DOI: 10.33942/sititpr202228 **УДК 621.311.243**

АВТОНОМДУК ЭЛЕКТР СТАНЦИЯСЫ ҮЧҮН ФОТОЭЛЕКТРДИК ӨЗГӨРТКҮЧТӨРДҮН (ФЭӨ) АЯНТЫНЫН НЕГИЗДӨӨСҮ

Садыков М.А. [1], Алманбетов А.А. [2], Рысалиев А.С.[3]

(1)Эл аралык инновациялык технологиялар университетинин доценти, ф-м.и.к Кыргызстан, 720048, Бишкек ш. Анкара көч. (Горький көч), 1/17 e-mail: sadmaks@mail.ru

(2)Б.Осмонов атындагы Жалал-Абад мамлекеттик университети, Таш-Көмүр Инженердик педагогикалык факультети, окутуучу Кыргызстан, 715600 Жалал-Абад ш, Ленин көч 57, e-mail: aalmanbetov87@gmail.com

(3)И.Раззаков атындагы Кыргыз мамлекеттик техникалык университетинин доценти т.и.к. Кыргызстан, 720044, Бишкек ш, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail:

Аннотациясы. *Автономдуу күн электр станциясынын параметрлерин аныктоонун өзгөчөлүктөрү жүктөө графигин, күн радиациясынын интенсивдүүлүгүн жана электрохимиялык батареяларда ашыкча энергияны сактоо мүмкүнчүлүгүн эске алуу менен каралат. Макалада автономдуу керектөөчүлөрдүн жүктөмүнүн реалдуу графиги келтирилген. Жүктөмдүн ийри сызыгын эске алуу менен анын аянтынын өзгөрүшү жана фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн батареясынын өндүрүлгөн кубаттуулугунун эсептөөлөрү келтирилген. Күн батареясынын жетиштүү аянтын табуу үчүн графикалык ыкма көрсөтүлгөн. Батареянын аянтын өзгөртүү менен, электр-химиялык батареяларды заряддоо үчүн колдонулушу мүмкүн болгон энергиянын тартыштыгын жана ашыкчасын жөнгө салууга болот деген тыянак бар. Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдү колдонуу менен айыл чарбалардагы энергия керектөөчүлөрдүн негизги муктаждыктарын камсыздоо. Реалдуу графигинин негизинде өзгөчө айыл чарбасында дыйкандардын белгилүү бир убакыт аралыгында үзгүлтүксүз электрэнергиясы менен камсыз болуусун негиздейт.*

Ачкыч сөздөр: *күн радиациясы, фотоэлектр өзгөрткүчтөрү, жүктөлүү графиги, энергия балансы, керектөөчүлөр, электр энергиясы.*

ОБОСНОВАНИЕ ПЛОЩАДИ БАТАРЕИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОНОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Садыков М. А. [1], Алманбетов А. А. [2], Рысалиев А.С. [3]

(1) к,ф-м.н.,доцент,каф. “Электроснабжение” Международного университета инновационных технологий МУИТ. Кыргызстан, 720048, г. Бишкек, ул. Анкара (Горького), 1/17 e-mail: sadmaks@mail.ru

(2) преподаватель, Таш – Кумырского Инженерно-педагогического факультета Жалал-Абадского государственного университета им. Б. Осмонова. Кыргызстан, 715600 г. Джалал-Абад, ул. Ленина 57, e-mail: aalmanbetov87@gmail.com.

(3) к. т.н., доцент кафедры “Электроснабжения” Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова, КГТУ Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова 66, e-mail:

Аннотация. *Рассмотрены особенности определения параметров автономной солнечной электростанции с учетом графика нагрузки, интенсивности солнечного излучения и возможности запасать избыточную энергию в электрохимических батареях. В статье приведен реалистичный график загрузки автономных потребителей. С учетом кривой нагрузки приведено изменение ее площади и расчет генерируемой мощности батареи фотоэлектрических преобразователей. Показан графический метод нахождения достаточной площади солнечного элемента. Сделан вывод о том, что, изменяя площадь аккумуляторов, можно регулировать дефицит и избыток энергии, которую можно использовать для заряда электрохимических аккумуляторов. Для удовлетворения основных потребностей потребителей энергии в сельском хозяйстве используют фотоэлектрические преобразователи. На основе реального графика, особенно в сельском хозяйстве, обеспечивает фермеров бесперебойным электроснабжением на определенный период времени.*

