472	13	618	2,726	3	700	1,658	0	448
22	5,440	21	1128	4,113	13	951	1,764	4	468	0,948	0	260
23	5,410	20	1129	4,056	13	941	0,232	4	62	0,824	-1	227
24	4,284	20	953	3,269	11	795	0,451	3	122	1,865	0	501
25	1,752	21	436	3,755	12	888	1,169	3	317	1,155	-2	318
26	4,013	20	905	2,209	13	558	0,940	2	256	1,871	-2	506
27	4,026	21	904	3,564	12	851	2,169	3	570	1,970	-1	529
28	4,599	20	1005	3,705	11	882	1,152	4	311	1,733	-1	469
29	2,628	19	637	1,711	11	443	2,372	3	618	0,898	0	247
30	5,490	19	1146	1,331	13	346	1,269	2	344	0,309	0	84
31				2,796	12	692				0,272	-2	74

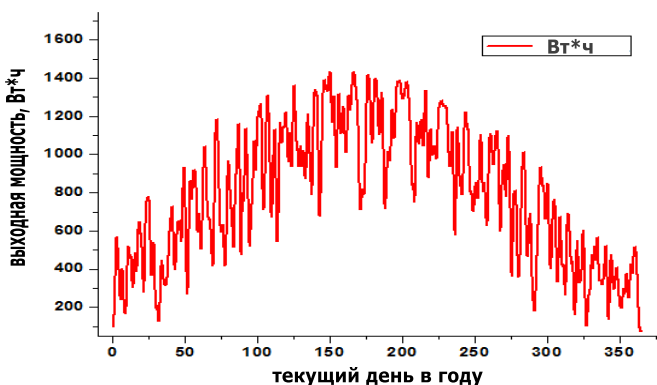


Рисунок 1 – Выходная мощность солнечной панели в течение года

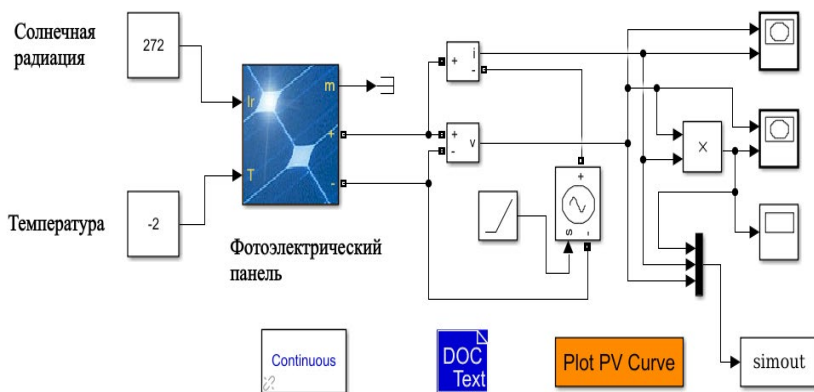


Рисунок 2 – Модель солнечной панели на основе программы Matlab

Так же, используя ниже приведенные расчетные формулы (1), можем прогнозировать электрические характеристики солнечных панелей в различных погодных условиях.

Пороговый ток – это минимальный ток, который генерируется солнечной панелью в облачную погоду. Используем известную формулу (1) для расчета солнечного излучения:

$$I = \eta_c I_0 = 1 + 0.034 \cos\left(2\pi \frac{n-1}{365}\right) I_0 \quad (1)$$

где  $\eta_c$  – поправочный коэффициент расстояния от Земли до Солнца;  
 $n$  – день года, первый день года – 1 января;  
 $I_0$  – постоянная солнечного излучения, равная 1,37 кВт / м<sup>2</sup>.

Если эффект рассеяния в атмосфере будет учтен, формула для интенсивности солнечного излучения в Алматы будет выглядеть следующим образом:

$$I = k \eta_c I_0 \sin(\alpha) \quad (2)$$

где,  $k$  – коэффициент рассеяния атмосферы, равный 0,3;  
 $\alpha$  – высота Солнца, которую можно найти по формуле (3):

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\sin(\delta)\sin(\varphi) + \cos(\delta)\cos(\varphi)\cos\left(15^\circ(LST - -12)\right)\right) \quad (3)$$

где  $\delta$  – склонение Солнца;  
 $\alpha$  – высота Солнца;  
 $\varphi$  – географическая широта города Алматы, LST – местное солнечное время.

$$\delta = \sin^{-1}\left(\sin 23.45 \times \sin\left(\frac{360}{365}(d - 81)\right)\right) \quad (4)$$

где  $d$  – день года;

Общее количество солнечной инсоляции на 1 м<sup>2</sup> за год можно рассчитать по следующей формуле (5):

$$E = \int_0^n \int_{T_1}^{T_2} k \eta_c I_0 f(w) g(w) \sin(\alpha) dndT \quad (5)$$

где  $f(w)$  и  $g(w)$  являются факторами воздействия угла высоты и угла азимута соответственно.



