

DSSC QUYOSH ELEMENTLARI VA ULARNING TAYYARLASH USULI

A.A. Abdukarimov¹, A.U. Soatillayev¹, S.A. Hoshimov²*Namangan davlat texnika universiteti¹**Yangiqo'rg'on raqamli texnologiyalari texnikumi²**E-mail: abdullaziz.abdukrimov@mail.ru*

Anotatsiya. Organik quyosh elementlarining yangi turlarini tayyorlash texnologiyalari o'rganilgan. Yangi avlod quyosh elementlarining elektrofizik va optik parametrlarini o'lchash usullari tadqiq etilgan. Organik quyosh elementlarining fotogalvanik xarakteristikalarini – fotovolt-amper xarakteristikasining to'ldirish koeffitsiyenti (η), kuchlanish ($U_{\max}$), tok zichligi ($I_{\max}$), quvvatning ($P_{\max}$) effektiv qiymatlari va quyosh elementlarining foydali ish koeffitsiyentlari (η) aniqlash usullari tadqiq etilgan;

Kalit so'zlar. Yuqori sezgir bo'yoqli quyosh elementlari (DSSC- Dye sensitized solar cell), fotoelektrod, konturelektrod, fotoanod, elektrolit, gel polimer elektrolit (GPE), yorug'likka yuqori sezgir bo'yoq.

Qayta tiklanadigan energiya ko'pincha elektr tarmog'i, havo va suvni isitish va sovutish hamda mustaqil ravishda ishlaydigan energiya tizimlariga elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun energiya yaratib beradi.

Hozirgi kunda energiya odamlarga juda muhim ahamiyat kasb etadi sababi odamga deyarli hamma narsa qilish uchun energiya kerak : uylarni isitish uchun, ovqat pishirish uchun, elektron jihozlarni quvvatlash uchun, jamoat transporti uchun. Bitmas tugalmas energiya manbayini topish odamzodning azaliy orzusi hisoblanadi. Tabiatda energiya manbalarining juda ham ko'p turlari mavjud bo'lsada, ular ikkita asosiy guruhga bo'linadilar:

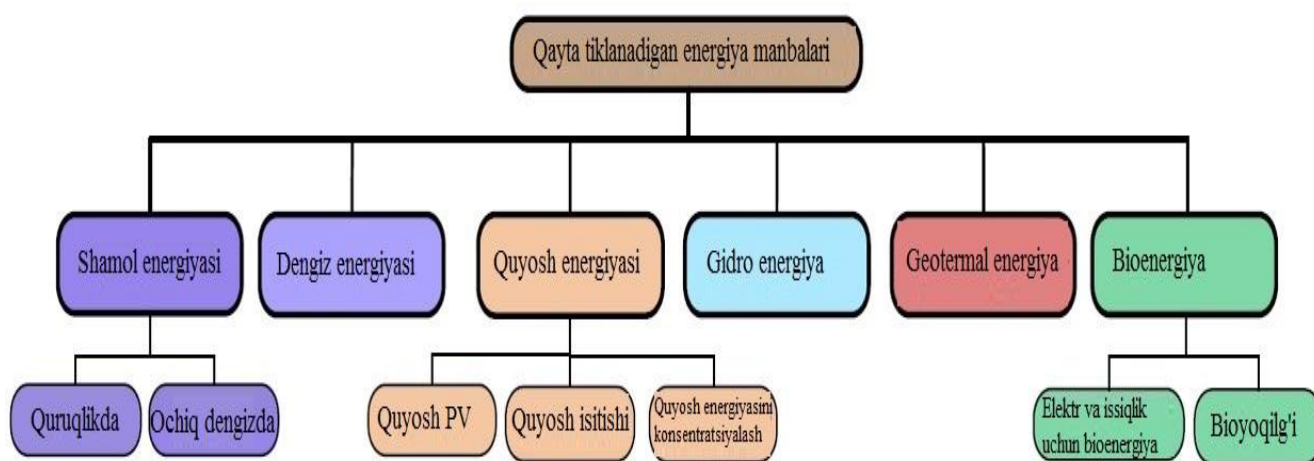
1. Qayta tiklanmaydigan energiya manbalari.
2. Qayta tiklanadigan energiya manbalari.

