



№4/2026

ANDIJON DAVLAT PEDAGOGIKA INSTITUTI

ADPI
Ilmiy xabarnomasi

MOBIL QUYOSH ENERGETIK TIZIMIDA KONSENTRATSION REFLEKTOR VA TURLI FONLARNING FOTOLEKTRIK SAMARADORLIKKA TA'SIRINI ANI TADQIQ ETISH

Xolmatova X., Aliyev R., Rashidov B., Mirzaalimov N., Odiljonov A.

Andijon davlat universiteti

Mirzaalimov A.

Andijon davlat pedagogika instituti

Annotatsiya.

Mazkur tadqiqot ishida mobil quyosh energetik tizimi uchun konsentratsion reflektorli qurilma ishlab chiqildi hamda uning fotoelektrik parametrlariga turli rangdagi fonlarning ta'siri tajriba asosida o'rganildi. Tajribalarda portativ, buklanadigan konstruksiyaga ega bo'lgan, umumiy quvvati 250 W bo'lgan monokristall kremniyli quyosh paneli asos qilib olindi. Fotoelektrik xarakteristikalarini aniqlash real tashqi muhit sharoitida Prova A 200 Solar Module Analyser qurilmasi yordamida amalga oshirildi. Tajriba jarayonida qora, ko'k, yashil, qizil, oq va alyumin folgali reflektorli fonlar qo'llanilib, ularning quyosh panelining volt-ampere ($I-V$) va quvvat ($P-V$) xarakteristikalariga, ochiq zanjir kuchlanishi (U_{oc}), qisqa tutashuv toki (I_{sc}) hamda maksimal quvvat (P_{max}) qiymatlariga ko'rsatgan ta'siri taqqoslama tahlil qilindi.

Kalit so'zlar:

quyosh paneli, kremniy, Prova A 200 Solar module analyser, fotoelektrik parametrlar, rangli fon, rekombinatsiya.

Аннотация.

В данной исследовательской работе было разработано концентрирующее отражающее устройство для мобильной солнечной энергетической системы, и экспериментально изучено влияние различных цветových фонов на ее фотоэлектрические параметры. В качестве основы для экспериментов использовалась портативная, складная монокристаллическая кремниевая солнечная панель общей мощностью 250 Вт. Фотоэлектрические характеристики определялись с помощью анализатора солнечных модулей Prova A 200 в реальных условиях на открытом воздухе. В эксперименте использовались отражающие фоны черного, синего, зеленого, красного, белого цветов и алюминиевой фольги, и сравнивалось и анализировалось их влияние на вольт-амперные ($I-V$) и мощностные ($P-V$) характеристики солнечной панели, напряжение холостого хода (U_{oc}), ток короткого замыкания (I_{sc}) и значения максимальной мощности (P_{max}).

Ключевые слова:

солнечная панель, кремний, анализатор солнечных модулей Prova A 200, фотоэлектрические параметры, цветной фон, рекомбинация.

Abstract.

In this research work, a concentrating reflector device for a mobile solar energy system was developed and the effect of different colored backgrounds on its photovoltaic parameters was experimentally studied. A portable, foldable monocrystalline silicon solar panel with a total power of 250 W was used as the basis for the experiments. The photovoltaic characteristics were determined using the Prova A 200 Solar Module Analyzer device in real outdoor conditions. Black, blue, green, red, white and aluminum foil reflector backgrounds were used in the experiment, and their effects on the volt-ampere ($I-V$) and power ($P-V$) characteristics of the solar panel, open circuit voltage (U_{oc}), short circuit current (I_{sc}) and maximum power (P_{max}) values were compared and analyzed.

Keywords:

solar panel, silicon, Prova A 200 Solar module analyzer, photoelectric parameters, colored background, recombination.

1. Kirish. Bugungi kunda qayta tiklanuvchi energiya manbalari, xususan fotovoltaiik tizimlardan samarali foydalanish global energetika sohasining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, dala sharoitida, favqulodda vaziyatlarda va avtonom iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda mobil (portativ) quyosh energetik tizimlarining ahamiyati kundan-kunga ortib bormoqda.

