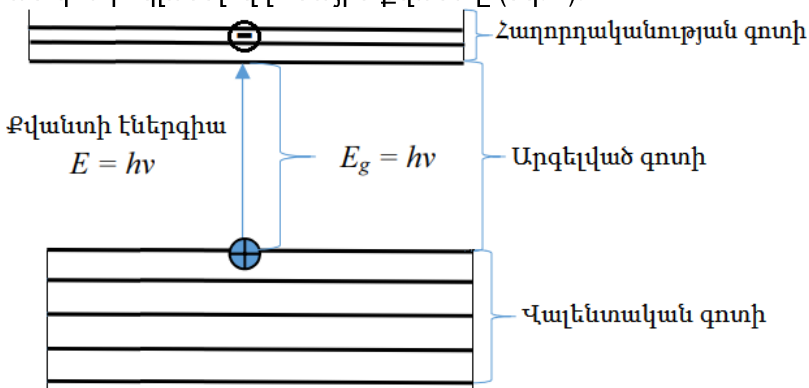


**ԱՐԵՎԱՅԻՆ ԲԶԻՋՆԵՐԻ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԻ ՎՐԱ ԼՈՒՅՍԻ ՈՒԺԳՆՈՒԹՅԱՆ
ԵՎ ՀԱՐԹԱԿԻ ԱՆԿՅԱՆ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ**

ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ ՎԱՀԱՆ

*ՀԱՊՀ, ՏՀՏԷ ինստիտուտի «Էլեկտրոնային տեխնիկա» ամբիոնի
բակալավորի 4-րդ կուրսի ուսանող*

Ներկայումս համաշխարհային էներգիայի հիմնական աղբյուրը բնական հանածո ռեսուրսներն են, սակայն այդ պաշարները սահմանափակ են, և մարդկությանը սպառնացող էներգետիկ ճգնաժամը նոր լուծումներ և մոտեցումներ է պահանջում: Որպես այլընտրանքային էներգիայի աղբյուր՝ հանդես է գալիս արևային էներգիան: Արևային էներգիայի օգտագործման նպատակով պատրաստում են արևային մարտկոցներ: Վերջինս կառուցվում է միմյանց միացվող արևային հարթակներից, որոնք իրենց հերթին կառուցված են արևային էլեմենտներից և միայն էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերի գնահատմամբ կարելի է կատարել սարքի համար անհրաժեշտ հարթակի ընտրությունը: Արևային մարտկոցների աշխատանքի հիմքում ընկած է արևային էներգիայի փոխակերպումն էլեկտրականի, այսինքն՝ ներքին ֆոտոէֆեկտը, էլեկտրոնների տեղափոխումը վալենտական գոտուց հաղորդման գոտի՝ կլանելով լուսային քվանտը (նկ. 1):



Նկար 1. *p* – *n* անցման էներգետիկ գոտիների տեսքը

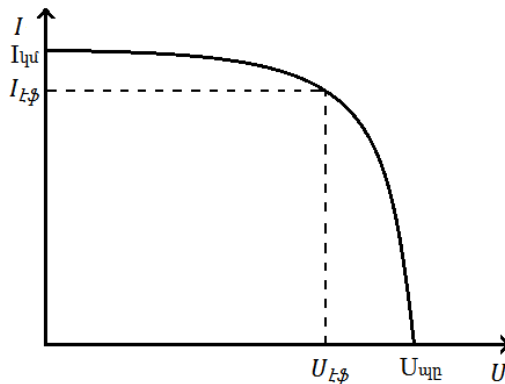
Էլեկտրոնի տեղափոխման ժամանակ վալենտական գոտում առաջանում են խոռոչներ: Դրա հետևանքով առաջանում են լրացուցիչ լիցքակիրներ՝ ազատ էլեկտրոններ և խոռոչներ: Ներքին ֆոտոէֆեկտի