Если используется система слежения за Солнцем, то  $f(w)$  и  $g(w)$  равны 1.

Используя формулу (5), а так же значение модели солнечного панеля, строим график зависимости солнечной инсоляции в течение дня, от номера дня в году, как показанный на рисунке 3.

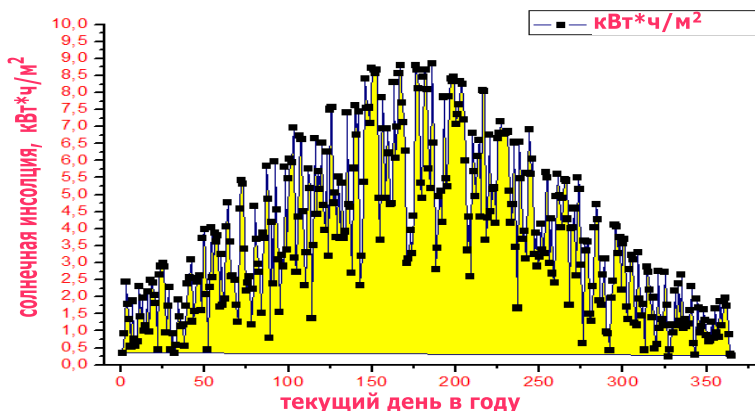


Рисунок 3 – Энергия солнечного излучения, падающего на 1 м<sup>2</sup> в течение одного года

На рисунке 4, 5 показаны сравнительные диаграммы средних показателей сезонных значений солнечной энергетики и произведение электроэнергии солнечной панели Ritek MM 200. Как мы видим из графика в летний период, солнечная интенсивность становится намного больше по сравнению с остальными сезонами года. Так же в летние дни нарастает длительность светового времени.

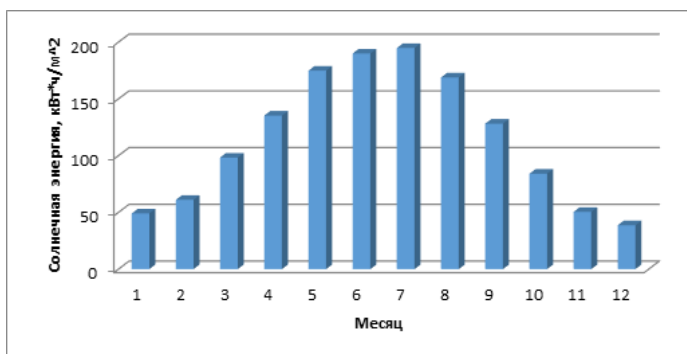


Рисунок 4 – Средняя солнечная энергия в месяц

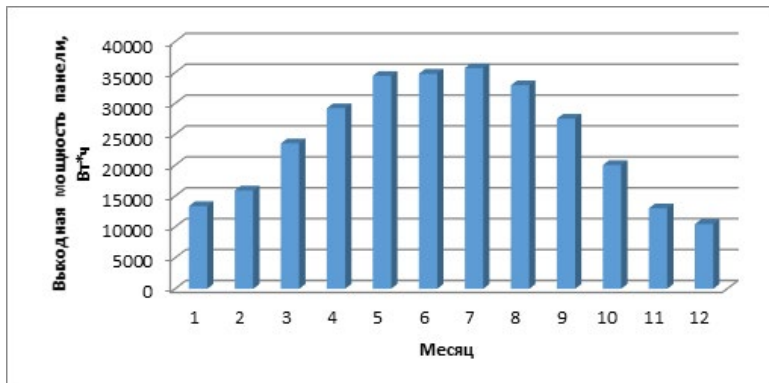


Рисунок 5 – Средняя выходная мощность солнечной панели Ritek MM 200

Далее мы должны найти оптимальный угол  $\beta_{\text{опт}}$  установки фотоэлектрических панелей для каждого периода сезона года, а так же оптимальный угол для весь период года. Для этого мы используем формулу склонение солнце  $\delta$  (4) и местную географическую широту  $\varphi=43,233$ , как указано ниже:

$$\beta_{\text{опт}} = \varphi - \delta \quad (6)$$

Расчеты угла склонения Солнца приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Угол склонения Солнце по месяцам