Mobil tizimlarning asosiy kamchiliklaridan biri ularning cheklangan sirt yuzasi va real tashqi muhit omillari (harorat, optik yo'qotishlar) ta'sirida samaradorlikning pasayishidir. Yarimo'tkazgichli kremniy elementlarida nurlanish intensivligi va spektral tarkib tarkibiy qismlarining o'zgarishi zaryad tashuvchilarning generatsiya va rekombinatsiya jarayonlariga to'g'ridan-to'g'ri ta'sir ko'rsatadi. Ushbu muammolarni bartaraf etish va fotoelektrik

parametrlarni yaxshilash maqsadida konsentratsion reflektorlar va turli qaytaruvchi muhitlardan (fonlardan) foydalanish yuqori samara beradi.

Mazkur ishning maqsadi mobil quyosh energetik tizimi uchun konsentratsion reflektor qurilmasini ishlab chiqish hamda turli rangdagi fonlar sharoitida uning chiqish parametrlarini Prova A 200 Solar Module Analyser yordamida eksperimental tadqiq qilish va tahlil etishdan iborat.

2. Tadqiqot metodikasi va eksperimental qurilma. Tajribalarda portativ, buklanadigan konstruksiyaga ega bo'lgan, umumiy quvvati 250 W bo'lgan quyosh paneli asos qilib olindi. Qurilma ikki dona monokristall kremniy quyosh panelidan tashkil topgan bo'lib, har bir panelning nominal quvvati 125 W ni tashkil etadi. Mobil quyosh energetik tizimining tarkibiga quyosh paneli, zaryadlash kontrolleri (PWM), 12 V / 20 Ah LiFePO₄ akkumulyator, USB 5 V va DC 12 V chiqishlari, himoya elementlari hamda buklanadigan sumka shaklidagi g'ilof kiritilgan. Qurilmaning to'liq texnik tuzilishi va blok sxemasi 1-rasmda ko'rsatilgan.

Konsentratsion reflektorli qurilma quyosh nurlarini panel sirtiga qo'shimcha yo'naltirish uchun ishlab chiqildi. Reflektor sifatida yorug'likni yaxshi qaytaruvchi silliq yuzali material (alyumin folga) qo'llanildi. Eksperimentlar davomida quyidagi muhit sharoitlari nazorat qilindi:

Quyosh paneli: 250 W, 18 V

Panel tarkibi: 2 ta × 125 W monokristall panel

Nurlanish: 1000 W/m²

Atrof-muhit harorati: 30–32 °C

Panel yuzasi harorati: 45–52 °C

Akkumulyator: 12 V / 20 Ah LiFePO₄

Kontroller: PWM 12 V / 10 A

O'lchov: voltmetr, ampermetr, pyranometr, termometr



1-rasm. Mobil quyosh energetik tizimining umumiy ko'rinishi.

Fotoelektrik xarakteristikalarini (I–V va P–V egri chiziqlari) aniqlash uchun Prova A 200 Solar Module Analyser professional analizatoridan foydalanildi. Eksperimentda olti xil fon muhiti qo'llanildi: qora, ko'k, yashil, qizil, oq va alyumin folgali aks ettiruvchi fon.

Tajribaning umumiy kirish parametrlari 1-jadvalda jamlangan:

Eksperiment o'tkazish sharoitlari va qurilma parametrlari

1-jadval.

Parametr	Qiymat
Quyosh nurlanish intensivligi	1000 W/m ²
Panel nominal quvvati	250 W
Panel turi	Monokristall kremniy
Akkumulyator	12 V / 20 Ah
Kontroller	PWM
O'lchov qurilmasi	Prova A 200 Solar Module Analyser
Tajriba sharoiti	Real tashqi muhit
Panel ishchi harorati	45–52 °C

3. Natijalar va ularning muhokamasi

Reflektorsiz (tabiiy) sharoitdagi boshlang'ich sinovlar

Dastlab, quyosh panelining zavod (pasport) ko'rsatkichlari bilan real tashqi muhitdagi reflektorsiz holati o'zaro solishtirildi. Natijalar 2-jadvalda keltirilgan:

2-jadval.