Ключевые слова: *солнечное излучение, фотоэлектрические преобразователи, график нагрузки, энергетический баланс, потребители, электроэнергия.*

JUSTIFICATION OF THE BATTERY AREA OF PHOTOELECTRIC CONVERTERS FOR AUTONOMOUS POWER PLANT

Sadykov M.A.[1], Almanbetov A. A. [2], Rysaliev A.S. [3]
[(1)] Ph.D., Associate Professor, International University of Innovative Technologies. Kyrgyzstan, 720048, Bishkek, st. Ankara (Gorky), 1/17
[(2)] Lecturer, Tash – Kumyr Engineering and Pedagogical Faculty Jalal-Abad State University named after B. Osmonova. Kyrgyzstan, 715600 Jalal-Abad, st. Lenina 57,
[(3)] Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Power Supply of the Kyrgyz State Technical University. I. Razzakov, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Ch. Aitmatov Ave. 66,

Abstract. *The features of determining the parameters of an autonomous solar power plant are considered, taking into account the load schedule, the intensity of solar radiation and the possibility of storing excess energy in electrochemical batteries. The article provides a realistic load schedule for offline consumers. Taking into account the load curve, the change in its area and the calculation of the generated power of the battery of photovoltaic converters are given. A graphical method for finding sufficient solar cell area is shown. It is concluded that by changing the area of the batteries, it is possible to regulate the deficit and excess of energy that can be used to charge electrochemical batteries. To meet the basic needs of energy consumers in agriculture, photovoltaic converters are used. Based on a real schedule, especially in agriculture, provides farmers with uninterrupted power supply for a certain period of time.*

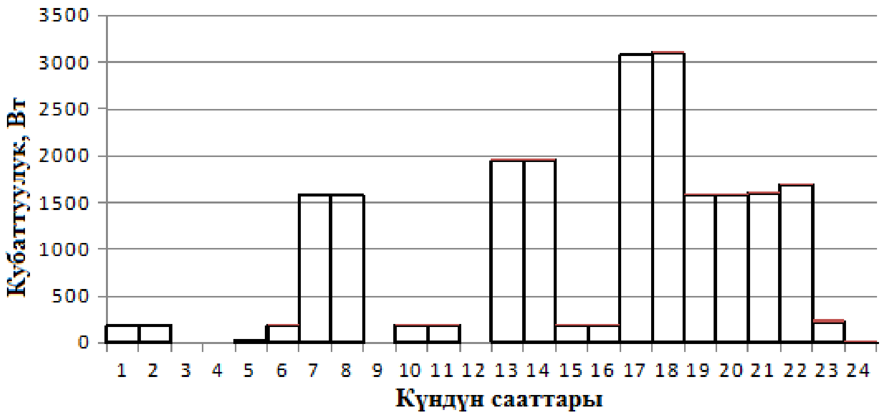
Key words: *solar radiation, photovoltaic converters, load schedule, energy balance, consumers, electricity.*

Күн радиациясынын энергиясын туруктуу токтун электр энергиясына түз айландыруу үчүн автономдуу күн электр станциясын долбоорлоодо фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн (ФЭӨ) батареясынын параметрлерин негиздөө эң маанилүү милдет болуп саналат [1, 2]. Бул милдеттин маанилүүлүгү автономдуу электр менен камсыздоонун өзгөчөлүгүнө, тактап айтканда, энергиянын кепилденген булагынын жоктугуна байланыштуу. Атмосферанын абалына жана күндүн нурунун тийүүсүнүн бурчуна жараша жер бетиндеги күн радиациясынын интенсивдүүлүгү күндүз да бир калыпта эмес, ал эми түнкүсүн дагы электр энергиясы талап кылынгандыктан, фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн негизиндеги автономдуу күн электр станциялары керектүү резервди талап кылат. [2, 3]. Энергиянын резервдик булагы катары автономдуу керектөөчүлөр үчүн отун электр станциясын пайдалануу кээ бир кемчиликтер менен байланышкан.