Qayta tiklanmaydigan energiya manbalari, boshqacha qilib aytganda chegarasi bor energiya manbalari, deb sanoat miqyosida ishlatilganda o'zini o'zi tiklash tezligi ishlatilinish tezligidan past bo'lgan energiya manbalariga aytiladi[1,2]. Bunday turdagi energiya manbasini bir marta ishlatgandan so'ng yana qayta ishlatib bo'lmaydi va biz uni ishlatgan tezligimizda o'zini tiklay olmaydi. Odatda bunday turdagi energiya manbalari yer osti qazilmalaridan olinadigan energiyadir. Masalan ko'mir, neft, tabiiy gaz va radiaktiv moddalar .

Agar biror bir manbadan xohlagan marotaba energiya olganimizda u har doim shu yo'qotgan energiyasini tiklay olsa bunday turdagi manba qayta tiklanuvchi energiya manbayi deyiladi. Bu turdagi energiya manbalari quyoshdan bevosita olinishi mumkin

(biomas: termal, foto-kimyoviy, foto-elektrik), yoki bilvosita quyoshdan olinishi mumkin (mas: shamol, gidroquvvat) yoki bo'lmam tabiat o'zgarishlaridan (suv sathining o'zgarishi, geothermal)[3-5]. Ular sayyoramizdagi eng ko'p, tugalmas energiya manbai bo'lishi bilan bir qatorda, eng toza yani atrof-muhtga zarar yetkazmaydigan energiya turi ham hisoblanadi. Qayta tiklanadigan energiya manbalari qazib olinadigan materiallardan olinadigan energiyani va hattoki shu yoqilg'ildan chiqadigan chiqindidan olinadigan energiyani o'z ichiga olmaydi[6].

Ko'pgina davlatlarda qayta tiklanuvchi energiya manbalari arzonroq hisoblanadi va qazilma yoqilg'ilari energiyasidan ko'ra 3 marta ko'proq ish o'rinlari yaratadi. Quyida asosiy qayta tiklanuvchi energiya manbalari keltirilgan[7-9]: Shamol energiyasi, dengiz suvi energiyasi, quyosh energiyasi, gidroenergiya, geotermal energiya va bioenergiya.



1-rasm. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari turlari.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalarining eng ishonchli va samaraligi bu quyosh energiyasi bo'lib bugungi kunda olimlarda katta qiziqish uyg'otmoqda. Bugungi kunda quyosh elementlarining quyidagi turlari mavjud[10]:

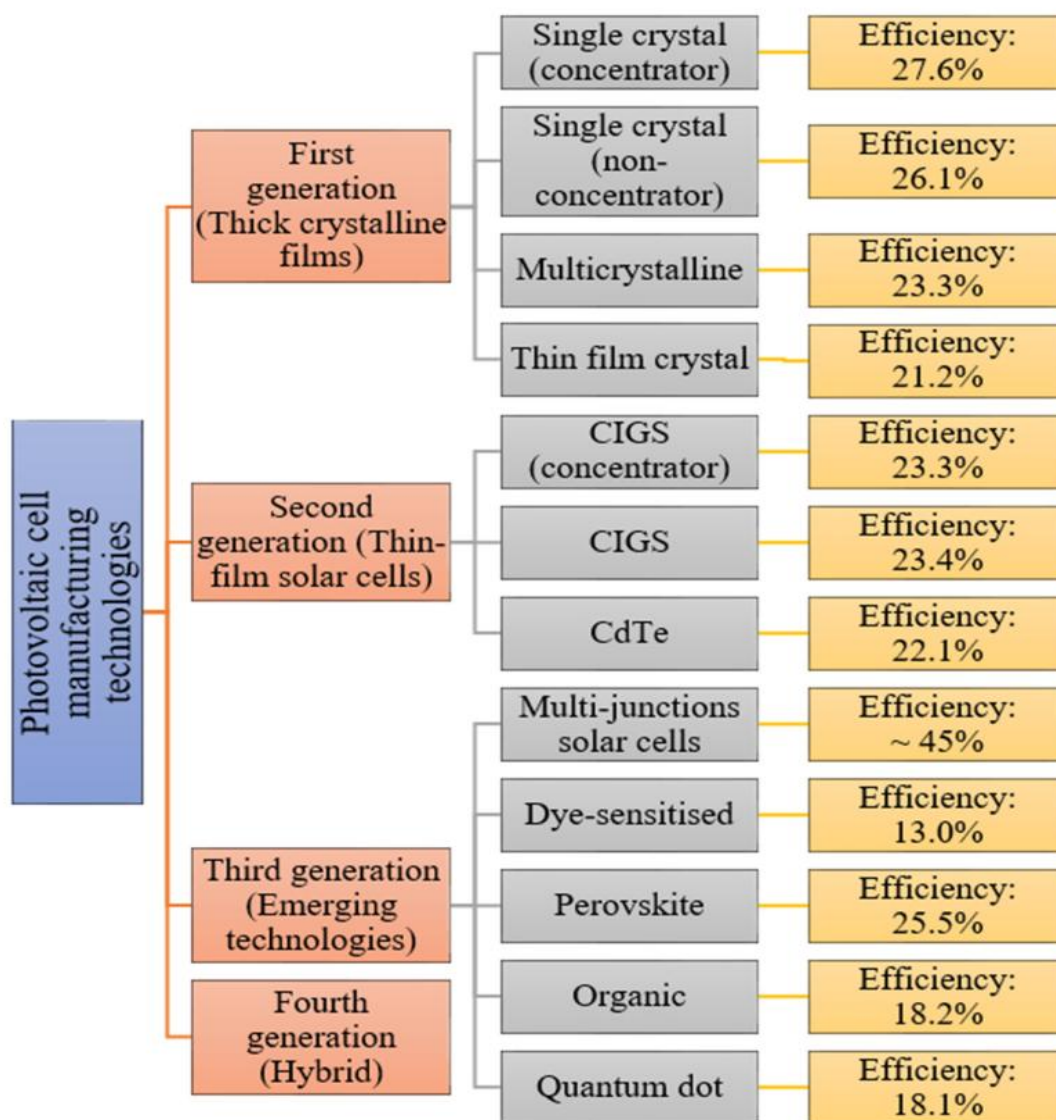
Birinchi avlod quyosh elementlariga monokristalli va polikristalli kremniy va galliy arsenidi (GaAs) asosidagi fotovoltaiik texnologiyalar kiradi.

Ikkinchi avlod quyosh elementlariga takomillashgan birinchi avlod quyosh elementlari, "mikrokristalli kremniy ($\mu\text{c-Si}$) va amorf kremniy (a-Si) li quyosh elementlari, mis indiy galyum selenid (a-Si) dan tayyorlangan yupqa plyonkali fotovoltaiik qurilmalar, kadmiy tellurid/kadmiy sulfidli quyosh elementlari kiradi.

Uchinchi avlod quyosh elementlari kimyoviy birikmalarga asoslangan fotovoltaiik texnologiyalarni asoslanadi. Bundan tashqari, nanokristalli "plyonkalar", kvant nuqtali quyosh elementlari, bo'yoqlarga sezgir bo'lgan quyosh batareyalari, organik polimerlar asosidagi quyosh batareyalari ham ushbu avlodga tegishli. 1-rasm.

Biz bilamizki quyosh energiyasi termal, mexanik va elektr energiyasiga aylanadi. Kundan kunga quyosh energiyasidan foydalanish tobora ommalashib