դիտարկման համար հարկավոր է, որ լուսային քվանտի էներգիան հավասար լինի կամ գերազանցի արգելման գոտու լայնությունը՝

$$h\nu \geq E_g,$$

որտեղ h -ը Պլանկի հաստատունն է, ν -ն՝ լույսի ալիքի հաճախությունը, E_g -ն՝ արգելված գոտու լայնությունը:

Լուսային էներգիան էլեկտրականի փոխակերպելու համար արևային մարտկոցներում օգտագործում են ֆոտոէլեկտրական կերպափոխիչներ՝ ֆոտոէլեմենտներ: Նրանց աշխատանքի հիմքում ընկած է արևային ճառագայթման ազդեցությամբ ոչ համասեռ կիսահաղորդչային կառուցվածքներում ֆոտովոլտային երևույթը: Արդյունավետությունը կախված է ոչ միասեռ կիսահաղորդչային կառուցվածքի և կիրառվող նյութերի էլեկտրաֆիզիկական բնութագրերից և օպտիկական հատկություններից: Բացի դրանից՝ արևային մարտկոցների հիմնական թերություններից մեկը կապված է նրա մակերևույթի վրա ընկնող լույսի չափից, որի հետևանքով տեղի է ունենում արդյունավետության կտրուկ փոփոխում: Տեսականորեն հնարավոր է ստանալ 50% ՕԳԳ, բայց լաբորատոր միջավայրում դեռևս ստացվել է 40% ՕԳԳ: Ներկայումս լայնորեն օգտագործվում են 6-25% ՕԳԳ ունեցող արևային հարթակներ: Արևային մարտկոցներն ունեն յուրահատուկ վոլտամպերային և էլքային բնութագրեր, որոնք կարող են փոփոխվել՝ կախված շրջակա միջավայրի պայմաններից, օրինակ՝ ջերմաստիճանից և լուսավորվածությունից: Արևային մարտկոցների կարևորագույն բնութագրերից մեկը վոլտամպերային բնութագիրն (ՎԱԲ) է: Նրանց ՎԱԲ-ի ընդհանուր տեսքը ներկայացված է նկ. 2-ում:

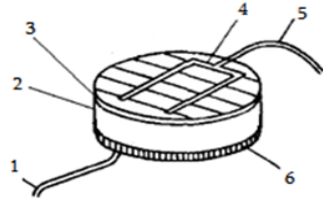


Նկար 2. Արևային էլեմենտի ՎԱԲ-ի տեսքը:

Արևային էլեմենտի կառուցվածքը ներկայացված է նկ. 3-ում: n -տիպի հարթակի վրա անցկացվում է p -տիպի բարակ շերտ, որոնցով առաջանում է $p-n$ անցումը: Լույսը ընկնում է p -տիպի շերտի վրա: Այն սխեմայում

միացնելու համար կան երկու կոնտակտներ՝ *n*-տիպի շերտի մակերևույթով և լուսավորվող շերտի կողմից:

1. Նախորդ էլեմենտին միացման կոնտակտ
2. *p*-շերտ
3. *n*-շերտ
4. Դիմային հպակ
5. Հաջորդ էլեմենտին միացման կոնտակտ
6. Մետաղական կոնտակտ



Նկար 3. Արևային էլեմենտի կառուցվածքը:

Աշխատանքի նպատակն է ուսումնասիրել արևային բջիջների էլեկտրաֆիզիկական պարամետրերի և ՕԳԳ-ի վրա լույսի աղբյուրի ուժգնության, ինչպես նաև հարթակի անկյան փոփոխությունների ազդեցությունը:

Տվյալ աշխատանքը կատարվել է երկու տարբեր բնութագրերով հարթակների հետ: Աշխատանքի ընթացքում օգտագործված ստենդի մեջ տեղադրված է լույսի աղբյուր և արևային հարթակի տեղադրման հարմարանք (նկ. 4):

