

**ЕРКЕЛДЕСОВА Г.Т. – PhD, ассоц. профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)**

**ИЛЬЯСОВА З.З. – преподаватель (г. Алматы, Алматинский технико-экономический колледж путей сообщения)**

## **РАЗВИТИЕ КОНКУРЕНЦИИ НА РЫНКЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

### **Аннотация**

В статье рассматривается проблема развития конкурентных отношений на рынках электроэнергетики, которые образовались в результате введения в действие закона «Об электроэнергетике», согласно которому запрещается совмещать деятельность по передаче и купле-продаже электроэнергии. Автором рассматриваются виды нарушений антимонопольного законодательства на розничном и оптовом рынке электроэнергетики и делаются выводы о дальнейшем развитии конкурентной среды на рынках электроэнергетики.

В качестве основных идей реформирования были предложены различные схемы акционирования, приватизации, объединения с высокодоходными видами производств (например, производство алюминия), расширение производственной цепочки за счет включения производства оборудования для электроэнергетики. Большинство этих проектов было отклонено из-за ущемления интересов частных акционеров или противоречия интересам общества.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, отраслевое законодательство, развитие конкурентной рыночной структуры, потребление электроэнергии, сбалансированная политика.

УДК 621.311.22

**САРИЕВА А.К. – п.ғ.к., аға оқытушы (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)**

**БЕЙСЕНБЕКОВА Ж.Б. – магистрант (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)**

**ЖАРЫЛҚАСЫН А.Б. – магистрант (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)**

**ТӨКЕН Б.Н. – магистрант (Алматы қ., әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық университеті)**

## **КҮН ЭНЕРГИЯСЫНЫҢ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ТҮРЛЕНДІРГІШТЕРІ БАР ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ**

### **Аңдатпа**

Бұл мақаланың негізгі мақсаты-фотозлектрлік панельдердің тиімділігін арттыру және қызмет ету мерзімін арттырудың бұрын жасалған маңызды әдістеріне шолу жасау. Сонымен қоса жұмыста күн тұрақтарында немесе жеке қондырғыларда орналасқан стационарлық күн фотозлектрлік модульдерінің көмегімен жүзеге асырылатын күн фотозлектрлік қондырғының тиімділігін арттыру туралы шешім ұсынылған. Күн фотозлектрлік панельдердегі сәулеленуді жоғарылату үшін ұсынылған

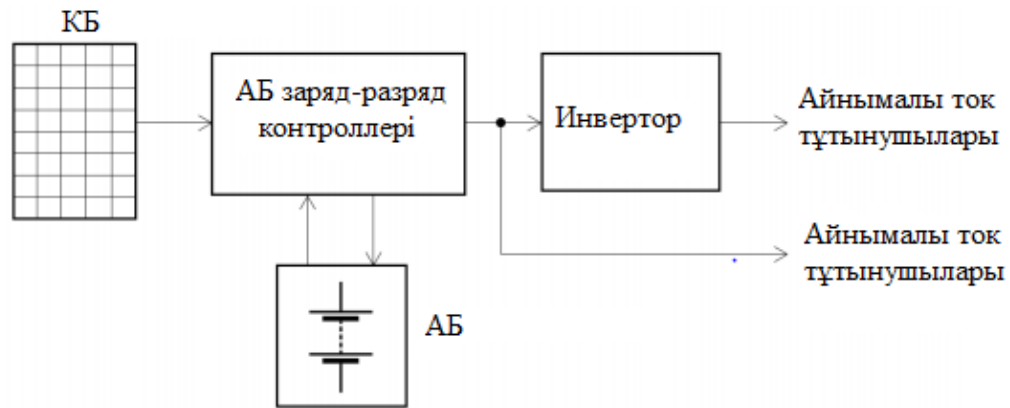
шешім – бұл күн фотоэлектрлік модульдердің алдына орнатылған, шағылысатын көрпемен жабылған кейбір жұқа тақталарды оларды реттеу мүмкіндігімен пайдалану. Нәтижесінде автономды фотоэлектрлік құрылғы арқылы оңтайлы шешімдер табылды. Фотоэлектрлік генераторларды тиімді пайдалану үшін ең жоғары қуат нүктесін білу және қоршаған жағдайлар өзгерген кезде берілетін қуат ең үлкен болатындай режимді қамтамасыз ету қажет. ФЭҚ-ті өңдеу кезінде әртүрлі сыртқы әсерлердің әсерінен ақ сипаттамаларын жаңғыртуға мүмкіндік беретін күн батареяларының имитаторлары қолданылады.