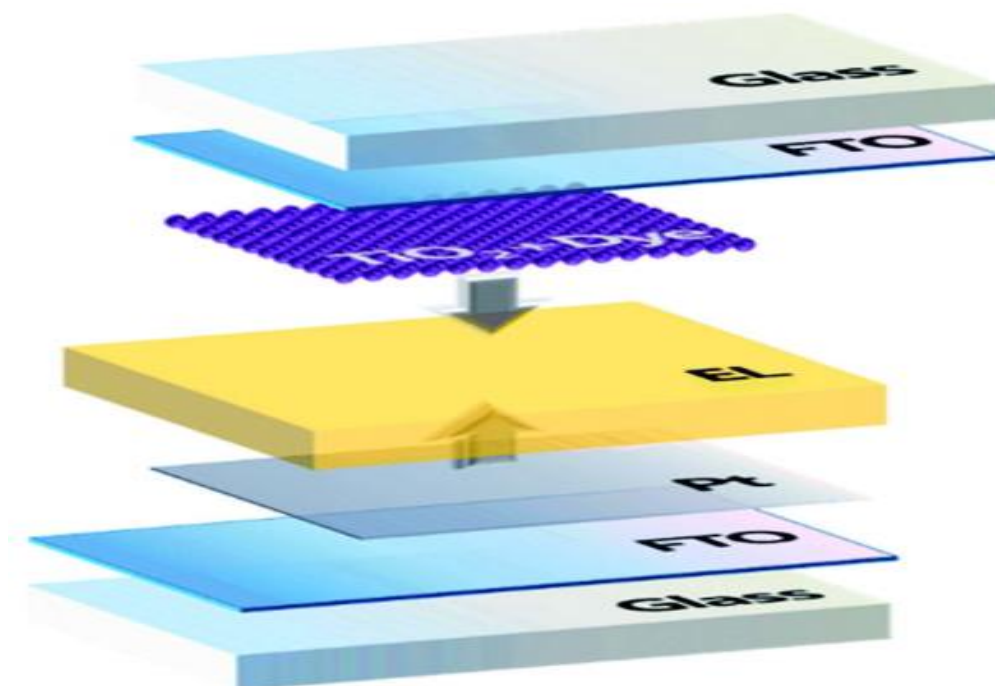
bormoqda, chunki quyosh energiyasi toza, tekin, xavfsiz va bitmas tuganmas energiya manbaidir. Xozirgi kunda quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish uchun maxsus uskunalar kerak. Istalgan inson quyosh batareyalarni uyining tomiga, ofis va ish joylarining tomiga o'rnatish mumkin, lekin quyosh batareyalarining narxi juda qimmat va asbob uskunalari xam narxi yuqori. Bu muammolar insoniyatni yangi turdagi, nisbatan arzon va ekologik toza energiya manbalarini topishga undamoqda. Uchinchi avlod quyosh elementlari (DSSC -Dye-sensitized solar cell) yuqoridagi talablarga to'liq javob beradi yani an'anaviy quyosh elementlariga nisbatan arzon, tayyorlash texnologiyasi sodda, hech qanday murakkab texnologiya talab etmaydi va ekologik jihatdan toza hisoblanadi.



2-rasm. Quyosh elementi turlari hamda ularning avlodlari[10].

Ushbu ishda biz DSSC - Yuqori sezgir bo'yoqli quyosh elementlarining tuzulishi va tayyorlash texnologiyasini ko'rib chiqamiz.

Yuqori sezgir bo'yoqli quyosh elementlari quyidagi besh qismdan iborat.



3-rasm. Yuqori sezgir bo'yoqli quyosh elementlarining sxematik tuzulishi[10].

1) Shaffof elektr o'tkazuvchi oyna, 2) Titan dioksidi TiO_2 nano zarralari (fotoanod), 3) Bo'yoq, 4) elektrolit, 5) Grafit yoki platinali kontr elektrod(katod).

Shaffof elektr o'tkazuvchi sirtning tayyorlash texnologiyasi.

Yarimo'tkazgich aosidagi sezgir bo'yoqdan iborat quyosh elementlarining samaradorligi ularga tushayotgan fotonlar oqimiga bog'liq bo'lib, quyosh elementiga yorug'lik fotoanod tomonidan tushadi. Shuning uchun ular quyosh nurini aktiv sohaga maksimal darajada o'tkazishi lozim. Bugungi kunda bu shaffof sirtlar FTO hamda ITO ya'ni ftor bilan legirlangan qalay oksidi va indiy bilan legirlangan qalay oksidi eritmalaridan iborat bo'ladi. Quyosh elementining fotoanodi shaffof sirtga TiO_2 nano zarralarini o'stirish bilan tayyorlanadi.