Asosiy fotoelektrik parametrlar

Parametr	Pasport qiymati	Real sharoitdagi qiymat
Quyosh nurlanishi, G	1000 W/m ²	1000 W/m ²
Ochiq zanjir kuchlanishi, Voc	21.6 V	20.5 V
Qisqa tutashuv toki, Isc	15.59 A	14.2 A
Maksimal quvvat kuchlanishi, Vmp	18 V	17.0 V
Maksimal quvvat toki, Imp	13.89 A	12.65 A
Maksimal quvvat, Pmax	250 W	215.1 W
Fill Factor, FF	—	0.739
Real samaradorlik koeffitsiyenti	—	86.0 % pasportga nisbatan

Real tashqi muhitda panel quvvati 215.1 W gacha pasaygan. Buning sababi, real quyosh nuri ostida panel haroratining 45–52 °C gacha qizishidir. Harorat ortishi yarimo'tkazgich materialdagi zaryad tashuvchilar rekombinatsiyasini kuchaytiradi va U_{oc} ning kamayishiga olib keladi. Reflektorsiz tabiiy sharoitda olingan nuqtaviy I–V va P–V tajriba natijalari 3-jadvalda ko'rsatilgan:

3-jadval

No	U, V	I, A	P, W
1	0.0	14.20	0.0
2	3.0	14.10	42.3
3	6.0	13.95	83.7
4	9.0	13.70	123.3
5	12.0	13.35	160.2
6	15.0	12.95	194.3

7	17.0	12.65	215.1
8	18.0	11.25	202.5
9	19.0	8.30	157.7
10	20.5	0.00	0.0

Turli rangdagi fonlar va konsentratsion reflektor ta'siri tahlili

Rangli fonlarning qo'llanilishi panel orqasidan va atrofidan qaytayotgan nurlarning spektral taqsimotini modifikatsiya qiladi. Har bir fon ostida olingan integral natijalar 4-jadvalda umumlashtirilgan:

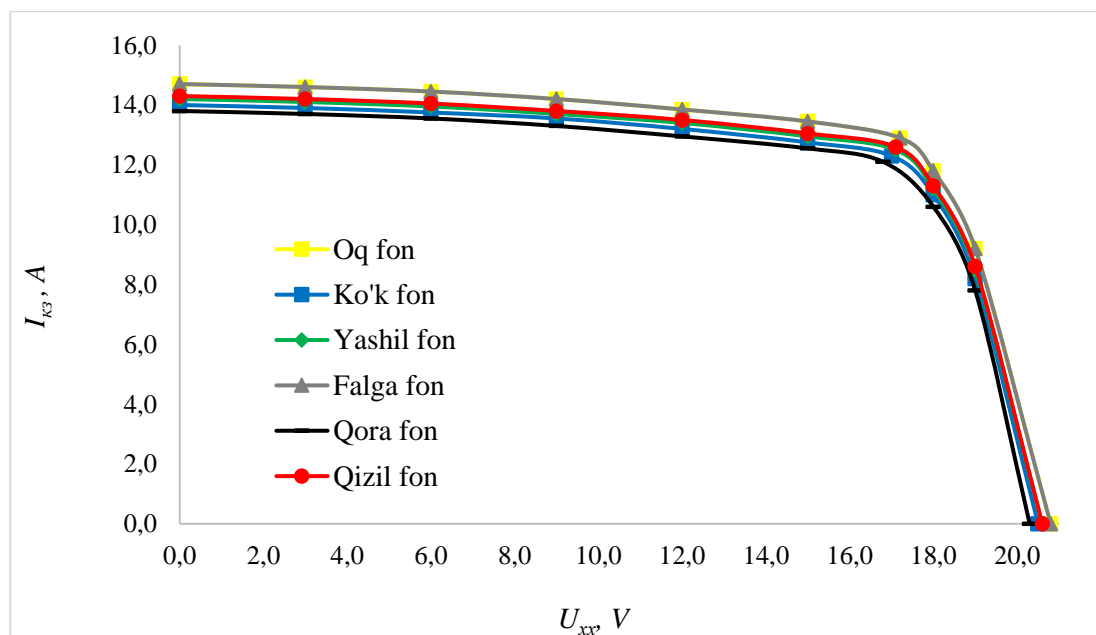
4-jadval

Turli rangdagi fonlarda quyosh panelining fotoelektrik parametrlari

Fon turi	V_{oc} , V	I_{sc} , A	V_{mp} , V	I_{mp} , A	P_{max} , W
Qora fon	20.3	13.8	16.8	12.1	203.3
Ko'k fon	20.5	14.0	17.0	12.3	209.1
Yashil fon	20.6	14.2	17.1	12.5	213.8
Qizil fon	20.6	14.3	17.1	12.6	215.5
Oq fon	20.8	14.7	17.2	12.9	221.9
Folgal reflektor	21.0	15.1	17.4	13.2	229.7

Jadvaldan ko'rinadiki, qora fon sharoitida eng minimal quvvat (203.3 W) qayd etildi. Buning sababi qora yuza yorug'likni yutadi va sirtga qayta aks etuvchi nurlar oqimini kamaytiradi. Oq fon esa aksincha, yuqori qaytarish xususiyati tufayli quvvatni 221.9 W gacha oshirdi. Eng yuqori samaradorlik ko'rsatkichi alyumin folgali konsentratsion reflektor qo'llanganda aniqlandi (229.7 W).

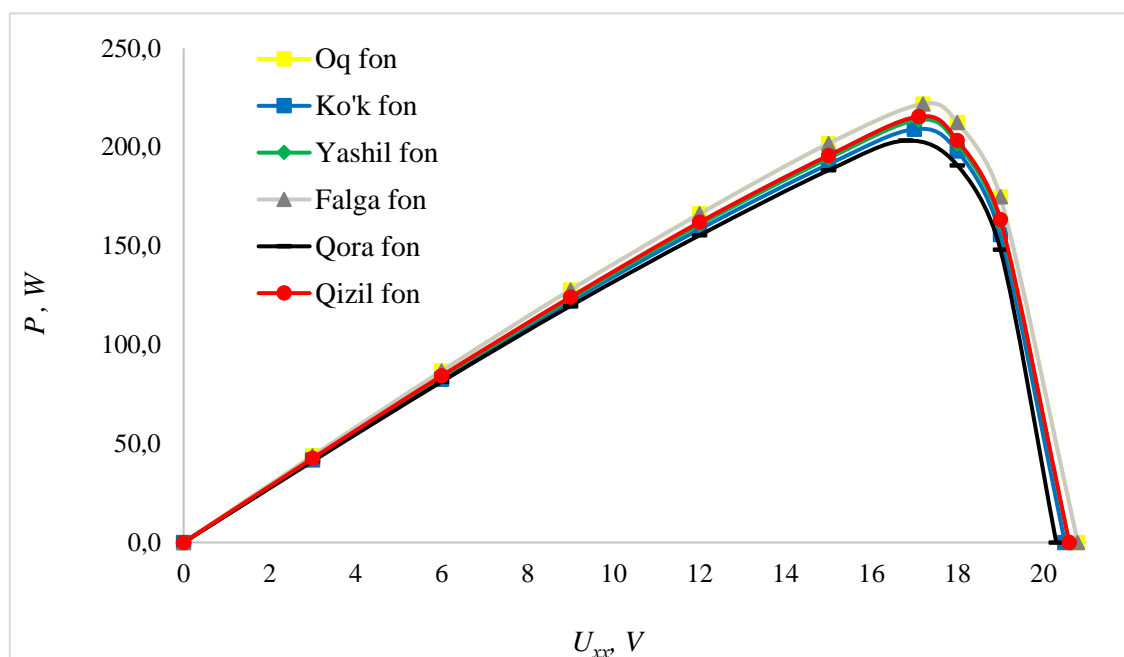
Prova A 200 Solar Module Analyser orqali olingan I-V xarakteristikalar shuni ko'rsatdiki, yorug'lik intensivligi oshgan sari tok qiymati sezilarli ortadi, kuchlanish esa nisbatan kam o'zgaradi.