**Түйін сөздер:** күн сәулесі, фотоэлектрлік модуль, тиімділікті арттыру, автономды фотоэлектрлік қуат қондырғысы, күн батареясы, қайта зарядталатын батарея, қуат тиімділігі.

**Кіріспе.** Қуаты белгіленген МВт-қа тең күн фотоэлектрлік тұрақтарында электр энергиясын өндірудің ұлғаюымен қатар, қуаттылығы кВт-қа тең жекелеген өндірушілер сатқан кезде күн фотоэлектрлік қондырғылардың тиімділігін арттыру арқылы өндірілетін энергияның өсуіне деген қызығушылық артады. Бұл мақсатқа негізінен күн модульдерінің тиімділігін арттыру немесе қолданыстағы модульдерде Күн радиациясын арттыру арқылы қол жеткізуге болады. Күн фотоэлектрлік қондырғылармен электр энергиясын өндіруді Күнді бақылау технологиясымен арттыруға болады, өйткені олардың дизайны әдетте өте күрделі және қымбат. Бұл қондырғылар орнатылу кезінде қиындықтар туғызады және күн сәулесі жоғары аудандарда орнатуға қызығушылық танытады, мұнда тұрақты фотоэлектрлік қондырғыларға қатысты күтілетін жалпы энергия өндірісі едәуір артуы керек.

Қазіргі уақытта әлемде жанартылатын энергия көздерінен жұмыс істейтін энергия қондырғылары кеңінен таралуда, олардың арасында күн сәулесінің энергиясын пайдаланатын қондырғылар неғұрлым перспективалы болып табылады. Бұл энергия көзінің артықшылығы-қоршаған ортаға зиян келтірместен оны кез-келген масштабта қолдануға мүмкіндік беретін экологиялық таза, сонымен қатар «біздің планетамыздың кез-келген нүктесінде қол жетімділік, сәулелену тығыздығы бойынша екі есе көп емес». Қазіргі күн фотоэлектрлік станцияларының күн энергиясының конверсия коэффициенті үлкен емес. Ашық күн шуақты ауа-райында күн векторына перпендикуляр аумақтың әр шаршы метрі үшін шамамен 1 кВт күн энергиясы түседі, алайда тұтынушыға автономды фотоэлектрлік жүйелер мен қондырғылардан энергия аз жіберіледі. Шығарылатын энергия мөлшерін едәуір төмендететін факторлар – бұл кремнийлі күн батареяларының (12-14%) төмен нақты орташа тиімділігі [1] және таңдалған күн батареясының генерациялау қабілетінің толық пайдаланылмауы. Нәтижесінде фотоэлектрлік станциялар мен электрмен жабдықтау жүйелерінің көпшілігінің жалпы энергия тиімділігі 5-10% -дан аспайды.

Автономды фотоэлектрлік энергетикалық қондырғылар жалпы жағдайда фотоэлектрлік түрлендіргіштер массивінен (ФЭТ), аккумуляторлық батареялардан (АБ), тұрақты кернеудің айнымалы түрлендіргіш – инверторынан (егер тұтынушы қажет болса) және аккумуляторлық батареялардың зарядтау-разрядты контроллерінен тұрады. Жүйенің осы элементтерін қосу 1-суретте көрсетілген АФЭҚ құрылымдық схемасына сәйкес жүргізіледі.



Сурет 1 – Автономды фотоэлектрлік электр станциясының құрылымдық схемасы

ФЭТ құрылымының әртектілігін бір жартылай өткізгішті әртүрлі қоспалармен қоспалау арқылы (р-п өтулерін жасау) немесе әртүрлі жартылай өткізгіштерді тыйым салынған аймақтың тең емес енімен – электронның атомнан бөліну энергиясын қосу арқылы (гетеропереходтарды құру) немесе тыйым салынған аймақтың ені градиентінің пайда болуына әкелетін жартылай өткізгіштің химиялық құрамының өзгеруіне байланысты алуға болады. Бұл әдістердің әртүрлі комбинациясы болуы мүмкін [2].