Odatda yuqori sezgir bo'yoqli quyosh elementlarini tayyorlash uchun asosan FTO oynalari ishlatiladi. Bunga asosiy sabab FTO qatlami o'ziga tushayotgan yorug'likni yaxshi o'tkazadi. FTO qatlami ftor va qalay oksidi eritmaları yordamida tayyorlanadi. Dastlab eritma yaxshilab bir jinsli xolatga kelgunicha aralashtiriladi va tozalangan shaffof oyna yuzasiga purkash usuli bilan o'stiriladi. Keyin esa namuna bir soat davomida toblanadi.

Fotoanodni tayyorlash. Yorug'likka sezgir bo'yoq asosli quyosh elementlarining fotoanodlari ularning asosiy qismlaridan biridir. Quyosh elementining fotoanodi yorug'lik ta'sirida g'alayonlangan bo'yoqdan ajralayotgan elektronlarni qabul qiladi. Ular TiO_2 , ZnO , $CdSe$, CdS kabi moddalarning nanozarralaridan iborat. Quyosh elementlarining samaradorligi elektronni uzatilish tezligi va rekombinasiya vaqtiga bog'liq bo'lib, bu o'z navbatida yarimo'tkazgichlarning morfologisi va kontaktlarni

sirtidagi maydoniga bog‘liq. O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ZnO va SnO₂ ga asosli quyosh elementlari, ularning morfologik va fotoelektrik xususiyatlari tufayli TiO₂ nanokristali asosli DSSC larga qaraganda samarasizroq ekanligi ko‘rsatilgan DSSCning fotoanodlarini TiO₂ pastasini FTO oynaning o‘tkazuvchi sirtiga qoplash usuli orqali tayyorlangan. Bu usulga ko‘ra, dastlab TiO₂ kukuni distirlangan suv, sirka kislotasi va polietilenglikol (PEG) aralashmasi yordamida eritib, pasta holatiga keltiriladi. Tayyor pasta FTO oyna sirtiga qoplanib, yupqa qatlam hosil qilish uchun 10-15 sekund davomida maxsus aylantiruvchi qurilma yordamida aylantiriladi. So‘ngra na‘muna 60 minut davomida 450°S gacha qizdiriladi va tayyor bo‘lgan elektrod xona haroratigacha sovutiladi. 4-rasmda yuqoridagi usulda tayyorlangan fotoanodlarni rasmi keltirilgan



4- rasm. Organik quyosh elementining fotoanodining tashqi ko‘rinishi.

DSSC quyosh elementlari uchun elektrolitni tayyorlash. Polimer asosli elektrolitlar TPAI yoki KI (kaliy yodid) tuzlari asosida tayyorlandi. Tuzlaridan birini avvaldan etil spirti bilan yuvib tozalangan shisha idishga solib, DMSO (Dimetil sulfoksid) erituvchisi yordamida 343K temperaturada eritiladi, so‘ngra PVP (polivinilpirrolidon) va PMMA (polimetilmetakrilat) polimerlarini 2:1 nisbatda qo‘shiladi. Aralashma quyulib gel holatiga kelguncha 1 soat davomida 298K va 50% namlikda aralashtiriladi. Tayyor holga kelgan elektrolitlar -rasmda keltirilgan.



5-rasm. Tayyor bo'lgan organik yarimo'tkazgichli gel-polimer elektrolitlarning (GPE) ko'rinishi.

Fotosezgir bo'yoq (Dye)ni tayyorlash texnologiyasi: Bo'yoq DSSC ning asosiy komponenti bo'lib, tushayotgan fotonlarni maksimal darajada yutishi lozim. Bo'yoqlar quyidagi optik va elektrokimyoviy xususiyatlarga ega bo'lishi shart:

Bo'yoqlar lyuminescent bo'lishi talab etiladi.