Биринчиден, күйүүчү майга болгон муктаждык жана мунайдын баасы арзандаса дагы мунай продуктыларынын баасынын тынымсыз өсүшү; экинчиден, кээ бир электр менен жабдуу объектилери (мисалы, бал челектери) үчүн маанилүү фактор болуп саналган күйүү продуктуларынын айлана-чөйрөгө зыяндуу таасири; үчүнчүдөн, аз жүктөөдө натыйжалуулугун олуттуу төмөндөшү, демек, күйүүчү май ашыкча керектелүүдө [1, 4, 7, 9]. Ушундан улам, акыркы убакта электрохимиялык батарейкалар

резервдик булак катары көбүрөөк колдонулууда [5]. Бул автономдуу керектөөчүнүн өзгөрүлмө жүктөө графиги жана күн электр станциясынын өзгөрүлмө кубаттуулугу менен фотоэлектрдик өзгөрткүчтөр (ФЭӨ) ага болгон керектөөдөн ашкан электр энергиясын өндүргөн мезгилдердин сөзсүз болушу менен түшүндүрүлөт. Бул ашыкча энергия электрохимиялык батареяларды заряддоо үчүн колдонулушу мүмкүн, жана кийин аларды, керектөөчүлөрдү электр энергиясы менен камсыз кылуу үчүн колдонуу керек. [6]. Ошентип, фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн (ФЭӨ) аккумуляторунун аянты жана батарейкалардын сыйымдуулугу бири-бири менен байланышкан жана энергия керектөөнүн параметрлерине жана күн радиациясынын кирген энергиясына көз каранды. Автономдуу электр менен жабдуучу объекттин суткалык электр керектөөсүн башка объекттер сыяктуу эле график түрүндө көрсөтүүгө болот. Мисалы электр менен камсыз кылуу объектиси чарбалык короо үчүн, керектелген электр энергиясынын болжолдуу графиги 1 - сүрөттө көрсөтүлгөн [7]. Бул график биздин республикабыздын туштук жагындагы чарбалар учун мунөздүү, мында дыйкандар негизинен эгин өстүрүү, ири айыл чарба ишканаларында өндүрүштүк объектилерди ижарага алуу, ал эми короо-сарайларда чарбалык жумуштар басымдуулук кылат.

Ошол эле учурда дыйкандар жана алардын үй-бүлөлөрү апрель айынан октябрга чейин дээрлик үзгүлтүксүз чарба иштеринде болушат, бул ишенимдүү электр менен камсыздоону талап кылат. Айыл чарбаларда 90% дан ашыгы өзүнчө батирлерде же бир үй-бүлөлүү үйлөрдө жашашат. Ошол эле учурда көпчүлүк калктуу пункттардагы жашоо шарттары сапаты боюнча азыркы талаптарга жооп бербейт; коммуналдык шарттардын төмөн деңгээли (ысык суу менен камсыз кылуу, электрлештирүү, газдаштыруу, тазаланбаган ичүүчү суу ж.б.) [8]. Салттуу эмес жана кайра жаралуучу энергия булактарынын ичинен эң келечектүү болуп күн жана шамал эсептелет. Кыргызстанда айыл чарбасында экологиялык абалын сактоого жана жакшыртууга мүмкүндүк берүүчү кошумча булактарды пайдалануу үчүн зарыл шарттары бар өлкө. Күн энергиясын пайдалануу мүмкүнчүлүгү жана актуалдуулугу жылдын мезгилине жана күн радиациясынын кеңдигине жараша болот. Айыл чарбасын керектүү энергия менен камсыз кылуу үчүн турак жайларды жана өндүрүштүк жайларды жылытуу, желдетүү жана ысык суу менен камсыздоо, данды, үрөндү жана тоютту кургатуу, айыл чарба ишканаларында ар турдуу технологиялык процесстерде иштетүү үчүн күн энергиясын топтоо жана колдонуу графигин түзүү зарыл. [9]



Сүрөт .1. Чарбанын болжолдуу жүктөө графиги:

1-ашыкча энергия; 2-энергиянын жетишсиздиги.

Эгерде энергия булагынын (электр станциясынын) кубаттуулугу туруктуу болсо, анда төмөндөө мезгилдеринде энергияны топтоодо, генерацияланган кубаттуулукту төмөнкү шарттар менен тандап алууга болот:

$$\sum (N_{И} – N_{Пj})\, t_j\, \eta_A = \sum (N_{Пi} – N_{И})\, t_i \qquad (1),$$

Мында: $N_И$ - Электр энергиясынын булагынын кубаттуулугу;

$N_{Пj}$ - Электр энергиясынын булагынын кубаттуулугунан ашпаган j – мезгилиндеги керектөөчүнүн кубаттуулугу, кВт;

$N_{Пj}$ - i-мезгилдеги керектөөчүнүн кубаттуулугу электр энергиясынын булагынын кубаттуулугунан ашса, кВт;

tj- j - мезгилдин узактыгы, саат;

tj- i- мезгилдин узактыгы, саат;

η_A - электр энергиясынын батареясынын эффективдүүлүгү.