#### **Фотоэлектрлік түрлендіргіштің энергия шығыны.**

Күн элементінің ПЭК-і күн элементінің электр шығымы мен күн сәулесі түріндегі түсетін энергия арасындағы қатынас ретінде анықталады [2]. Сонымен, белгілі бір шығу қуаты бар күн элементі, белгілі бір және өлшенген, стандартты сынақ жағдайларында (СТК), температурасы 15 °С және 1000 Вт/м<sup>2</sup> сәулеленуімен күн сәулесін арттырады және осылайша оның жылдық энергия шығынын арттырады. Күн элементінің энергияны түрлендіру тиімділігі ( $\eta$ ) модульдің шығыс қуатының оның максималды қуат нүктесіндегі (МРР-Р, Вт) кіріс жарығына ( $E$ , Вт/м<sup>2</sup>) және күн модулінің беткі ауданына ( $A$ , м<sup>2</sup>) қатынасы ретінде анықталады):

$$\eta = \frac{P}{E \cdot A} \quad (1)$$

Трансформацияның тиімділігі гетерогенді жартылай өткізгіш құрылымының электрофизикалық сипаттамаларына, сондай-ақ ФЭТ-тің оптикалық қасиеттеріне байланысты, олардың арасында фотоөткізгіштік маңызды рөл атқарады, бұл жартылай өткізгіштерде күн сәулесімен сәулелендірілген ішкі фотоэлектрлік құбылыстарға байланысты [3].

Фотоэлектрлік түрлендіргіштердегі энергия шығынына байланысты:

- түрлендіргіштің бетінен күн сәулесінің шағылысуымен;
- сәулелену бөлігінің ФЭТ арқылы онда сіңірісіз өтуімен;
- фотондардың артық энергиясы торының жылу тербелістеріндегі шашырауымен;
- ФЭТ бетінде және көлемінде пайда болған фото-жұптарды рекомбинациялау;
- ФЭТ кедергісі;
- басқа физикалық процестер.

Энергия шығынын азайту үшін ФЭТ-те келесі іс-шаралар өткізіледі:

- текстураланған алдыңғы бетті жасау;
  - күн сәулесі үшін оңтайлы жартылай өткізгіштерді пайдалану
- тыйым салынған аймақтың ені;

- жартылай өткізгіш құрылымының қасиеттерін оңтайлы допинг және кіріктірілген электр өрістерін құру арқылы жақсартуға бағытталған;
- гомогендіден гетерогенді және варизонды жартылай өткізгіш құрылымдарға өту;
- ФЭТ құрылымдық параметрлерін оңтайландыру (базалық қабат қалыңдығының өтуінің  $p$  және  $n$  жату тереңдігі, түйіспелі тор жиілігі және т.б.);
- ФЭТ-ті ғарыштық радиациядан ағартуды, термореттеуді және қорғауды қамтамасыз ететін көпфункционалды оптикалық жабындарды қолдану;
- негізгі сіңіру жолағының шетінен тыс күн спектрінің ұзын толқынды аймағында мөлдір ФЭТ әзірлеу;
- әрбір каскадта алдыңғы каскад арқылы өткен сәулеленуді түрлендіруге мүмкіндік беретін ені бойынша арнайы таңдалған жартылай өткізгіштердің каскадты ФЭТ құру;
- екі жақты сезімталдығы бар түрлендіргіштерді құру (бір тараптың қолданыстағы пәк +80% дейін);
- люминесцентті қайта сәулелендіру құрылымдарын қолдану;
- күн спектрінің екі немесе одан да көп спектральды аймақтарға алдын-ала ыдырауы, көп қабатты пленкалы Жарық бөлгіштер (дихроикалық айналар) арқылы, содан кейін спектрдің әр бөлігін жеке ФЭТ түрлендіреді.

Фотоэлектрлік электр қондырғыларында әр түрлі ФЭТ түрлерін қолдануға болады, бірақ олардың барлығы бірдей мұндай жүйелерге қойылатын талаптар жиынтығын қанағаттандырмайды:

- шикізаттың жоғары қолжетімділігі және жаппай өндірісті ұйымдастыру мүмкіндігі;
- қайта құру жүйесін құруға шығындардың өтелу мерзімі тұрғысынан қолайлы;
- ұзақ жұмыс ресурсы кезінде жоғары сенімділік;
- техникалық қызмет көрсету ыңғайлылығы.