Месяц	Янв.	Февр.	Мар.	Апр.	Май.	Июн.	Июл.	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.
$\delta$	-20,226	-12,411	-1,315	9,931	18,6705	22,638	20,555	13,0795	2,44	-8,9265	-18,2215	-22,4775

Расчеты угла наклона солнечной панели занесены в таблицу 5 и годовой оптимальный угол наклона панеля указано на рисунке 5.

Таблица 5 – Оптимальный угол наклона установки солнечной панели

Месяц	Янв.	Февр.	Мар.	Апр.	Май.	Июн.	Июл.	Авг.	Сен.	Окт.	Нояб.	Дек.
$\beta_{\text{опт}}$	63,459	55,644	44,548	33,302	24,5625	20,595	22,678	30,1535	40,793	52,1595	61,4545	65,7105

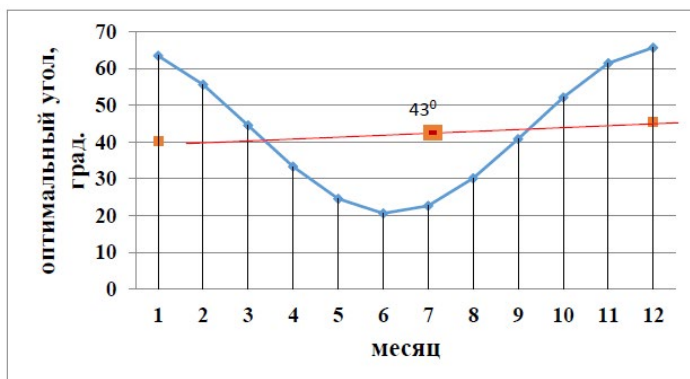


Рисунок 5 – Оптимальный угол установки солнечных панелей

Как видно на рисунке 5 оптимальный годовой угол наклона установки солнечной панели с помощью аппроксимаций. Годовой оптимальный угол наклона фотоэлектрической панели составляет 43 градуса для города Алматы.

Далее необходимо рассчитать нужное количество фотоэлектрических панелей для построения солнечной электростанции, используя следующие значения. Для расчета площади солнечной батареи, м<sup>2</sup>:

$$S_{СЭС} = P_n / P_{СП} \quad (7)$$

где,  $P_n$  – общая потребляемая нагрузка кВт,

$P_{СП}$  – выходная мощность одной солнечной панели кВт.

Соответственное количество солнечных панелей находим, шт:

$$N_{СП} = S_{СЭС} / S_{СП} \quad (8)$$

где,  $S_{СП}$  – площадь одной солнечной панели.

## Выводы

Для выбранной Алматинской области были произведены моделирование маломощной солнечной станции. Вычислены статистические характеристики суточных солнечных радиации в течение одного года выбранного региона, а так же вычислен энергопроизводительность одной солнечной панели на основе климатических данных. Определен оптимальный угол установки фотоэлектрических панелей, равным 43 градусу, для стационарной солнечной станции.

## Список использованных источников

1 **Mohanty, P., Sharma, K. R., Gujar, M., Kolhe, M. and Azmi, A. N.** «PV system design for off-grid applications». In *Solar Photovoltaic System Applications – A Guidebook for Off-Grid Electrification*, P. Mohanty et. al, Eds. – Switzerland : Springer, 2016. – P. 1–191.

2 **Ishaque ZS. K.** A deterministic particle swarm optimization maximum power point tracker for photovoltaic system under partial shading condition In. *IEEE Trans Ind Electron.* – 2013; 60:3195 – 206.

3 **Divya K. Sugumaran G.** Intelligent control technique for MPPT of PV system. In *Proceedings of the IEEE int Caracas conf devices, circuits syst (ICDCS 2014)* – 2014. – P. 1–5.

4 **Burdick, J., Schmidt, P.** *Install Your Own Solar Panels : Designing and Installing a Photovoltaic System to Power Your Home.* – North Adams, MA : Storey Publishing, 2017.