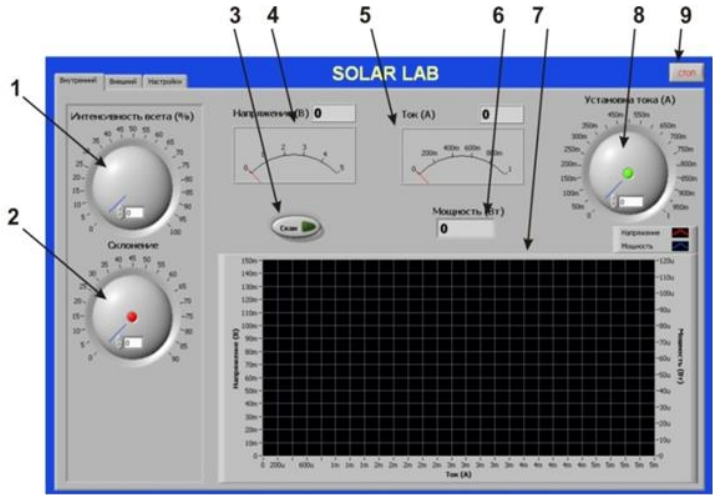


Նկար 4. Ստենդ:

Ստենդը կառուցված է այնպես, որ փակված վիճակում լույսի հոսքի կորուստը հասցվի նվազագույնի:

Արևային էլեմենտի հիմնական բնութագրերից մեկը համարվում է պարապ ընթացքի լարումը: Առանձին էլեմենտների պարապ ընթացքի լարումները կարող են տարբերվել մի էլեմենտից մյուսին անցնելիս, եթե անգամ նրանք արտադրվել են միևնույն տեխնոլոգիական պրոցեսում, և կարող է այդ տարբերությունը կազմել մոտ 0,5 Վ: Այդ իսկ պատճառով հարթակների հավաքման ժամանակ հարկավոր է ընտրել արևային էլեմենտներ պարապ ընթացքի մոտ լարումներով, հակառակ դեպքում արդյունաբար ՕԳԳ-ն կստացվի հաշվարկային արժեքից ավելի փոքր:

1. Լույսի աղբյուրի հզորության կառավարում: 2. Արևային հարթակի անկյան դիրքի կառավարում: 3. Ավտոմատ կերպով արևային մարտկոցի բնութագրերի հետազոտման ստեղծում: 4. Տվյալ պահի լարման արժեքի ինդիկատոր: 5. Տվյալ պահի հոսանքի արժեքի ինդիկատոր:



6. Տվյալ պահի հզորության արժեքի ինդիկատոր: 7. Վոլտ-ամպերային բնութագրի գրաֆիկ: 8. Էլեկտրոնային բեռի կարգավորում: 9. Ծրագրի կանգնեցման ստեղծում:

Նկար 5. «SolarLab» ծրագրի պատուհանի տեսքը:

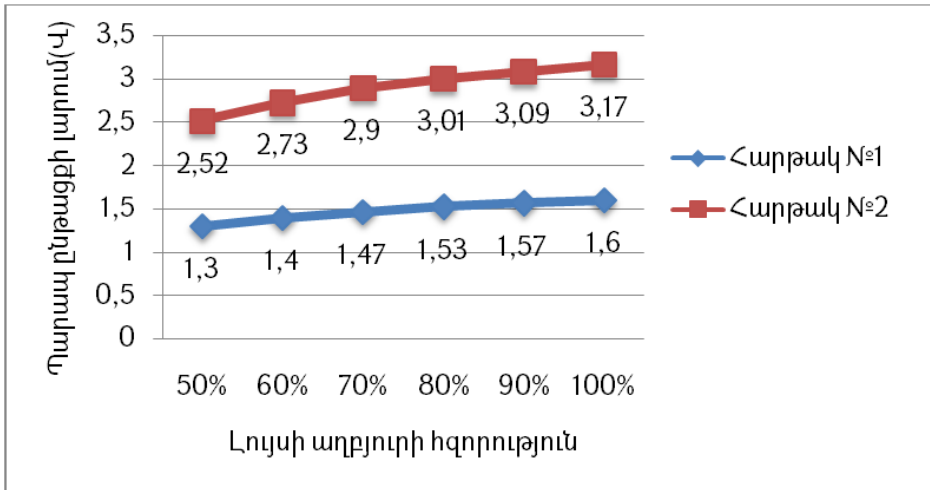
Աշխատանքի ընթացքում հարթակները տեղադրելիս հաշվի է առնվել բևեռականությունը: Հարթակը հարմարանքի վրա պահվում է մագնիսների միջոցով: Ստենդի կառավարումն իրականացվում է համակարգչի միջոցով «SolarLab» ծրագրի օգնությամբ (նկ. 5):