Келесі жүйелік әдістер бір уақытта АФТҚ-на түсетін күн энергиясының конверсия коэффициентін енгізуге мүмкіндік береді:

- күн батареяларының қуатын экстремалды реттеу режимін енгізу (күн батареясының вольт-амперлік сипаттамасының оңтайлы жұмыс нүктесінде қуатты таңдау);
- күн сәулесінің үздіксіз автоматты бақылауы;
- күн батареясының дизайнын оңтайландыру, фотоэлементтердің минималды қызуына қол жеткізу, сондай-ақ концентраторларды қолдану.

### **Энергия тиімділігін арттыру әдістері.**

Энергия тиімділігі бірнеше факторларға, соның ішінде шағылысу тиімділігіне, термодинамикалық тиімділікке, заряд тасымалдаушылардың бөліну тиімділігіне және өткізгіштік тиімділігінің мәндеріне байланысты [3]. Күнді қадағалау жүйелерін қолдана отырып, фотоэлектрлік қондырғы арқылы күн радиациясын арттыратын жүйелер белгілі. Олар үшін қозғалтқышты екі жазықтықта қозғалыспен қамтамасыз ететін модульдің осіне жіберуге арналған жетекпен жабдықталған бір электр қозғалтқышын басқаратын датчиктер қажет [4]. Бұл шешім күн фотоэлектрлік модульдерін жылжытуға арналған күрделі жүйені қажет етеді және күн сәулесінен кейін бағдарлану кезінде алынған күн радиациясының жоғарылауы электр жетегін беру үшін электр энергиясын тұтынумен едәуір дәрежеде өтеледі және осы жүйелерге қосымша инвестициялық шығындар қосылады.

Ұсынылған шешім күн сәулесінің жалпы сәулеленуін әр күн модулімен байланысты шағылысатын тақталар арқылы алынған шағылысқан сәулеленудің тікелей сәулеленуіне қосу арқылы көбейтуден тұрады. Осылайша, күн сәулесінің кез-келген оқшаулау жағдайында жоғары күн сәулесін алуға болады, осылайша күн фотоэлектрлік түрлендіруден алынған электр энергиясы артып, жүйенің тиімділігі жақсарады [5].

Энергия мөлшерін едәуір төмендететін фактор – бұл күн батареяларының генерациялау қабілетінің толық пайдаланылмауы. Көптеген фотоэлектрлік электр станцияларының жалпы энергия тиімділігі 5-10% -дан аспайды.

Күн батареялары үшін күнді автоматты түрде қадағалап отыратын жүйелерде де, стационарлық күн панельдері бар жүйелерде де (мысалы, үйлердің шатырларында) электр энергиясын реттеудің ерекше режимін енгізу орынды. ERM кез-келген қуаттағы КБ үшін сәтті қолданыла алады. Әртүрлі өндірушілердің күн панельдерінің параметрлерінің шашырауы да маңызды емес, өйткені оңтайлы іздеу автоматты түрде жасалады [6].

Экстремалды реттеуді қолдану әсері күн батареяларының температуралық диапазонына байланысты. Оңтайлы жұмыс нүктесінде КБ кернеуін үздіксіз реттеуді жүзеге асырған кезде, күн батареясын қуат бойынша пайдалану 30% -ға дейін артады.

Энергия тиімділігі ( $K_{\Sigma}$ ) аналитикалық түрде жүйеде қабылданған күн батареясының (КБ) кернеуін реттеу заңымен күн батареясы ( $W_{CB}$ ) өндіретін энергия арасындағы айырмашылықтың және түрлендіргіш қондырғылардағы ( $\Delta W_{II}$ ) және АБ ( $\Delta W_{AB}$ ) энергия шығындарының мүмкін болатын энергияға қатынасы арқылы өрнектеледі. максималды қуат нүктесінде КБ кернеуін үздіксіз реттейтін генерациялау ( $W_{CBmax}$ )

$$K_{\Sigma} = (W_{CB} - \Delta W_{II} - \Delta W_{AB}) / W_{CBmax} = W_H / W_{CBmax} = \int_0^T P_H dt / \int_0^T P_{CBmax} dt, \quad (2)$$

мұндағы

$W_{II}$  – жүктемеге жеткізілетін энергия;

$P_{CBmax}$  – КБ қуатының экстремалды ағымдағы мәні;

$P_H$  – жүктеме қуатының ағымдағы мәні;

$T$  – жұмыс істеу кезеңі.