Теңдеме (1) энергия балансын сүрөттөйт. Бул жерде, сол жагы - электрохимиялык батареяда сакталган ашыкча (талап кылынбаган) электр энергиясы, андан кийин керектөөчүлөрдү күн энергиясынын жетишсиздиги менен камсыз кылуу үчүн колдонулат.

Теңдемеде (1)де бир гана белгисиздик бар жана анын иштелип чыккан кубаттуулугу үчүн чечими кыйынчылык жаратпайт. 1-сүрөттө бул теңдеменин жай айларында топтолгон эффективдүүлүктү жана мүмкүн болгон трансформацияларды эсепке албастан кыскартылган жүктөө үчүн графикалык чечиминин мисалы көрсөтүлгөн (мунун бардыгы оңой эсепке алынат, бирок ой жүгүртүүнү татаалдантат). Келтирилген мисал иллюстрацияны көрсөтүү үчүн гана арналган жана бул учурда электр энергиясынын булагы 0,9 кВттан кем эмес болушу керек. Күн батареясынын (ФЭӨ) аянтын тандап жатканда, коюлган тапшырма бир канча татаалдашат. Бул жерде фотоэлектрдик өзгөрткүчтөр сутка ичинде өзгөрүлмө кубаттуулуктагы электр энергиясын иштеп чыгара тургандыгын эске алуу керек, анткени өзгөрүү бул күн радиациясынын интенсивдүүлүгү болуп саналат. Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн

аккумуляторунун аянтын өзгөртүү менен иштелип чыккан кубаттуулукту өзгөртүүгө болот, ал дагы эле күндүн убактысына жана атмосферанын абалына жараша болот, башкача айтканда, өзгөрүлмө бойдон кала берет [1, 3, 10]. Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдө күн электр станциясынын кубаттуулугунун минималдуу маанисин катуу эмес теңсиздиктен аныктоого болот (2) [3, 7]:

$$\sum (N_{Фj} - N_{Пj}) t_{1j} \eta_A \geq \sum(N_{Пi} - N_{Фi}) t_{2i} \qquad (2),$$

Мында: $N_Ф$ – ФЭӨ батареяларынын кубаттуулугу, кВт;

$N_П$ – керектөөчүнүн кубаттуулугу, кВт;

индекс j күн батареясынын кубаттуулугу электр энергиясын керектөөчүнүн кубаттуулугунан ашкан мезгилдерди билдирет;

i индекси электр энергиясын керектөөчүнүн күчү күн батареясынын ФЭӨ кубаттуулугунан ашкан мезгилдерди билдирет.

Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөр тарабынан өндүрүлгөн электр энергиясынын күчү белгилүү шарттардын негизинде аныкталат (3) [5, 7].

$$N_Ф = N_C F_Ф \eta_Ф \qquad (3)$$

Муну эске алуу менен (2) теңдемени төмөнкү формада жазууга болот (4) [3]:

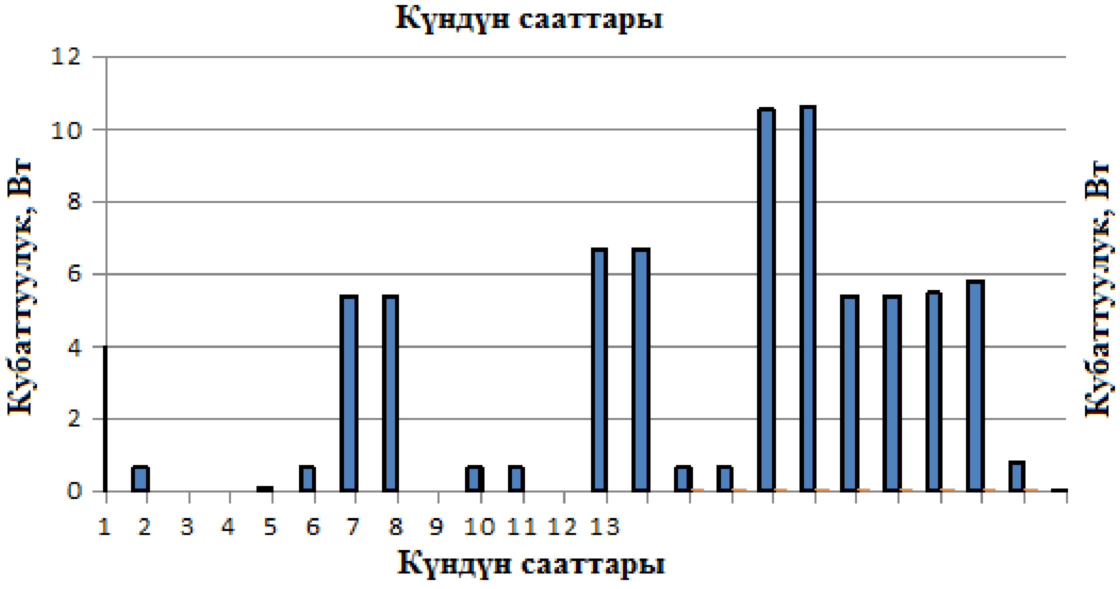
$$\sum (N_{Cj} F_Ф \eta_Ф - N_{1j}) t_{1j} \eta_A = \sum(N_{2i} - N_{Ci} F_Ф \eta_Ф) t_{2i} \qquad (4)$$