2-rasm. MQETning turli fondagi tok kuchining kuchlanishga bog'liq o'zgarish (I-V) grafigi.

Bu holat quyosh elementlarining fizik xususiyatlariga mos keladi, chunki fototok asosan tushayotgan yorug'lik oqimiga bog'liq bo'ladi.

Quvvat–kuchlanish xarakteristikalarida maksimal quvvat nuqtasi har bir fon uchun turlicha qiymatga ega bo'ldi. Qora fonda maksimal quvvat nuqtasi pastroq kuchlanish va tok sohasida joylashgan bo'lsa, oq fon va reflektor sharoitida maksimal quvvat nuqtasi yuqoriroq qiymatlarga siljidi.



3-rasm. MQETning turli fondagi chiqish quvvatini kuchlanishga bog'liq o'zgarish (P - V) grafigi.

Bu esa qaytgan nurlanish hisobiga panelda hosil bo'layotgan fototokning ortganini ko'rsatadi.

Samaradorlik o'sishini hisoblash va taqqoslash

Fonsiz tabiiy holat hamda folgali konsentratsion reflektor qo'llanilgan holatlar o'rtasidagi farq eng yuqori energetik o'sishni ko'rsatdi. Yakuniy taqqoslash parametrlari 5-jadvalda aks ettirilgan:

Konsentratsion reflektor qo'llanilganda quvvatning mutloq ortishi:

$$\Delta P = 229.7 \text{ W} - 215.1 \text{ W} = 14.6 \text{ W}$$

5 - jadval

N ^o	Holat	V_{oc}, V	I_{sc}, A	V_{mp}, V	I_{mp}, A	P_{max}, W
1.	Fonsiz, tabiiy sharoit	20.5	14.2	17.0	12.65	215.1
2.	Folgali reflektor bilan	21.0	15.1	17.4	13.2	229.7
3.	Farq	+0.5	+0.9	+0.4	+0.55	+14.6

Reflektor hisobiga tizim samaradorligining foiz hisobida o'sishi η_{oshish}

$$\eta_{oshish} = \frac{14.6}{215.1} \times 100 \approx 6.8\%$$

Bu natija portativ quyosh panellarida oddiy alyumin folgali konsentratorlarni ma'lum burchak ostida qo'llash orqali real dala sharoitida qo'shimcha 14.6 W elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyatini ko'rsatadi.

4. Xulosa

Mobil quyosh energetik tizimining real tashqi muhit sharoitidagi (1000 W/m^2 , harorat $45\text{-}52^\circ\text{C}$) maksimal quvvati harorat yo'qotishlari sababli nominal pasport qiymatidan pasayib, 215.1 W ni tashkil etishi aniqlandi.

Turli rangdagi fon muhitlarining sinovlari shuni ko'rsatdiki, yorug'likni yutuvchi qora fon quvvatni 203.3 W gacha kamaytiradi, yuqori spektral qaytarish koeffitsiyentiga ega bo'lgan oq fon esa quvvatni 221.9 W gacha oshiradi.

Ishlab chiqilgan alyumin folgali konsentratsion reflektorli qurilma quyosh nurlari oqimini zichlashtirib, panel quvvatini eng yuqori ko'rsatkichga — 229.7 W ga yetkazdi. Bu tabiiy sharoitga nisbatan 14.6 W yoki 6.79% qo'shimcha samaradorlik o'sishini ta'minladi.