Күн батареяларын энергия бойынша толық пайдаланбау (кемінде 30-50%) энергетикалық жүйелер мен қондырғылардың көпшілігінде күн панельдерін мәжбүрлеп салқындату және үздіксіз автоматты бақылау жүйелері, сондай-ақ күн батареясының вольт-амперлік сипаттамасы бойынша қуаттың максимумын реттеу жүйелері болмауымен түсіндіріледі [7]. Фотоэлектрлік панельдер шығаратын максималды қуат олардың температурасына байланысты. Температураның жоғарылауы фотоэлектрлік элементтер шығаратын электр энергиясына теріс әсер етеді. Ең көп таралған фотоэлектрлік панельдер, монокристалды және поликристалды кремний, максималды қуаттың ең жоғары температуралық коэффициентіне ие. Жартылай құрғақ және құрғақ аймақтарда фотоэлектрлік панельдердің температурасы 80°C-тан асады [8].

Табиғи ауа ағыны-бұл фотоэлектрлік панельдерді салқындатудың ең көп таралған әдісі, өйткені оның қарапайымдылығы, қосымша материалдар қажет емес және салыстырмалы түрде арзан. Алайда, фотоэлектрлік панельдердің салқындауын жақсартуға болады, егер фотоэлектрлік панельдердің артқы жағында ауа айналымын қамтамасыз ету үшін қабырғалары бар металл материалдар орнатылса. Ғимараттың тік қабырғалары мен оларға орнатылған фотоэлектрлік жүйе арасындағы табиғи ауа ағынын қолдана отырып, фотоэлектрлік панельдердің температурасын 40°C-тан төмен ұстауға болады, бұл орташа деңгейден 20°C-қа аз.

Фотоэлектрлік панельдерді сумен салқындату 1960 жылдардың аяғынан бастап, алғашқы гибриді фотоэлектрлік панельдер (фотоэлектрлік панель және күн жылу коллекторы) салынған кезде зерттелді және бұл технология 1990 жылдардан кейін қарқынды дамыды. Қазіргі уақытта ПВТ-ның көптеген түрлері бар, мысалы, табиғи және мәжбүрлі су айналымы бар, концентрацияланбаған және концентрацияланған күн сәулесін

қолдана отырып, жылтыратылған және жылтыратылмаған, сіңіргіш тақтайшасы бар және басқа түрлері.

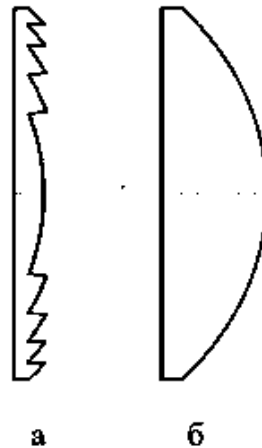
Ал гибриді панельдер бірдей кеңістікте электр және жылу энергиясын шығара алады. Су құбыры бар сіңіргіш табаққа орналастырылған монокристалды кремний панелінен тұратын фотоэлектрлік тиімділік зерттелді. Су айналымы табиғи. Фотоэлектрлік панельдің тиімділігі күн коллекторы жоқ панельмен салыстырылады, ал күн коллекторы үшін тиімділігі шамамен 40% құрайды. Гибридік жүйенің тиімділігі әдеттегі жүйеге қарағанда әлдеқайда жоғары. Ян мен Инь гибридік жүйелердегі фотоэлектрлік панельдің максималды қуаты тек фотоэлектрлік панельмен салыстырғанда 23%-ға артатынын және күн жылу коллекторы 661 Вт/м<sup>2</sup> өндіретінін анықтады. Френель линзалары мен оптикалық призмалар күн сәулесін 1090 күнге дейін шоғырландыру үшін қолданылады. Фотоэлектрлік элементтердің тиімділігі 28%, ал жылу-60%.

Күн панельдерін үздіксіз автоматты қадағалау жүйелерінің болмауы және оларды мәжбүрлі түрде салқындату көптеген жағдайларда күн батареялары үйлердің шатырларында орналасқандығымен түсіндіріледі және мұндай жүйелерді іске асыру техникалық жағынан қиын және экономикалық тұрғыдан мақсатсыз. Күн батареялары ашық жерлерде орналасқан жағдайда - тұтынушылардың оларды қолданудың орындылығы мен экономикалық тиімділігінде белгісіздігі, өйткені техникалық іске асыру күрделі және шығыс қуаты деңгейіне немесе күн батареясының ауданына байланысты Күнді автоматты түрде қадағалау жүйелерін ұтымды пайдалану бағыттары анықталмаған [9].