Мында: N_C – күн радиациясынын интенсивдүүлүгү, кВт/м2;

$F_Ф$ – площадь батареи фотоэлектрических преобразователей, м^2;

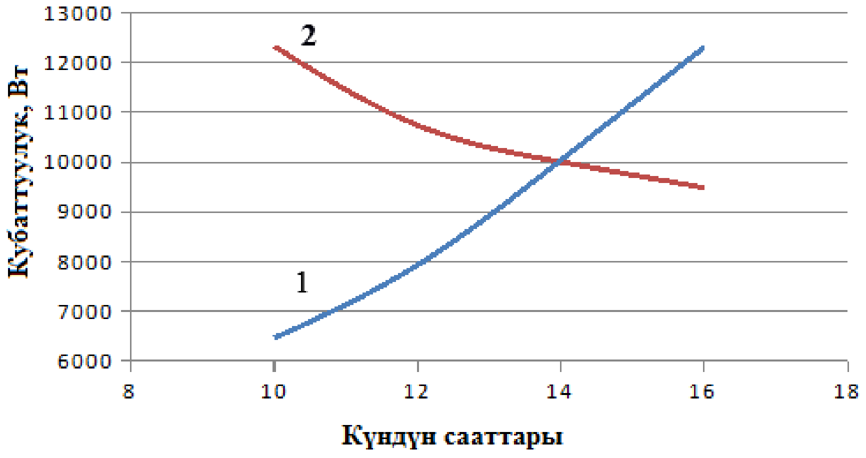
$\eta_Ф$ – КПД батареи фотоэлектрических преобразователей.

Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аккумуляторунун кубаттуулугу алардын аянтына жараша болгондуктан, андан кийин, фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аянтын өзгөртүү менен, энергиянын ашыкчасын жана энергиянын тартыштыгын (топтолгон энергия резервинин эсебинен толтурууга болот) жөнгө салууга болот. Бул билдирүү 2-сүрөттө көрсөтүлгөн.



Сүрөт .2. Күн электр станциясынын кубаттуулугунун фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аянтынан көз карандылыгы

Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн [3] аянтынан (4) теңдеменин сол жана оң бөлүктөрүн өзгөртүү функцияларын куруу менен ФЭӨ дүн батарейкасынын жетиштүү аянтын аныктоого болот. Чечими болуп функциялардын кесилишкен чекитине туура келген фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аянты, башкача айтканда, күн батареясынын аккумулятору тарабынан иштелип чыккан ашыкча электр энергиясынын жана батарейкалар менен толтурулган электр энергиясынын тартыштыгынын бирдейлиги болот. 3- сүрөттө мурунку жүктөө үчүн ушундай чечимдин мисалы берилип, анын графиги 1-сүрөттө көрсөтүлгөн. Жогоруда көрсөтүлгөн аймакка ээ болгон ФЭӨ батареялары мисал келтирилген объектини электр менен жабдуу үчүн жайында болжол менен 2000 саат электр энергиясы менен камсыз кыла алат. Бул күн энергиясы менен туруктуу энергия менен камсыздоону, камсыз кылуучу фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн мүмкүн болгон эң кичинекей аянты. Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аянтын тандоого таасир этүүчү факторлор (күн радиациясынын интенсивдүүлүгү, электр энергиясын керектөө),кокус өзгөрмөлүү чоңдуктар болгондуктан, эсептелген маалыматтардын иш жүзүндөгүдөн сөзсүз четтөөсүн эске алуу менен фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аянтын 10-15% га көбөйтүү сунушталат. Көбөйтүүнүн көптүгү ар бир конкреттүү учурда керектөөчүнүн талаптарына (энергия менен камсыздоонун талап кылынган ишенимдүүлүгүнө) жараша аныкталат.