Պարապ ընթացքի լարման լույսի աղբյուրի հզորությունից կախման համար էլեկտրոնային բեռի արժեքն ընտրվել է 0, իսկ թաքության անկյունը՝ 90°: Փոփոխելով լույսի աղբյուրի հզորությունը՝ երկու հարթակների աշխատանքի ժամանակ ստացվել են աղ. 1-ում ներկայացված արժեքները:

	Լույսի աղբյուրի հզորություն					
	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Հարթակ №1 ՊԸ լարում(Վ)	1,3	1,4	1,47	1,53	1,57	1,6
Հարթակ №2 ՊԸ լարում(Վ)	2,52	2,73	2,9	3,01	3,09	3,17

Աղյուսակ 1. Պարապ ընթացքի լարումների արժեքները ըստ լույսի աղբյուրի հզորության:

Ելնելով աղյուսակ 1-ի տվյալներից՝ ստացվել է հետևյալ կախվածությունը (գծապատկեր 1):

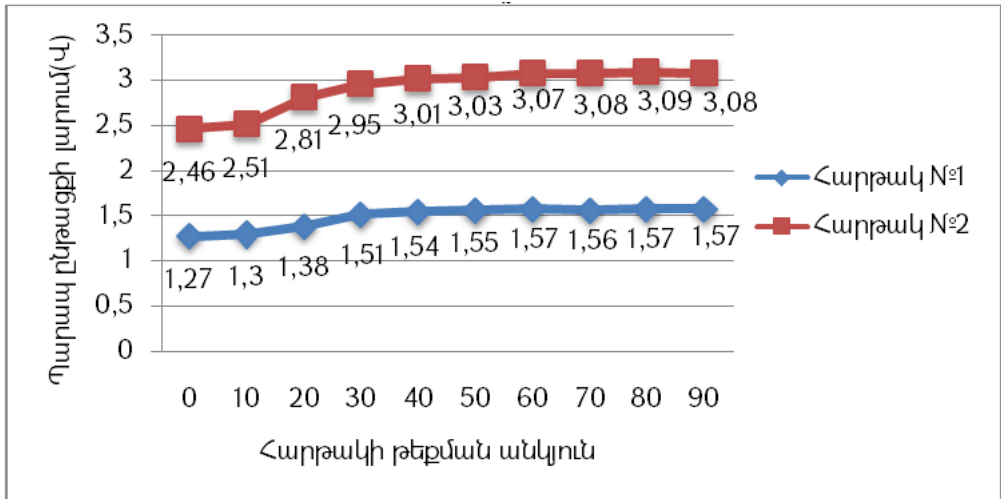


Գծապատկեր 1. Պարապ ընթացքի լարումների կախվածությունը լույսի աղբյուրի հզորությունից:

Հարթակի թեքության անկյունից կախումն որոշելու համար լույսի ինտենսիվության արժեքն ընտրվել է 100%: Փոփոխելով անկյան արժեքը՝ երկու հարթակների աշխատանքի ժամանակ ստացվել են աղ. 2-ում ներկայացված արժեքները:

	Արևային հարթակի թեքության անկյուն									
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Հարթակ N#1 ՊԸ լարում(վ)	1,27	1,3	1,38	1,51	1,54	1,55	1,57	1,56	1,57	1,57
Հարթակ N#2 ՊԸ լարում(վ)	2,46	2,51	2,81	2,95	3,01	3,03	3,07	3,08	3,09	3,08