Сурет 2 – Френель жарығының шоғырлану жүйесі

Күн сәулесінде КБ автоматты басқарылатын кейбір фотоэлектрлік электр қондырғыларында күн батареясы Френель линзаларымен бірге қолданылады. Бұл көлденең қимада арнайы профиль призмалары түрінде болатын кішкене қалыңдықтағы концентрлік сақиналардан тұратын құрама линза (2 сурет). Френель линзалары сақиналы және белдік болып бөлінеді. Сақина-жарық ағынын бір бағытта бағыттайды. Линзаның фокусына орналастырылған нүктелік көзден алынған сәулелер сақиналарда сынғаннан кейін параллель сәулемен шығады. Белдік линзалары көзден белгілі бір жазықтықта барлық бағытта жарық жібереді. Линзаның диаметрі 10-20 см-ден бірнеше метрге дейін болуы мүмкін.



Сурет 3 – Френель (а) және кәдімгі линзаның (б) көлденең қимасы

АФЭҚ-на Френель линзаларын қолдану фотоэлектрлік түрлендіргіштердің бірлігіне келетін жарық ағынын арттыруға мүмкіндік береді, бұл тұтастай алғанда қондырғының энергия тиімділігін арттырады. Алайда, линзаларды қолдану нәтижесінде ФЭП температурасы және олардың тозу жылдамдығы артады. Сондай-ақ, фотоэлектрлік қондырғыны орнату технологиясы көп еңбекті қажет етеді [10].

Энергия тиімділігін арттырудың тағы бір әдісі – бұл күн батареяларының дизайнын оңтайландыру, бұл күн батареяларының минималды қызуына қол жеткізу, себебі температура жоғарылаған сайын күн батареясының тиімділігі төмендейді. ФЭТ-ны мәжбүрлі түрде салқындатуға арналған арнайы шаралар мен қондырғылардың тиімділігін зерттеу туралы іс жүзінде ақпарат жоқ.

Күн энергиясының концентраторлары бар күн электр станцияларының құрамындағы фотоэлектрлік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерін талдау концентрация коэффициентінің жоғарылауы ФЭТ жұмыс температурасының жоғарылауына және нәтижесінде фотоэлектрлік түрлендіргіштердің әртүрлі түрлерінің тиімділігінің едәуір төмендеуіне, сондай-ақ олардың тозуына әкелетінін көрсетті [11]. Бұл фактіні ФЭТ үшін күн сәулесінің шоғырлануының оңтайлы дәрежесін таңдау және күн сәулесінің концентраторлары бар энергия қондырғыларында жылу тарату жүйесін іске асыру кезінде ескеру қажет.

**Қорытынды.** Фотовольтаикалық түрлендіргіштер негізінде автономды энергетикалық қондырғылардың құрылымын олардың энергия тиімділігін арттыру әдістерін қолдана отырып зерттеу жүргізілді. Күн батареяларының қуатын экстремалды реттеуді жүзеге асыру Күн батареяларын автоматты түрде бақылау әдісімен салыстырылатын, бірақ іс жүзінде жүзеге асырылатын АФЭҚ энергия тиімділігін арттырудың ең тиімді әдісі болып табылады. Энергия тиімділігін арттыру үшін бұл күн панельдерінің дизайнын оңтайландыру, бұл күн панельдерінің минималды қызуына қол жеткізу, температура жоғарылаған сайын күн панельдерінің тиімділігі төмендейді.

Күн фотоэлектрлік қондырғысының тиімділігін арттыру шешімі тікелей сәулеленуге шағылысқан сәулеленуді қосу арқылы күн сәулесінің жақсы қолданылуын қамтамасыз етеді. Негізгі элемент, егер бұл құрылғы әр түрлі материалдар мен өлшемдерден жасалуы мүмкін қарапайым және арзан шағылысқан тақталардан тұрса, ені күн модулінің төрттен он үшінші еніне дейін болды, өйткені оны орнату үшін қосымша орын қажет емес.

### Әдебиеттер

1. Никулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. – Москва: Сов. радио, 1980. – 264 с.