5 **Armstrong, S., Glavin, M. E., Hurley, W. G.** «Comparison of battery charging algorithms for stand alone photovoltaic systems». In *Proc. IEEE Power Electronics Specialists Conf.*, 2008. – P. 1469–1475.

6 **Al Shemmary, E.N.A., Kadhom, L. M., Al-Fahham, W. J.** «Information technology and stand-alone solar systems in tertiary institutions». In *Energy Procedia.* – Vol. 36. – P. 369–379. – 2013.

7 **Mohanty, P., Gujar, M.** «PV component selection for off-grid applications». In *Solar Photovoltaic System Applications – A Guidebook for Off-Grid Electrification*, P. Mohanty et. al, Eds. – Switzerland : Springer, 2016. – P. 1–191.

8 **Ghafoor, A., Munir, A.** «Design and economics analysis of an offgrid PV system for household electrification». In *Renewable and Sustainable Energy Reviews.* – Vol. 42. – P. 496–502. – 2015.

## Пайдаланган деректер тізімі

1 **Mohanti, R., Sharma, R. K., Gýjar, M., Kolhe, M. and Azmi, A. N.** Avtonomdy qosymshalarǵa arnalǵan PV dizain júesi [PV system design for off-grid applications]. In Kún júesinde fotoelektrlik qosymshalar-avtonomdy elektrlendirýge arnalǵan Anyqtamalyq, [Solar Photovoltaic System Applications]. – A Guidebook for Off-Grid Electrification. P. Mohanty et. al, Eds. – Switzerland : Springer, 2016. – P. 1–191.

2 **Ishak ZS. K.** Ishinara kóleńkeley jaǵdaynda fotoelektrlik júe úshin maksimaldy qýat núktesiniń deterministik bólshekterdiń rolyn ońtailandyry [A deterministic particle swarm optimization maximum power point tracker for photovoltaic system under partial shading condition]. In IEEE Trans Ind Electron. – 2013; 60:3195 – 206.

3 **Divá K. Sýgýmaran G.** Fotoelektrlik júeniń MPPT intellektýaldy basqary tehnikasy [Intelligent control technique for MPPT of PV system]. In Proceedings of the IEEE int Caracas conf devices, circuits syst (ICCDCS 2014); 2014. – P. 1–5.

4 **Burdick, J., Schmidt, P.** Ózińizdiń kún panelerińizdi ornатыңыз : úińizdi qýattandyry úshin fotoelektrlik júeni jobalaý jáne ornаты [Install Your Own Solar Panels: Designing and Installing a Photovoltaic System to Power Your Home]. – North Adams, MA : Storey Publishing, 2017.

5 **Armstrong, S., Glavin, M. E., Herli, Y. J.** Avtonomdy fotoelektrlik júeler úshin batareialardy zarátdaý algoritmderin salystyry [Comparison of battery charging algorithms for stand alone photovoltaic systems] In Proc. IEEE Power Electronics Specialists Conf. – 2008. – P. 1469–1475.

6 **Alshemmari, E. N. A., Kadhom, L. M., Ál-Fahham, Y. Dj.** Aqparattyq tehnologialar jáne joǵary oqý oryndaryndaǵy derbes kún júeleri [Information technology and stand-alone solar systems in tertiary institutions]. – Energy Procedia. Vol. 36. – P. 369–379. – 2013.

7 **Mohanti, P., Gýdjar, M.** Avtonomdy qosymshalar úshin PV komponentterin tańdaý [PV component selection for off-grid applications]. In Kún júesinde fotoelektrlik qosymshalar-avtonomdy elektrlendirýge arnalǵan Anyqtamalyq. Solar Photovoltaic System Applications]. – A Guidebook for Off-Grid Electrification, P. Mohanty et. al, Eds. – Switzerland : Springer, 2016. – P. 1–191.

8 **Ġafýr, A., Mýnr, A.** «Ú1 sharyashylygyn elektrlendirýge arnalǵan jelilik emes fotoelektrlik júeni jobalaý jáne ekonomikalыq taldaý [Design and economics analysis of an offgrid PV system for household electrification]. In Renewable and Sustainable Energy Reviews. – Vol. 42. – P. 496–502. – 2015.