Сүрөт. 3. 0,9 энергия менен камсыз болуу ыктымалдыгы менен 4-тендеменин чечилиши.

1 - сол жагы, 2 - оң жагы

Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аккумуляторунун мындай аянты бар батареялардын сыйымдуулугун (4) теңдемеден келип чыккан төмөнкү байланыш аркылуу аныктоого болот.

(5)

Мында: C_A – батареялардын электр сыйымдуулугу А.;

U_H – керектөөчүнүн номиналдык чыңалуусу, В;

Ошентип, бул мисал үчүн, практика жүзүндө, 3 х 5 м2 өлчөмдөгү фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн (ФЭӨ) аянты талап кылынат.

Корутунду.

Негиздөөнүн жана жүктөө графигинин аркасында, айыл жериндеги керектөөчүлөрдү электр энергиясы менен камсыз кылуу үчүн күн электр станцияларынан жана шамал турбиналарынан зарыл болгон энергиянын бир бөлүгүн алуу, андан ары алмаштыруу максатында, күн жана шамал электр станцияларын эсептөө жана тандоонун инженердик методологиясын колдонууга мүмкүн болот. Ошондой эле белгилүү бир аймактарда же жалпысынан өлкө боюнча алмаштырылуучу электр энергиясынын белгилүү бир көлөмүн камсыз кылган күн жана шамал орнотмолордун жалпы санын аныктоого болот.

КОЛДОНУЛГАН БУЛАКТАРДЫН ТИЗМЕСИ

1. ***Баранов Н.Н.*** *Нетрадиционные источники и методы преобразования энергии: уч. пособие для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ. – 2012. – 384 с.*
2. ***Андреев В.М., Грилихес В.А., Румянцева В.Д.*** *Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения / под ред. Ж.И.Алферова. – Л.: Наука. – 1989. – 310 с.*
3. ***Воронин С.М.*** *Формирование автономных систем электроснабжения сельскохозяйственных объектов на возобновляемых источниках энергии: монография. – Зерноград: ФГОУ ВПО АЧГАА. – 2010. – 304 с.*
4. ***Воронин С.М., Цыганов В.В.*** *Актуальные задачи автономного применения солнечных электростанций // Материалы 11-й международной научно-практической конференции, «Achievetementofhighschool». Том 14. Технологии. Математика. Физика. Современные информационные технологии. – 2015, №4. – С. 112.*
5. ***Безруких П.П., Стребков Д.С.*** *Возобновляемая энергетика: методология, ресурсы, технологии. – М.: ГНУ ВИЭСХ. – 2005. –264 с.*
6. ***Виссарионов В.И., Дерюкин Г.В., Кузнецов В.А.*** *и др. Солнечная энергетика. – М.: Издательский дом МЭИ. – 2011. – 276 с.*
7. ***Шпильрайн Э.Э.*** *Экологические аспекты применения возобновляемых источников энергии для децентрализованного энергоснабжения // Перспективы энергетики. – 2003, т. 6, – С 299 – 306.*
8. ***Алманбетов А.А., Якубжанов Ы.М.*** *Актуальность использования возобновляемых источников электроэнергии (ВИЭ) в индивидуальных частных жилых объектах. Вестник ОшГУ - Ошского государственного университета №7 стр -277-282., 2017-г ISSN1694-7452.*
9. ***Садыков М.А., Алманбетов А.А., Рысалиев А. С.,*** *Альтернативные источники энергии в сельском хозяйстве "Научный аспект №2-2021" - Техника и технология.*

10 ***Раушенбах Г.*** *Справочник по проектированию солнечных батарей, пер. с англ. под ред. Колтуна М.М. – М.: – 1983. – 360 с.*

11 ***Овсянников Е.М., Пшеничный В.Б., Аббасов Э.М.*** *Экономический эффект в результате перехода к пошаговому режиму слежения гелиоустановки за Солнцем // Промышленная энергетика. – 2007, №9. – С. 51-53.*