2. Яковлев А.С. Энергоэффективность и энергосбережение в России на фоне опыта зарубежных стран // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – №. 6. – С. 26-30.
3. Виссарионов В.И. и др. Солнечная энергетика: Учеб. пособие для вузов. – Москва: Издательский дом. – 2008. – № 317.
4. Алферов З.И., Андреев В.М., Румянцев В.Д. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики // Физ. Техн. Полупров. – 2004. – № 34. – № 8. – С. 937-947.
5. Автономная энергетическая установка с экстремальным шаговым регулятором мощности солнечных батарей / Ю.А. Шиняков, А.И. Отто, А.В. Осипов, М.М. Черная // Альтернативная энергетика и экология – 2015. – № (8-9) – С. 12-18.
6. Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. // Москва: Радио и связь. – 1990.
7. Абдурахманов Б.М. и др. Модернизация технологии получения технического кремния для солнечной энергетики // Прикладная Солнечная энергетика. – 2014. – Т. 50. – №. 4. – С. 282-286.
8. W.G.J.H.M van Sark, A. Meijerink, R.E.I. Schropp, J.A.M van Roosmalen Enhancing solar cell efficiency by using spectral converters, International Conference on Physics, Chemistry and Engineering, Vol. 87, Issues 1-4, 2005.
9. Bin-Juine Huang, Yien-Chen Huang, Guan-Yu Chen, Po-Chien Hsu, Kang Li, Improving Solar PV System Efficiency Using One-Axis 3-Position Sun Tracking, Energy y Procedia, Vol. 3, pg. 280 – 287, 2013.
10. Zeng L., Hong C., Liu J., Efficiency enhancement in Si solar cells by textured photonic crystal back reflector, IEEE, Vol.89, Issue 11, 2006.
11. W. S. Yang, J. H. Noh, N. J. Jeon et al., “Solar cells. High-performance photovoltaic perovskite layers fabricated through intramolecular exchange” Science, vol. 348, no. 6240, 2015, pp. 1234-1237.

### References

1. Nikulin I.M., Stafееv V.I. Physics of semiconductor devices. – Moscow: Sov. radio, 1980 – 264 p.
2. Yakovlev A.S. Energy efficiency and energy saving in Russia against the background of the experience of foreign countries // Izvestiya Tomsk Polytechnic University. – 2012. – Vol. 321. – No. 6. – pp. 26-30.
3. Vissarionov V.I. et al. Solar energy: A textbook for universities. – Moscow: Publishing House. – 2008. – № 317.
4. Alferov Z.I., Andreev V.M., Rumyantsev V.D. Trends and prospects of development of solar photoenergy // Phys. Tech. Semiprov. – 2004. – № 34. – № 8. – pp. 937-947.
5. An autonomous power plant with an extreme stepper power regulator of solar panels / Yu.A. Shinyakov, A.I. Otto, A.V. Osipov, M.M. Chernaya // Alternative energy and ecology. – 2015. – No. (8-9). – pp. 12-18.
6. Vikulin I.M., Stafееv V.I. Physics of semiconductor devices. // Moscow: Radio and Communications. – 1990.
7. Abdurakhmanov B.M. et al. Modernization of the technology for obtaining technical silicon for solar energy // Applied Solar Energy. – 2014. – Vol. 50. – No. 4. – pp. 282-286.
8. W.G.J.H.M van Sark, A. Meijerink, R.E.I. Schropp, J.A.M van Roosmalen Enhancing solar cell efficiency by using spectral converters, International Conference on Physics, Chemistry and Engineering, Vol. 87, Issues 1-4, 2005.
9. Bin-Juine Huang, Yien-Chen Huang, Guan-Yu Chen, Po-Chien Hsu, Kang Li, Improving Solar PV System Efficiency Using One-Axis 3-Position Sun Tracking, Energy y Procedia, Vol. 3, pg. 280-287, 2013.

10. Zeng L., Hong C., Liu J., Efficiency enhancement in Si solar cells by textured photonic crystal back reflector, IEEE, Vol.89, Issue 11, 2006.

11. W. S. Yang, J. H. Noh, N. J. Jeon et al., "Solar cells. High-performance photovoltaic perovskite layers fabricated through intramolecular exchange, Science, vol. 348, no. 6240, 2015, pp. 1234-1237.