Bo'yoqlardagi nurning yutilish spektrlari ultrabinafsha va yaqin infragizil soxani qamrab olishi lozim.

Bo'yoqning o'tkazuvchanlik zonasi quyi qismi TiO_2 o'tkazuvchanlik zonasi quyi chegarasidan yuqorida joylashgan bo'lishi lozim

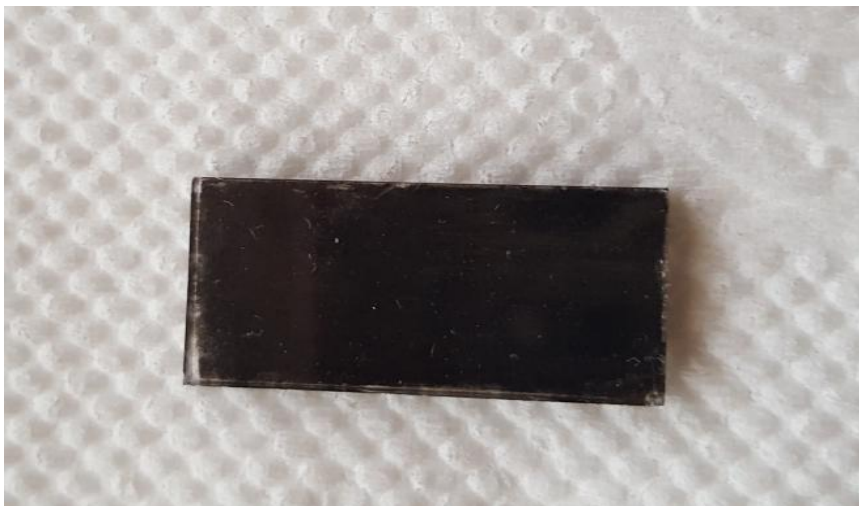
Yuqori sezgir bo'yoqli quyosh elementlarini asosiy ishchi qismlaridan biri bo'lgan bo'yoqni tayyorlash uchun dastlab ismaloq, qizil piyoz po'stlog'i, qizil karam, geran gul, atir gul, xina o'simligi barglari va xlorofilidan bo'yoqlar tayyorlash uchun ularning barglarini olib, ikki marta distillangan suv bilan yuvilib, turli xil chang zarralaridan tozalandi va quyosh nuri tushmaydigan xonada 24 soat davomida xona xaroratida quritilib, kukun xolatiga kelguncha maxsus ug'ircha yordamida maydalandi. Keyin 8g quritilgan barg kukuni 40 ml erituvchi (distillangan suv hamda etanol) bilan aralashtirildi. Etanol va bo'yoq aralashmasi bir soat davomida 303K temperaturada magnit aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Olingan bo'yoq maxsus qog'ozlar yordamida filtirdan o'tkazildi. Bundan tashqari shotut, malina, qizilcha, anor, smarodina mevalari maxsus ug'ircha yordamida ezilib, qog'oz filtirlardan foydalanib filtirlandi va meva ekstraktidan bo'yoq tayyorlandi.

Tayyor holga kelgan katodlar 6-rasmida keltirilgan.



6- Turli o'simlik va meva ekstraktlaridan tayyorlangan bo'yoqlar.

DSSC katodini tayyorlash: dastlab katod tayyorlanadigan shaffof, elektr o'tkazuvchi (FTO) oyna etanol bilan yuvib tozalanadi. Tozalangan elektr o'tkazuvchi oyna quritilib, uning butun yuzasi bo'ylab platinaning (Pt) xlorid kislotadagi 1 ml eritmasi oynani 300°C temperaturagacha qizdirgan xolatda tomiziladi. Katod sirtini silliqlash maqsadida tayyorlangan katod mufil pech yordamida 450°C da 30 daqiqa vaqt davomida qizdiriladi. 24 soatdan keyin pechdan olinib, etanol bilan tozalab yuviladi.



7-pacm. Organik bo'yoq asosli quyosh elementini katodning ko'rinishi.