*Ж. Ж. Калиев<sup>1</sup>, У. Н. Султанбаев<sup>2</sup>, Ә. Е. Ұйқас<sup>3</sup>*

**Тімді фотоэлектрлік станцияны модельдеу**

<sup>1,2</sup>М. Тынышбаев атындағы

Қазақ көлік және коммуникациялар академиясы,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.;

<sup>3</sup>Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

Материал 30.09.20 баспаға түсті.

*Zh. Zh. Kaliyev<sup>1</sup>, U. N. Sultanbaev<sup>2</sup>, A. E. Uikas<sup>3</sup>*

**Simulation of an efficient photovoltaic station**

<sup>1,2</sup>Kazakh Academy of transport and communication

named after M. Tynyshtayev,

Republic of Kazakhstan, Almaty;

<sup>3</sup>Al-Farabi Kazakh National University,

Republic of Kazakhstan, Almaty.

Material received on 30.09.20.

*Күн фотоэлектрлік станциясын құру кезінде алдымен белгілі бір аймақтың әр күні үшін жыл бойына күн сәулесінің қуатын модельдеу керек және жылдың әр күні мен күннің әр сағатының шекті тоғын табу керек. Бұл жұмыста PVsyst компьютерлік бағдарламасы және NASA деректерді интерактивті өңдеу модулі қолданылды, оның көмегімен күн энергиясы бүкіл ел бойынша есептелді және графикалық карталар жасалды. Бұл әдіс бүкіл елдің энергетикалық ресурстарын қысқа мерзімде есептеу процестерін жеңілдетуге мүмкіндік береді. Күн электр станциясын есептеу кезінде PVsyst бағдарламалық қамтамасыз ету деректеріне сәйкес Алматы қаласы үшін күн энергиясының күнделікті түсуі туралы ақпарат пайдаланылды. Күн энергиясын талдауға арналған деректер 1 жыл ішінде алынды. Осындай ұзақ кезеңдегі күн энергиясының мәндерін біле отырып, күн панелінің электр энергиясының шығыс сипаттамаларын жоғары ықтималдықпен есептеуге болады. Таңдалған Алматы облысы үшін қуаты аз күн станциясын модельдеу жүргізілді. Таңдалған аймақтың бір жылындағы күнделікті күн радиациясының статистикалық сипаттамалары есептелді, сонымен қатар климаттық мәліметтер негізінде бір күн панелінің энергия тиімділігі есептелді. Стационарлық күн станциясы үшін*

*43 градусқа тең фотоэлектрлік панельдерді орнатудың оңтайлы бұрышы анықталды.*

*Кілтті сөздер: күн электр станциясы, күн панелінің шығыс қуаты.*

*Creating a solar photovoltaic station, first need to modelling the power of sunlight during the year for each day of a certain area and find the current limit for each day of the year and each hour of the day. In this work, we used the PVSyst computer program and the NASA interactive data processing module, which was used to calculate solar energy across the country and create video cards. This method makes it possible to simplify the processes of calculating the energy resources of the entire country in the shortest possible time. When calculating the solar power plant, information about the daily solar energy supply for Almaty was used in accordance with the data of the PVSyst software. Data for the analysis of solar energy was obtained within 1 year. Knowing the values of solar energy over such a long period, it is possible to calculate the output characteristics of the solar panel's electricity with high probability. A low-power solar station was modeled for the selected Almaty region. Statistical characteristics of daily solar radiation for the year of the selected region were calculated, and the energy efficiency of a single solar panel was calculated based on climate data. The optimal angle of installation of photovoltaic panels, equal to 43 degrees for a stationary solar station, is determined.*

*Keywords: solar power plant, solar panel output power.*

Теруге 30.09.2020 ж. жіберілді. Басуға 14.10.2020 ж. қол қойылды.  
Электронды баспа  
2,99 Мб RAM  
Шартты баспа табағы 23,30. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.  
Компьютерде беттеген: А. Елемесқызы  
Корректор: А. Р. Омарова  
Тапсырыс № 3707

Сдано в набор 30.09.2020 г. Подписано в печать 14.10.2020 г.  
Электронное издание  
2,99 Мб RAM  
Усл. печ. л. 23,30. Тираж 300 экз. Цена договорная.  
Компьютерная верстка: А. Елемесқызы  
Корректор: А. Р. Омарова  
Заказ № 3707

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған  
«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы  
«Торайғыров университет»  
коммерциялық емес акционерлік қоғамы  
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.  
8 (7182) 67-36-69  
e-mail: kereku@tou.edu.kz  
www.vestnik.tou.edu.kz