**САРИЕВА А.К.** – к.п.н., ст. преподаватель (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

**БЕЙСЕНБЕКОВА Ж.Б.** – магистрант (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

**ЖАРЫЛКАСЫН А.Б.** – магистрант (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

**ТОКЕН Б.Н.** – магистрант (г. Алматы, Казахский Национальный университет им. аль-Фараби)

## **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВОК С ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

### **Аннотация**

*Основной целью данной статьи является обзор ранее разработанных важнейших методов повышения эффективности и увеличения срока службы фотоэлектрических панелей. И в работе представлено решение о повышении эффективности солнечной фотоэлектрической установки, осуществляемой с помощью стационарных солнечных фотоэлектрических модулей, расположенных на солнечных стоянках или отдельных установках. Рекомендованное решение для увеличения излучения на солнечных фотоэлектрических панелях – это использование некоторых тонких пластин, установленных перед солнечными фотоэлектрическими модулями, покрытых отражающим одеялом, с возможностью их регулировки. В результате были найдены оптимальные решения с помощью автономного фотоэлектрического устройства. Для эффективного использования фотоэлектрических генераторов необходимо знать точку максимальной мощности и обеспечить такой режим, чтобы при изменении условий окружающей среды передаваемая мощность была наибольшей. При обработке ФЭУ используются имитаторы солнечных батарей, позволяющие воспроизводить характеристики под воздействием различных внешних воздействий.*

**Ключевые слова:** солнечное излучение, фотоэлектрический модуль, повышение эффективности, автономная фотоэлектрическая установка, солнечная батарея, аккумуляторная батарея, энергоэффективность.

**SARIEVA A.K.** – PhD, senior lecturer (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

**BEISENBEKOVA Zh.B.** – master's student (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

**ZHARYLKASYN A.B.** – master's student (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

**TOKEN B.N.** – master's student (Almaty, Al-Farabi Kazakh National university)

## **WAYS TO IMPROVE THE ENERGY EFFICIENCY OF INSTALLATIONS WITH PHOTOVOLTAIC SOLAR ENERGY CONVERTERS**

### **Abstract**

*The main purpose of this article is to review the previously developed most important methods for improving the efficiency and increasing the service life of photovoltaic panels. And the paper presents a solution to improve the efficiency of a solar photovoltaic installation carried out with the help of stationary solar photovoltaic modules located in solar parking lots or separate installations. The recommended solution for increasing the radiation on solar photovoltaic panels is to use some thin plates installed in front of the solar photovoltaic modules, covered with a reflective blanket, with the ability to adjust them. As a result, optimal solutions were found using an autonomous photoelectric device. For efficient use of photovoltaic generators, it is necessary to know the maximum power point and ensure that the transmitted power is the greatest when environmental conditions change. When processing the PED, simulators of solar cells are used, which allow reproducing the characteristics under the influence of various external influences.*

**Key words:** solar radiation, photovoltaic module, improving efficiency, autonomous photovoltaic installation, solar battery, battery, energy efficiency.

УДК 621.373

**КЕМЕЛЬБЕКОВ Б.Ж.** – д.т.н., профессор (г. Алматы, Казахский университет путей сообщения)

**БАТЫРБАЕВ Р.** – магистрант (г. Алматы, Международный университет информационных технологий)

### **МЕХАНИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ – ОСНОВНАЯ ПРОБЛЕМА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ, ПОДВЕШЕННОГО НА ОПОРАХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ И КОНТАКТНОЙ СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

#### **Аннотация**

*В статье представлен анализ технологии подвешивания оптоволоконного кабеля на опорах линий электропередачи или электрифицированных железнодорожных линиях, в очень агрессивной среде и сложных динамических неблагоприятных воздействиях внешней среды. Приведены сравнительные исследования технологии подвешивания оптоволоконного кабеля на линиях связи электрифицированных железных дорог. Результаты исследования и международный опыт в области построения и эксплуатации магистральных оптических сетей связи показывает, что наиболее эффективной в настоящее время является технология укладки волоконно-оптических линий связи в пластиковых коллекторах вдоль железных и автомобильных дорог.*

**Ключевые слова:** внешние факторы, оптический кабель, затухание, деформации, механические воздействия.

**Введение.** При организации ВОЛС-ВЛ по воздушной линии электропередачи линия приобретает новое качество и становится объектом двойного назначения – она служит как