Xulosa. Bu borada samarali quyosh batareyalarini yaratish bo'yicha ko'plab izlanishlar kristal va amorf holdagi yarimo'tkazgichli materiallarga bag'ishlangan bo'lib, bugungi kunda ularning asosiy qismini kremniydan tayyorlangan quyosh elementlari tashkil qilsada, bu quyosh elementlarini yaratish texnologiyasi qo'p mexnat talab qilib, murakkabligicha qolmoqda. Keyingi o'n yillikda dunyoning yetakchi laboratoriyalarida Organik bo'yoqli quyosh elementlariga (Dye-sensitized solar cell- DSSC) qiziqish keskin ortmoqda.

Mutlaqo yangi ish tamoyiliga aoslangan bunday turdagi quyosh elementlari o'zining yaratish texnologiyasini soddaligi, arzonligi, yuzaning kattaligi va ayniqsa O'rta Osiyo iqlimi sharoitida uzoq muddat degradasiyasiz ishlay olishi bilan o'ta istiqbolli hisoblanadi. Shuning uchun organik quyosh elementlarining tarkibiga kiruvchi elementlarini tayyorlash texnologiyasini ishlab chiqish; Organik quyosh elementlarini quyosh nurlari spektriga sezgirligini aniqlash muhim vazifalardan hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. E. Genger, R. Agrawal, "A commentary on the US policies for efficient large scale renewable energy storage systems: Focus on carbon storage cycles," *Energy Policy*, 2016. V. 88. P. 477–484.

2. M. Arshad, S. Ahmed, "Cogeneration through bagasse: A renewable strategy to meet the future energy needs," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2016.V.54. P.732-737.
3. M. A. Green, K. Emery, Y. Hishikawa, W. Warta, and E. D. Dunlop, "Solar cell efficiency tables (version 46)," *Progress in Photovoltaics: Research and Applications*, 2015. V. 23, no. 7.P. 805–812.
4. S. Urnikaite., M. Daskeviciene., R. Send., H. Wonneberger., A. Sackus., I. Bruder., V. Getautis "Organic dyes containing a hydrazone moiety as auxiliary donor for solid-state DSSC applications," *Dye. Pigment*, 2015. V.114. P.175-183.
5. J. W. Lee, N. G. Park, H. S. Ko, "15.76% efficiency perovskite solar cells prepared under high relative humidity: Importance of PbI₂ morphology in two-step deposition of CH₃NH₃PbI₃," *J. Mater. Chem. A*, 2015. V. 3. no. 16. P. 8808–8815.
6. A. B. Kashyot, J. E. Nady, S. Ebrahim, M. B. Saliman, M. Fathy, "Electrospun polymethylacrylate nanofibers membranes for quasi-solid-state dye sensitized solar cells," *Alexandria Eng. J.*, 2016. V.55. no. 2. P.1737–1743.
7. Y. Duan. Q. Tang., Y. Chen., Z. Zhao., Yang L., M. Hou., P. Yang., B. He and L. Yu, "Solid-state dye-sensitized solar cells from poly(ethylene oxide)/polyaniline electrolytes with catalytic and hole-transporting characteristics," *J. Mater. Chem. A*, 2015. V.3. no. 10. P. 5368–5374.
8. M. Murayama, T. Mori, "Equivalent circuit analysis of dye-sensitized solar cell by using one-diode model: Effect of carboxylic acid treatment of TiO₂ electrode," *Japanese J. Appl. Physics, Part 1 Regul. Pap. Short Notes Rev. Pap.*, 2006. V. 45, no. 1 B. P.542-545.
9. H. S. Kim, N. G. Park, "Parameters affecting I-V hysteresis of CH₃NH₃PbI₃ perovskite solar cells: Effects of perovskite crystal size and mesoporous TiO₂ layer," *J. Phys. Chem. Lett.*, 2014. V. 5. no. 17.P. 2927–2934.
10. M. Diantoro, T. Suprayogi, A. Hidayat, A. Taufiq, A. Fuad, R. Suryana, "Shockley's equation fit analyses for solar cell parameters from I-V curves," *Int. J. Photoenergy*, 2018.V. 2018. P.1-8. doi: 10.1155/2018/9214820..