Olingan natijalar mobil va portativ quyosh energetik zaryadlash qurilmalarini dala sharoitida loyihalash va ulardan samarali foydalanishda muhim eksperimental metodika bo'lib xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Green M. A. Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications. – Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1982. – 288 p.
2. Nelson J. The Physics of Solar Cells. – London: Imperial College Press, 2003. – 384 p.
3. Sinton R. A., Cuevas A. Contactless determination of current-voltage characteristics and minority-carrier lifetimes in semiconductors // Applied Physics Letters. – 1996. – Vol. 69, No. 17. – P. 2510–2512.
4. Cuevas A., Macdonald D. Measuring and interpreting the lifetime of silicon wafers // Solar Energy. – 2002. – Vol. 73, No. 2. – P. 93–107.
5. Prova A 200 Solar Module Analyser Technical Manual and Operation Instructions.

ANIQ VA TABIIY FANLAR

Zaparov A.A. <i>Nazariy mexanika fanini o'qitishda multimediali o'qitish texnologiyasidan foydalanish</i>	141	145
Ergashev Biloldin Mirsharipjon o'g'li, Yuldashev Otabek Ravshan o'g'li <i>Talabalarning mustaqil ta'lim olish ko'nikmalarini rivojlantirish: tahlil va samarali strategiyalar</i>	146	155
Soliyev Iqboljon Maxammadjonovich, Boboyev Akramjon Yo'ldashboyevich <i>GaAs tagliklarda suyuq fazadan epitaksiya usuli bilan o'stirilgan (GaAs)_{1-x}-y(Ge₂)_x(ZnSe)_y qattiq qorishmali yupqa qatlamlarning strukturaviy va fazaviy xususiyatlarini tadqiq etish</i>	156	163
Махсудов Одилжон Хусанович <i>Экономический анализ малых предприятий в сфере услуг</i>	164	168
Jaloldinova Sh.X., Kambarova M.M. <i>Materialshunos fanini o'qitishning zamonaviy usullari</i>	169	170
Zulunova Moxlaroyim Abdurashid qizi <i>Atom va yadro fizikasi tushunchalarini tushuntirishda multimedia vositalari asosida zamonaviy dars dizaynini takomillashtirish</i>	171	174
Jaloldinova Shaxnozaxon Xusanboyevna, Mir-yusupova Muhayyoxon Alimjanovna <i>Texnologiya fani darolarida xalq hunarmandchiligi bo'limini o'qitishda innovatsion yondashuvlar</i>	175	177
Komilov Murodjon Muxtarjon o'g'li, Mirzaalimov Avazbek Alisherovich, Mirzaalimov Navro'zbek Alisherovich, Rashidov Bobur Dilmurodovich, Mirzaalimova Mavluda Sahibovna <i>Laboratoriya mashg'ulotlarida qo'llaniladigan bir yarim davrli to'g'irilagichdan o'tayotgan kuchlanishni aniqlash</i>	178	181
Jo'rayev Farxodbek Murodjon o'g'li <i>Sun'iy intellekt va gamifikatsiyani birlashtirgan adaptiv o'qitish muhitini loyihalash: arxitektura va algoritmlar</i>	182	187
Makhmudova Maftuna Uktam kizi, Korabekova Shakhnoza Muxiddinovna, Turayev Ozod Sunnataliyevich <i>In silico design and target verification of crispr-cas9 grnas for tapprt1 knockout in uzbek bread wheat (Triticum aestivum L.)</i>	188	192
Arslanov D.M., Xalikov Q.K., Gapparov B.M. <i>O'simliklarning abiotik stress omillariga chidamliligini oshirishning molekulyar mexanizmlari va biotexnologik yondashuvlari</i>	193	203
Atajonov Muxiddin Odiljonovich <i>Feototermobatareya olish usulini simulink dasturida Modellashtirish metodi</i>	204	208
Xolmatova X., Aliyev R., Mirzaalimov A., Rashidov B., Mirzaalimov N., Odiljonov A. <i>Mobil quyosh energetik tizimida konsentratsion reflektor va turli fonlarning fotoelektrik samaradorlikka ta'sirini aniqlash va tadqiq etish</i>	209	214