Աղյուսակ 2. Պարապ ընթացքի լարումների արժեքները ըստ հարթակի անկյան:

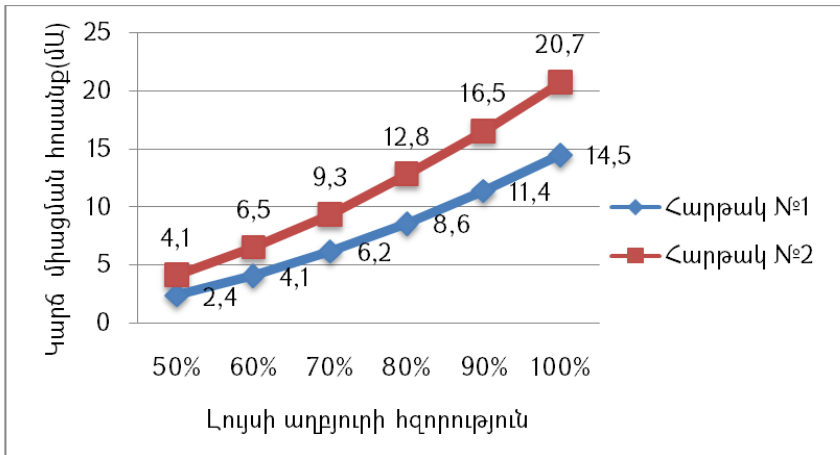


Գծապատկեր 2. Պարապ ընթացքի լարումների կախվածությունը հարթակի անկյունից:

Հետաքրքրություն է ներկայացնում նաև կարճ միացման հոսանքի ուսումնասիրումը դիտարկված դեպքերի ժամանակ: Կարճ միացման հոսանքի՝ լույսի աղբյուրի հզորությունից կախման համար էլեկտրոնային բեռի արժեքն ընտրվել է 1Ա, իսկ թեքության անկյունը՝ 90°: Փոփոխելով լույսի աղբյուրի հզորությունը՝ երկու հարթակների աշխատանքի ժամանակ ստացվել են աղ. 3-ում ներկայացված արժեքները:

	Լույսի աղբյուրի հզորություն					
	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Հարթակ N1 ԿՄ հոսանք(մԱ)	2,4	4,1	6,2	8,6	11,4	14,5
Հարթակ N2 ԿՄ հոսանք(մԱ)	4,1	6,5	9,3	12,8	16,5	20,7

Աղյուսակ 3. Կարճ միացման հոսանքների արժեքները ըստ լույսի աղբյուրի հզորության

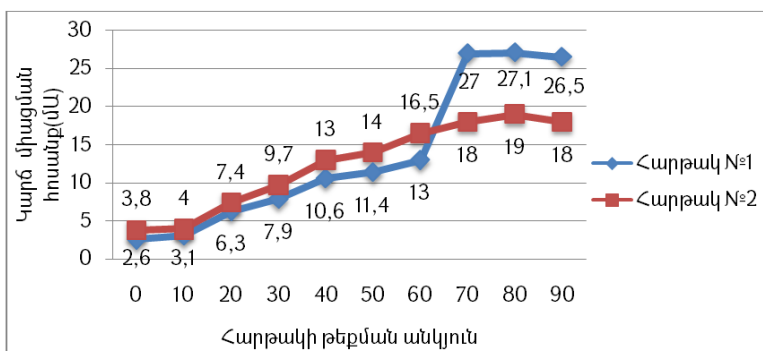


Գծապատկեր 3. Կարճ միացման հոսանքների կախվածությունը լույսի աղբյուրի հզորությունից:

Հարթակի թերթության անկյունից կախումն որոշելու համար լույսի ինտենսիվության արժեքն ընտրվել է 100%: Փոփոխելով անկյան արժեքը՝ երկու հարթակների աշխատանքի ժամանակ ստացվել են աղ. 4-ի արժեքները:

	Արևային հարթակի թերթության անկյուն									
	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Հարթակ №1 ԿՄ հոսանք(մԱ)	2,6	3,1	6,3	7,9	10,6	11,4	13	27	27,1	26,5
Հարթակ №2 ԿՄ հոսանք(մԱ)	3,8	4	7,4	9,7	13	14	16,5	18	19	18

Աղյուսակ 4. Կարճ միացման հոսանքների արժեքները ըստ հարթակի անկյան:



Գծապատկեր 4. Կարճ միացման հոսանքների կախվածությունը հարթակի անկյունից:

Այս աշխատանքի ընթացքում մենք ուսումնասիրել ենք երկրորդ հարթակի ՎԱԲ-ի մաքսիմալ հզորության, էֆեկտիվ լարման, էֆեկտիվ հոսանքի, ՕԳԳ-ի և լցվածության գործակցի կախվածություններն ընկնող լույսի ինտենսիվությունից: ՕԳԳ-ն տվյալ դեպքում որոշվում է ելքային էլեկտրական հզորության և ընկնող լույսի ճառագայթման հզորության հարաբերությամբ: Մաքսիմալ ելքային հզորության համար կարելի է գրել հետևյալ բանաձևը՝

$$\eta = \frac{P_{\text{max}}}{SP_{\text{գաղ}} } 100\% ,$$

որտեղ $P_{\text{գաղ}}$ -ը ընկնող օպտիկական ճառագայթման հզորությունն է, որն այս դեպքում առավելագույնը կազմել է 60 Վտ/մ², P_{max} -ը մաքսիմալ հզորությունն է, S -ը՝ արևային հարթակի ակտիվ մակերեսը, որն այս դեպքում 80 սմ² է:

Իսկ լցվածության գործակիցը՝ K_z , որոշվում է՝

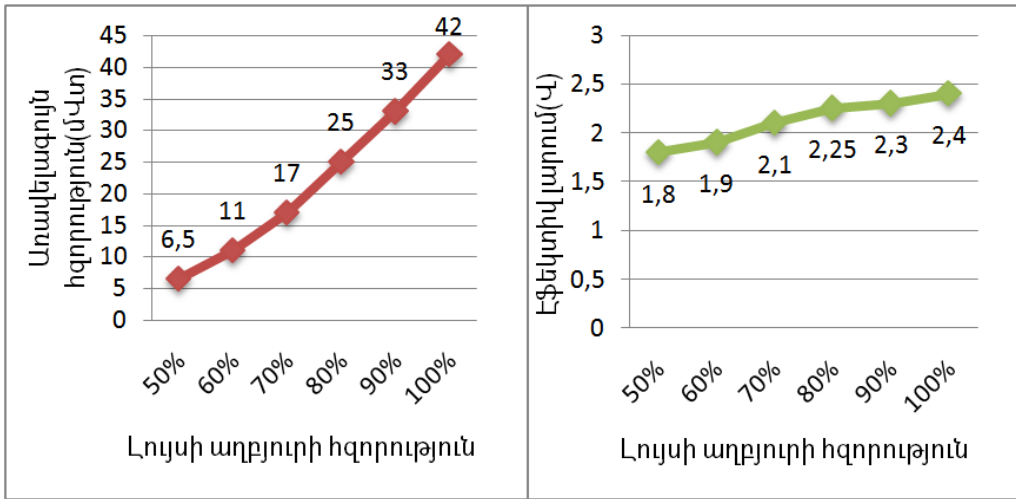
$$K_z = \frac{P_{\text{max}}}{U_{\text{գոծ}} I_{\text{գոծ}}} :$$

Այդ կախումների որոշման նպատակով կրկին էլեկտրոնային բեռի արժեքն ընտրվել է 0, իսկ թեքության անկյունը՝ 90°: Արդյունքում ստացվել են աղ. 5-ում ներկայացված արժեքները:

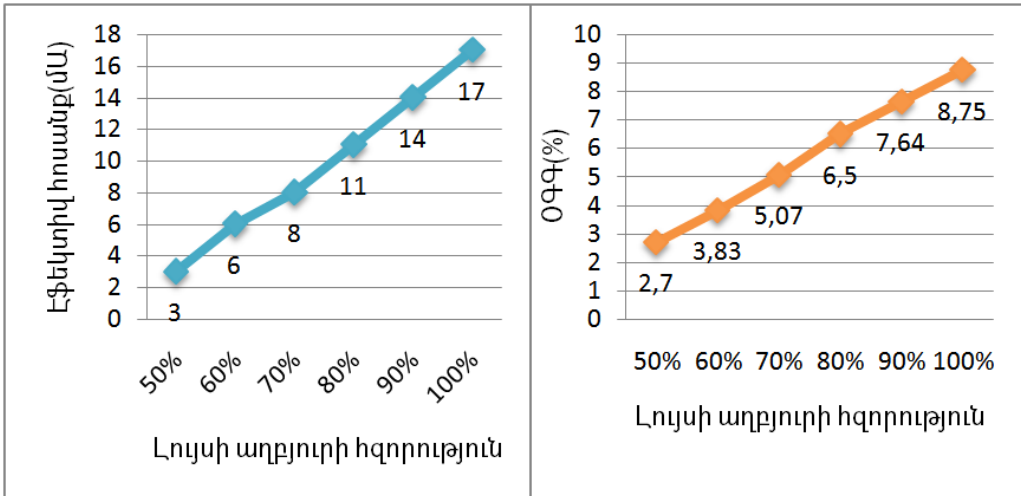
	Լույսի աղբյուրի հզորություն					
	50%	60%	70%	80%	90%	100%
$P_{\text{max}} (10^{-3} \text{ Վտ})$	6,5	11	17	25	33	42
$U_{\text{էֆ}} (\text{Վ})$	1,8	1,9	2,1	2,25	2,3	2,4
$I_{\text{էֆ}} (\text{մԱ})$	3	6	8	11	14	17
$\eta(\%)$	2,7	3,83	5,07	6,5	7,64	8,75
K_z	0,63	0,62	0,63	0,649	0,647	0,64

Աղյուսակ 5. Տարբեր պարամետրերի արժեքները ըստ լույսի աղբյուրի հզորության:

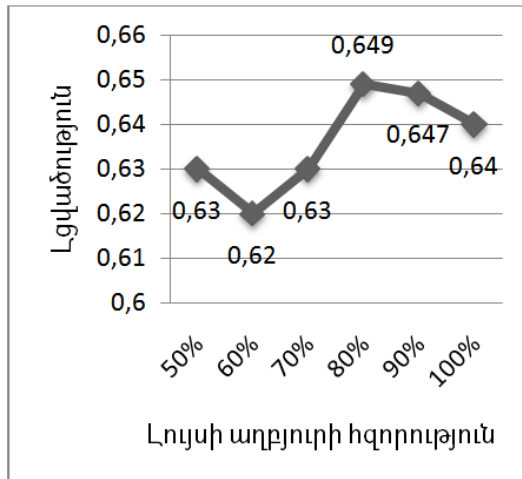
Ելնելով աղյուսակ 5-ի տվյալներից՝ ստացվել են գծապատկերներ 5-9 կախվածությունները:



Գծապատկեր 5, 6. Առավելագույն հզորության և էֆեկտիվ լարման կախվածությունը լույսի աղբյուրի հզորությունից



Գծապատկեր 7, 8. Էֆեկտիվ հոսանքի և ՕԳԳ-ի կախվածությունը լույսի աղբյուրի հզորությունից:



Գծապատկեր 9. Լցվածության կախվածությունը լույսի աղբյուրի հզորությունից:

Այսպիսով, ստացված տվյալներից կարող ենք եզրակացնել,

- Ըստ աղ. 1-ի և աղ. 2-ի և նրանց համապատասխան գրաֆիկների՝ պարապ ընթացքի լարումը խիստ կախված է լույսի աղբյուրի հզորությունից, և նրա աճմանը զուգընթաց այն մեծանում է, իսկ կախված արևային հարթակի թեքության անկյունից, երկու հարթակների դիտարկման դեպքում էլ անկյան չափը կազմելով 60° հասնում է որոշակի առավելագույն արժեքի և աննշան տատանմամբ մնում է հաստատուն:
- Ըստ աղ. 3-ի և աղ. 4-ի և նրանց համապատասխան գրաֆիկների՝ կարճ միացման հոսանքը նույնպես խիստ կախված է լույսի աղբյուրի հզորությունից և նրա աճմանը զուգընթաց հոսանքը նույնպես աճում է, իսկ կախված արևային հարթակի թեքության անկյունից, երկու հարթակների դիտարկման դեպքում էլ անկյան չափը կազմելով 70° հասնում է որոշակի առավելագույն արժեքի և աննշան տատանմամբ մնում է հաստատուն:
- ըստ աղ. 5-ի և ստացված գրաֆիկների՝ առավելագույն հզորությունը, էֆեկտիվ հոսանքն ու լարումը, ինչպես նաև ՕԳԳ-ն խիստ կախված են լույսի աղբյուրի հզորությունից և աճում են նրա աճմանը զուգընթաց, իսկ լցվածության գործակցի փոփոխությունը աննշան է՝ կազմելով մոտ 4,5%:

Բանալի բառեր՝ արևային հարթակ, արևային մարտկոց, արևային բջիջ, ՎԱԲ, ՕԳԳ, պարամետրերի կախվածություն:

Օգտագործված գրականություն

- 1.«SolarLab» лабораторный стенд, Руководство пользователя
2. Дементьева О.Ю., Тимченко С.Л., Характеристические кривые солнечных батарей, Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 2014
3. Какурина Н.А., Какурин Ю.Б., Курсай Д.Е., Осипов Н.А., Исследование электрофизических характеристик солнечной панели с помощью компьютеризированного измерительного стенда// Инженерный вестник Дона, №3, 2016
4. <https://studfiles.net/preview/3828826/>
5. <http://ust.su/solar/media/section-inner14/1587/>
6. <https://s-ways.ru/informations/solnechnye-moduli.html>

STUDY OF THE INFLUENCE OF LIGHT INTENSITY AND THE PANEL ANGLE ON THE CHARACTERISTICS OF SOLAR CELLS

PETROSYAN VAHAN

*4th year Bachelor Student of Electronic Equipment Chair,
Institute of Information and Telecommunication Technologies and Electronics,
National Polytechnic University of Armenia*

During this research provided in the laboratory, experiments were conducted on two solar panels with different electrophysical parameters. The purpose of the research is to study the effect of light intensity and angle of the panel on the characteristics of solar panels such as efficiency, maximum power, etc. According to the results of this research, all parameters of the panel increase and depend on light intensity. Some of them remain unchanged after a specific angle of the panel, and the rest increase in proportion to the angle of the panel.

Key words: solar panel, solar battery, solar cell, Voltage-current characteristic, Efficiency Coefficient, parameter dependency.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛЫ СВЕТА И УГЛА ПАНЕЛИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ПЕТРОСЯН ВАГАН

Студент 4-ого курса кафедры электронной инженерии Института информационных и телекоммуникационных технологий и электроники АСПУ

В рамках данного исследования, в лабораторных условиях были проведены опыты на двух солнечных панелях с различными электрофизическими параметрами. Целью работы является исследование влияния силы света и угла панели на такие параметры солнечных панелей, как КПД, максимальная мощность и т. д.. По результатам данного исследования была выявлена прямо пропорциональная зависимость между различными параметрами панели от силы света. Некоторые из них остаются неизменными до конкретного угла панели, а остальные увеличиваются пропорционально углу панели.

Ключевые слова: солнечная панель, солнечная батарея, солнечный элемент, ВАХ. КПД, зависимость параметров.

Հոդվածը ներկայացվել է խմբագրական խորհուրդ 01.03.2019թ.:

Հոդվածը գրախոսվել է 13.04.2019թ.: