

5-10-2019

COEFFICIENT OF NON IDEAL OF THE PHOTO OF VOLT-AMPERAL CHARACTERISTICS AND COEFFICIENT OF USEFUL ACTION OF SOLAR ELEMENTS

Rustamjon Ikromov
Namangan Institute of Engineering and Technology

Ikrom Rajapov
Namangan Institute of Engineering and Technology

Odina Ismanova
Namangan State University

Follow this and additional works at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu>



Part of the [Physical Sciences and Mathematics Commons](#)

Recommended Citation

Ikromov, Rustamjon; Rajapov, Ikrom; and Ismanova, Odina (2019) "COEFFICIENT OF NON IDEAL OF THE PHOTO OF VOLT-AMPERAL CHARACTERISTICS AND COEFFICIENT OF USEFUL ACTION OF SOLAR ELEMENTS," *Scientific Bulletin of Namangan State University*. Vol. 1 : Iss. 2 , Article 78.
Available at: <https://uzjournals.edu.uz/namdu/vol1/iss2/78>

This Article is brought to you for free and open access by 2030 Uzbekistan Research Online. It has been accepted for inclusion in Scientific Bulletin of Namangan State University by an authorized editor of 2030 Uzbekistan Research Online. For more information, please contact sh.erkinov@edu.uz.

**COEFFICIENT OF NON IDEAL OF THE PHOTO OF VOLT-AMPERAL
CHARACTERISTICS AND COEFFICIENT OF USEFUL ACTION OF SOLAR
ELEMENTS**

Cover Page Footnote

???????

Erratum

???????

ҚУЁШ ЭЛЕМЕНТЛАРИНИНГ ФОЙДАЛИ ИШ КОЭФФИЦИЕНТИ ВА ФОТО ВОЛЬТ-АМПЕР ХАРАКТЕРИСТИКАСИНИНГ НОИДЕАЛЛИК КОЭФФИЦИЕНТИ

¹Икрамов Рустамжон Гуломжонович, ¹Ражапов Икром Тўхтасинович, ²Исманова
Одина Тўлқинбоевна, ²Алиназарова Маҳфуза Алишеровна.

¹Наманган муҳандислик технология институти

²Наманган давлат университети

Аннотация: Ушбу ишда қуёш элементларининг фойдали иш коэффициенти учун содда кўринишдаги янги ифода келтириб чиқарилган. Бу ифодадан олинган ҳисоблаш натижалари тажрибадан олинган натижаларни тушинтара олиши кўрсатилган. Бу формуладан қуёш элементларининг фойдали иш коэффициенти фото вольт-ампер характеристика (фотоВАХ) сининг ноидеаллик коэффициентига боғланишлари ҳисобланганда, бу параметрни фотоВАХ ни қисқа тутаюв токи зичлиги аниқланадиган нуқтасидаги ноидеаллик коэффициентига боғланиши жуда кучли бўлиши, эффектив қувват аниқланадиган нуқтасидаги ноидеаллик коэффициентига боғланиши чизиқли бўлиши кўрсатилган.

Калит сўзлар: Қуёш элементи, фойдали иш коэффициенти, температура, сальт ишлаш кучланиши, қисқа тутаюв токи, потенциал тўсиқ баландлиги, қувват, фотоВАХ ни ноидеаллик коэффициенти.

КОЭФФИЦИЕНТ НЕИДЕАЛЬНОСТИ ФОТО ВОЛЬТ-АМПЕРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ И КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

¹Икрамов Рустамжон Гуломжонович, ¹Ражапов Икром Тўхтасинович, ²Исманова
Одина Тўлқинбоевна, ²Алиназарова Маҳфуза Алишеровна.

¹Наманганский инженерно-технологический институт

²Наманганский государственный университет

Аннотация: Полезные действия солнечных элементов. Показано, что результаты вычислений этой формулы хорошо согласуются с экспериментальными данными. Показано, что при вычислении КПД солнечных элементов от коэффициентов не идеальности фотоВАХ этот параметр экспоненциально зависит от коэффициентов не дальности в точке, где определяется коэффициент короткого замыкания фотоВАХ, и линейно коррелирует с коэффициентом не дальности в точке, где определяется эффективная мощность.

Ключевые слова: Солнечный элемент, коэффициент полезного действия, температура, напряжение холостого хода, ток короткого действия, высота потенциального барьера, мощность, коэффициент неидеальности фотоВАХ.

COEFFICIENT OF NON IDEAL OF THE PHOTO OF VOLT-AMPERAL CHARACTERISTICS AND COEFFICIENT OF USEFUL ACTION OF SOLAR ELEMENTS

¹Ikramov Rustamjon Gulomjonovich, ¹Rajapov Ikrom To'xtasinovich, ²Ismanova Odina

To'lqinboevna, ²Alinazarova Mahfuza Alisherovna.
¹Namangan Institute of Engineering and Technology
²Namangan State University

Abstract: Useful actions of solar cells. It is shown that the results of calculations of this formula are in good agreement with experimental data. It is shown that when calculating the efficiency of solar cells from the photoWAX nonideality coefficients, this parameter exponentially depends on the nonideality coefficients at the point where the photoWAX short circuit coefficient is determined and linearly correlates with the nonideality coefficient at the point where the effective power is determined

Keywords: Solo element, coefficient of performance, temperature, no-load voltage, short-circuit current, potential barrier height, power, non-ideal coefficient of photoWAX.

Маълумки, қуёш элемент (ҚЭ) ларининг фойдали иш коэффициентлари (ФИК)

$$\eta = ff \frac{U_{cu} j_{km}}{P_0 S} \quad (1)$$

ифодадан аниқланади. Бу ерда ff - ҚЭ лари фотоВАХ сининг тўлдириш коэффициентлари, U_{cu} - салт ишлаш кучланиши, j_{km} - қисқа туташув токи зичлиги, P_0 - ҚЭ юзасига тушаётган қуёш радиациясининг қуввати, S - ҚЭ нинг ишчи юзаси [1].

ҚЭ ларининг фотоВАХ сининг тўлдириш коэффициентлари

$$ff = \frac{S_1}{S_0} = \frac{U_{эф} j_{эф}}{U_{cu} j_{km}} \quad (2)$$

формуладан аниқланади. Бу ердаги S_1 - ҚЭ ларининг кучланиши ($U_{эф}$) ва токи зичлигини ($j_{эф}$) эффектив қийматлари билан аниқланадиган тўғри тўрт бурчак юзаси, S_0 - эса ҚЭ ларининг салт ишлаш кучланиши ва қисқа туташув токи зичлиги билан аниқланадиган тўғри тўрт бурчак юзаси (1-расм).

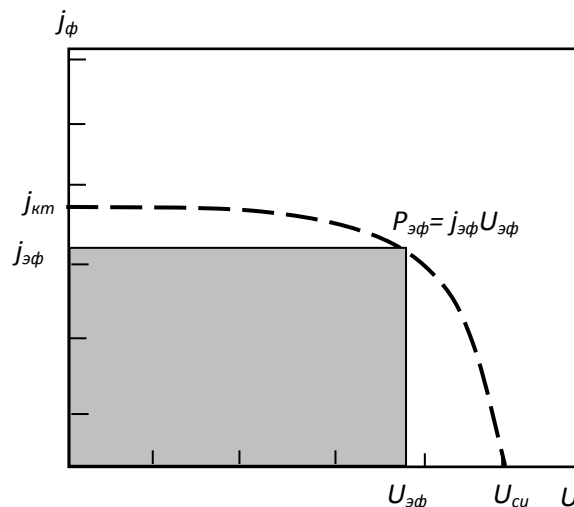
Бу ифодалардан фойдаланиб ҚЭ ларининг ФИК ни қуйидаги кўринишда ёзиш мумкин.

$$\eta = \frac{U_{эф} j_{эф}}{U_{cu} j_{km}} \frac{U_{cu} j_{km}}{P_0 S} = \frac{U_{эф} j_{эф}}{P_0 S} = \frac{P_{эф}}{P_0 S} \quad (3)$$

Бу ерда $P_{эф}$ - ҚЭ ларидан чиқувчи қувватнинг эффектив қиймати [2].

(1) формуладан кўринадики, ҚЭ ларининг ФИК ни аниқловчи асосий параметрлар бу, уларни салт ишлаш кучланиши, қисқа туташув токи зичлиги ва фотоВАХ ни тўлдириш коэффициентлари ҳисобланар экан.

[3] ишда эмпирик усулда ҚЭ ларининг салт ишлаш кучланиши учун



1-расм. ҚЭ нинг фотоВАХ сини тўлдириш коэффициентлари аниқлаш.

$$U_{cu} = (U_{cu0} - \varphi) \frac{T}{T_0} + \varphi \quad (4)$$

ифода олинган, бу ерда U_{cu0} - $T_0=300$ К даги салът ишлаш кучланиши, φ - ҚЭ нинг потенциал тўсиқ баландлиги.

[4] ишда назарий усул билан ҚЭ ларининг қика туташув токи зичлигини температурага боғлаш учун қуйидаги кўринишда тенгламани олинган:

$$j_{km} = j_{00} \exp \left[\frac{q(\varphi_0 - \gamma T)}{k} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right) \right] \left[\exp \left[\frac{q(\varphi_0 - \gamma T)}{n_1 k T_0} \left(\frac{U_{cu0}}{(\varphi_0 - \gamma T)} - 1 + \frac{T_0}{T} \right) \right] - 1 \right] \quad (5)$$

Бу ерда j_{00} - ҚЭ ларининг хона температурасидаги тўйиниш токи зичлиги, k - Больцман доимийси, q - электрон заряди, n_1 - ҚЭ ларининг фотоВАХ сининг қисқа туташув токи зичлиги аниқланадиган нуқтасидаги ноидеаллик коэффициенти, φ_0 - $T=0$ К да ҚЭ потенциал тўсиқ баландлиги, γ - яримўтказгичларни таъқиқ зонаси энергетик кенглигини температуравий коэффициенти. Унинг қиймати яримўтказгичлар учун $\gamma \approx (5 \cdot 10^{-4} - 10^{-5})$ эВ/К ораликда жойлашади.

[5] ишда эса ҚЭ нинг тажрибалардан аниқланган фотоВАХ дан фойдаланиб, ундаги эффекив қувватга мос келувчи нуқтани топиш усулидан фойдаланиб ҚЭ эффекив кучланиши ва ток кучи зичлиги учун

$$U_{\varepsilon\phi} = \frac{kT}{q} \ln \frac{j_{km}}{j_0} \frac{kT}{qU_{cu}} \quad (6)$$

$$j_{\varepsilon\phi} = j_{km} \left(\frac{n_2 k T}{q U_{cu}} - 1 - \frac{j_0}{j_{km}} \right) \quad (7)$$

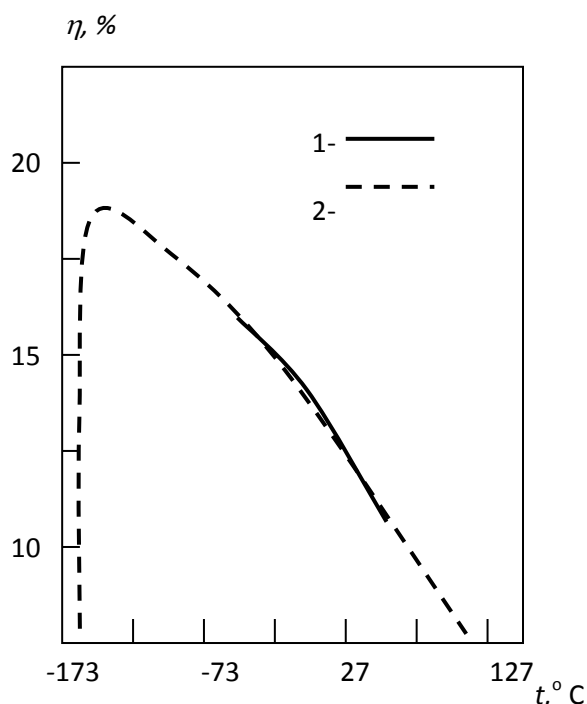
ифодалар олинган. Бу ерда j_0 - ҚЭ ларининг тўйиниш токи зичлиги [4] ишда бу параметр учун

$$j_0 = j_{00} \exp \left(\frac{q\varphi}{k} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right) \right) \quad (8)$$

ифода олинган. Булардан фойдаланиб ҚЭ ларининг фотоВАХ сининг тўлдириш коэффицентини ҳароратга боғланиши учун қуйидаги ифодани олиш мумкин:

$$ff = \frac{\frac{kTj_{km}}{q} \left(1 + \frac{j_0}{j_{km}} - \frac{n_2 k T}{q U_{cu}} \right) \ln \frac{j_{km}}{j_0} \frac{kT}{q U_{cu}}}{((U_{cu0} - \varphi) \frac{T}{T_0} + \varphi) j_0 \left[\exp \left[\frac{q\varphi}{n_1 k T_0} \left(\frac{U_{cu0}}{\varphi} - 1 + \frac{T_0}{T} \right) \right] - 1 \right]} \quad (9)$$

(9) ифодага (4), (5) ва (8) ифодаларни қўйиб бажарилган ҳисоблаш натижаларидан фотоВАХ ни тўлдириш коэффицентини, идеал ҚЭ лари учун 0,93



2-расм. Гомоген кремний асосли ҚЭ ФИК нинг температурага боғланишини 1-тажрибадан [2] 2-(29) формулани ҳисоблашдан олинган натижалар.

дан катта бўлиши мумкин эмаслигини кўрсатди. Шунинг учун идеал ҚЭ ларида ҳам ютилган фотонларни энергиясини 7 % йўқотилади деб хулоса чиқариш мумкин. Ноидеал ҚЭ лари учун олинган тажриба натижаларидан аниқланадиган фотоВАХ ни тўлдириш коэффициентини максимал қиймати 0,89-0,90 бўлиши аниқланган бу қийматлардан ноидеал ҚЭ ларида ютилган фотонларни энергиясини камида 10% йўқотилиши келиб чиқади.

ҚЭ ларининг ФИК ни аниқловчи (3) формулага кучланиш ва ток зичлиги учун олинган (6) ва (7) ифодаларни қўйиб ҚЭ ларининг ФИК учун қуйидаги тенгламани олиш мумкин

$$\eta = \frac{\frac{kTj_{km}}{q} \left(1 + \frac{j_0}{j_{km}} - \frac{n'_2 kT}{qU_{cu}} \right) \ln \frac{j_{km}}{j_0} \frac{kT}{qU_{cu}}}{P_0 S} \quad (10)$$

Бу формуладан кўринадики, ҚЭ ларининг ФИК ни (10) формуласига (4), (5) ва (8) ифодаларни қўйилса, бу параметрнинг ҳароратга ва фотоВАХ нинг ноидеаллик коэффициентларига боғланишларини аниқлаш мумкин бўлади.

AM0 ($P_0=1353$ Вт/м²) шароитида $t=25$ °C ҳароратда ФИК $\eta=16,4$ % бўлган AlGaAs-GaAs асосли ҚЭ ини [2] ФИК ҳароратга боғланиши учун (10) дан олинган ҳисоблаш натижалари 1 - жадвалда келтирилган.

1-жадвал

T=25 °C ҳароратда ФИК $\eta=16,4$ % бўлган AlGaAs-GaAs асосли ҚЭ ини асосий фотоэлектрик параметрларини AM0 ($P_0=1353$ Вт/м²) шароитида ҳароратга боғланиши.

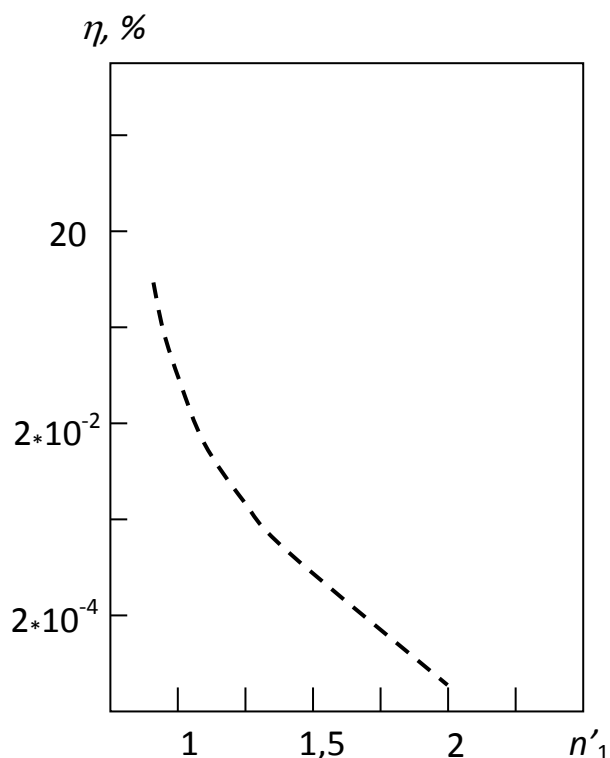
№	$t, ^\circ\text{C}$	T, K	U_{cu}, B	U_{ef}, B	I_{km}, mA	I_{ef}, mA	$\eta, \%$
1	-120	153	1,415	1,271	100,0	98,0	18,89
2	-100	173	1,358	1,214	101,3	99,25	18,91
3	-80	193	1,304	1,160	102,525	100,15	18,82
4	-60	213	1,252	1,108	103,835	101,35	18,70
5	-40	233	1,200	1,056	104,25	102,2	18,40
6	-20	253	1,148	1,004	105,5	102,8	17,85
7	0	273	1,096	0,952	106,7	103,3	17,18
8	20	293	1,044	0,990	107,825	103,7	16,59
9	40	313	0,992	0,948	108,95	104,0	15,77
10	60	333	0,940	0,896	110	103,9	15,26
11	80	353	0,888	0,844	111	103,7	14,59
12	100	373	0,836	0,792	112	103,4	13,92
13	120	393	0,784	0,740	113	102,9	13,26
14	140	413	0,732	0,688	114	102,2	12,59
15	160	433	0,680	0,636	115	101,7	11,92
16	180	453	0,628	0,584	116	101,3	11,26
17	200	473	0,576	0,532	117	101,0	10,59
18	220	493	0,524	0,480	118	100,9	9,93

Жадвалдан кўринадики, $AlGaAs-GaAs$ асосли ҚЭ ини ФИК жуда паст ҳароратларда ($t < -100\text{ }^\circ\text{C}$) ортиб, ҳарорат юқорилаб борган сари камайиб борар экан. Бу олинган натижаларни тажрибадан ва бошқа назарий усулларда олинган формуларни ҳисоблашлардан олинган натижаларга мос келиши аниқланди.

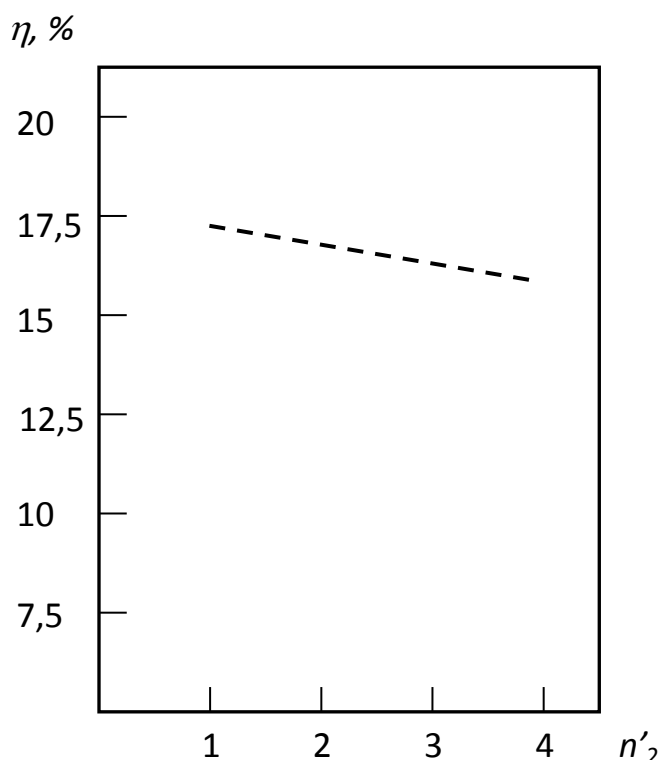
Гомоген кремний асосли ҚЭ ФИК нинг ҳароратга боғланиши учун тажрибаларни тушунтириш учун (10) формуладан олинган ҳисоблаш натижалари 2 - расмда келтирилган. Бу натижалар $-73\text{ }^\circ\text{C} < T < 77\text{ }^\circ\text{C}$, температура интервалида бир-бирига мос келиши, ҳисоблашлар эса тажрибани тўлдириши ва кремний асосли ҚЭ $T < -160\text{ }^\circ\text{C}$ ва $T > 120\text{ }^\circ\text{C}$ температураларда

ишлашга яроқсиз бўлиши кўриниб турибди.

3- расмда ҚЭ ларининг ФИК ини фотоВАХ нинг қисқа туташув токи аниқланадиган нуқтасидаги фотоВАХ нинг ноидеаллик коэффициентига боғланиши учун (10) формуладан олинган ҳисоблаш натижалари келтирилган. Бу боғланиш ҳам, жуда кучли бўлиб, ноидеаллик коэффициенти катталашиб борган сари ҚЭ ларининг ФИК экспоненциал равишда камайиб ноидеаллик



3 - расм. ҚЭ ларининг ФИК ни фотоВАХ нинг қисқа туташув токи аниқланадиган нуқтаси-даги фотоВАХ нинг ноидеал-лик коэффициентига боғланиши. Ҳисоблашларни $T_0=273\text{ K}$, $T=300\text{ K}$, $j_{00}=1,5 \cdot 10^{-10}\text{ A}$, $U_{cu}=0,65\text{ B}$, $\phi_0=1,12\text{ B}$ ва $\gamma=5 \cdot 10^{-4}\text{ B/K}$ қийматлар учун бажа-рилди.



4 - расм. ҚЭ ларининг ФИК ни фотоВАХ нинг ноидеаллик коэф-фициентига боғланиши. Ҳисоблашларни $T_0=273\text{ K}$, $T=300\text{ K}$, $j_{00}=9 \cdot 10^{-9}\text{ A}$, $\phi_0=1,12\text{ B}$, $U_{cu}=\phi_0/2\text{ B}$, $\gamma=5 \cdot 10^{-4}\text{ B/K}$ ва $n'_1=1,00239$ қийматлар учун бажари-лди.

коэффицентини қиймати 1 ва 2 оралиғида ўзгарганда 17,5 % дан $8 \cdot 10^{-5}\%$ оралиқда ўзгариши аниқланди.

4-расмда эса ҚЭ ларининг ФИК ини (10) формуладан олинган фотоВАХ нинг эффектив қувват аниқланадиган нуқтасидаги фотоВАХ нинг ноидеаллик коэффициентига боғланиши келтирилган. Расмдан бу боғланиш ҳам чизиқли бўлиб ноидеаллик коэффициенти 1 дан 4 гача ортиб борганда ҚЭ ларнинг эффектив қуввати $\eta=(17,5 - 15,4)\%$ оралиқда камайиши кўриниб турибди.

Шудай қилиб ушбу ишда ҚЭ ларининг ФИК ни ҳароратга ва фотоВАХ ни ноидеаллик коэффициентига боғланиши учун содда кўринишга эга бўлган янги

формула келтириб чиқарилди. Бу параметр учун келтириб чиқарилган формуладан олинган ҳисоблашлар тажриба натижаларини тушунтира олиши кўрсатилди. ҚЭ ларининг ФИК фотоВАХ ни ноидеаллик коэффициентига боғланишларидан бу параметрни фотоВАХ ни қисқа туташув токи зичлиги аниқланадиган нуқтасидаги ноидеаллик коэффициентига экспоненциал ва эффе́ктив қувват аниқланадиган нуқтасидаги ноидеаллик коэффициентига чизиқли боғлиқ бўлиши кўрсатилди.

References

1. Amorfnoqе poluprovodniki: Per. s angl./Pod red. M. Brodski. -M.: Mir, 1982.-418 s.
2. Farenbrux A., Bg'yub R. Solnechnqе elementq (teoriya i eksperiment), M., Energoatomizdat, 1987, -278 s.
3. Aliev R., Zaynobiddinov S., Ikramov R.G., Ismanova O.T., Nuritdinova M.A. «Otsenka fotoelektricheskix parametrov solnechnqx elementov na osnove amorfного kremniya», Geliotexnika, 2003, № 1, s. 18-22.
4. Zaynobiddinov S., Ikramov R.G., Aliev R., Ismanova O.T., Niyazova O., Nuritdinova M.A. «Vliyanie temperaturq na fotoelektricheskie xarakteristiki solnechnqx elementov iz amorfного kremniya», Geliotexnika, 2003, № 3, s.19-22.
5. Aliev R., Ikramov R.G., Alinazarova M.A., Ismanova O.T. Influence of Temperature on photocurrent of Amorphous Semiconductor-Based Solar Element. Applied Solar Energy, 2009, Vol.45, No.3, “. 148-150.