DOI:10.33942/sit1403 УДК 621.311.243

ФОТОЭЛЕКТРДИК ӨЗГӨРТКҮЧТӨРДҮ КҮНӨСКАНАЛАРДА КОЛДОНУУ МАСЕЛЕСИ

Алиев М.Ю.[1], Жекшенбеков Т.Н.[2], Султанов Б.Р.[3], Шукурбеков Д.Ш.[4]

[(1,2,3,4)] *Эл аралык инновациялык технологиялар университети, магистранттар, Бишкек ш., E-mail: maliev@mail.ru[1], jekchen@mail.ru[2], bsultanov@mail.ru[3], dchukurbekov@mail.ru[4]*

Аннотациясы *Учурда дүйнөдө салттуу энергия булактарын өндүрүү жана пайдаланууда бир катар олуттуу көйгөйлөр, анын ичинде экономикалык жана экологиялык көйгөйлөр бар. Кайра жаралуучу энергия булактары бул көйгөйлөрдү жарым-жартылай чечет. Алардын бири күн нуру, аны энергиянын башка түрлөрүнө айландыруу да бир катар көйгөйлөрдү жаратат. Макалада жай мезгилинде фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдү муздатуу менен күн энергиясын электр энергиясына айландыруунун эффективдүүлүгүн жогорулатуу жолдору талкууланат.*

Негизги сөздөр: *күн энергиясын концентрациялашуу, күн энергиясы, күн элементтери, фотоэлектрдик өзгөрткүчтөр, ФЭӨ эффективдүүлүгү, ФЭӨ муздатуу.*

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В ТЕПЛИЦАХ

Алиев М.Ю.[1], Жекшенбеков Т.Н.[2], Султанов Б.Р.[3], Шукурбеков Д.Ш.[4]

[(1,2,3,4)] *Международный университет инновационных технологий, магистранты, г. Бишкек, E-mail: maliev@mail.ru[1], jekchen@mail.ru[2], bsultanov@mail.ru[3], dchukurbekov@mail.ru[4]*

Аннотация *В настоящее время добыча и использование традиционных источников энергии в мире имеет ряд серьезных проблем, в том числе экономических и экологических. Возобновляемые источники энергии позволят частично решить эти проблемы. Одним из них является солнечное излучение, преобразование которого в другие виды энергии также имеет ряд проблем. В статье рассмотрены пути повышения эффективности преобразования солнечной энергии в электроэнергию путем обеспечения охлаждения фотоэлектрических преобразователей в летнее время.*

Ключевые слова: *концентрирование солнечной энергии, солнечная электростанция, солнечные элементы, солнечные элементы, фотоэлектрические преобразователи, кпд фэп, охлаждение фэп.*

ABOUT THE USE OF PHOTOVOLTAIC CONVERTERS IN GREENHOUSES

Aliev M.[1], Gekchenbekov N.[2], Sultanov B.[3], Chukurbekov D.[4]

[(1,2,3,4)] *International University of Innovative Technologies, Bishkek, Master students, E-mail: maliev@mail.ru[1], jekchen@mail.ru[2], bsultanov@mail.ru[3], dchukurbekov@mail.ru[4]*

Annotation *Currently, the extraction and use of traditional energy sources in the world has a number of serious problems, including economic and environmental ones. Renewable energy sources will partially solve these problems. One of them is solar radiation, the conversion of which to other forms of energy also has a number of problems. The article discusses ways to improve the efficiency of converting solar energy into electricity by providing cooling of photovoltaic converters in the summer.*

Key words: *concentration of solar energy, solar power plant, solar cells, solar cells, photovoltaic converters, efficiency of a pp, cooling of a pp.*

Өсүмдүктөрдүн фотокультурасы жашылча өсүмдүктөрүнүн көчөттөрүн кошумча жарыктандыруу үчүн, айыл чарба өсүмдүктөрүн өндүрүүдө жана корголгон жер кыртышында толук жасалма жарыктандыруу астында, өсүмдүктөрдү өстүрүүдө кеңири жайылууда. Кандайдыр бир фитобиологиялык процесстердин, фотосинтездин нормалдуу өтүшү үчүн, башкача айтканда, өсүмдүктөргө белгилүү бир спектралдык составы бар жана белгилүү кубаттуулуктагы жарык керек [1] LED жарык булактары тармагындагы акыркы жетишкендиктер, аларды күнөсканаларда өсүмдүктөрдү кошумча жарыктандыруу үчүн колдонууга мүмкүндүк берет, жана алардын аз кубаттуулугу фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдү (ФЭӨ) электр энергиясынын булагы катары колдонуу мүмкүнчүлүктөрүн кеңейтет [2, 3].

Бирок, ФЭӨдү колдонуудагы кээ бир көйгөйлөр дагы эле сакталып турат. Күнөскана тармагына келсек, эрте жаздан кеч күзгө чейин фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдү колдонууда кыйынчылыктар жаралат. Бул жазгы же күзгү жарыктандыруу үчүн, фотоэлектр станциясын эсептөөдө фотоэлементтер жайында күн радиациясынын көбөйгөн агымына түшүп, алардын эффективдүүлүгүн төмөндөтүп, кээ бир учурларда иштен чыгууга алып келиши мүмкүн экендиги менен түшүндүрүлөт [4-6]. Буга жол бербөө үчүн жайкысын пардалар менен көлөкө түшүрүү керек же күн тийбеген башка жол менен. Албетте, бул учурда кымбат баалуу фотоэлектрдик өзгөрткүчтөр толук пайдаланылбайт, бул бүтүндөй электр менен жабдуу системасынын натыйжалуулугун төмөндөтөт.

Күндүн түз нурлануусу күчтүү болгон мезгилде, фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн температурасын жылуулукту алып салуу менен төмөндөтүүнү сунуштайбыз. Ийгиликтүү чечим болгон учурда да, фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн эффективдүүлүгүн долбоордук деңгээлде кармап турууга гана эмес, четке кагылган жылуулукту күнөсканадагы технологиялык муктаждыктарга колдонууга, башкача айтканда, кошумча оң эффект алууга мүмкүндүк берет [1, 7, 8]. Сунушталган чечимди ишке ашыруу үчүн төмөнкү ыкма боюнча фотоэлектр станцияларын түзүү сунуш кылынат.

Өсүмдүктөрдү өстүрүүнүн ар кандай этаптарында, жарыктандыруунун талап кылынган деңгээлине жараша кошумча жарыктандыруунун деңгээли, күнөскана өсүмдүктөрүн өстүрүүнүн бардык айлары үчүн аныкталат. Мында табигый жарыктандыруу, башкача айтканда, күн нурунун узактыгы жана күн нурунун интенсивдүүлүгү эске алынат [1, 9, 10]. Кошумча жарыктын деңгээли төмөнкү формула менен аныкталат:

$$E_Д = \int_{\tau_1}^{\tau_2} P_H d\tau - \int_{\tau_1}^{\tau_2} P_E d\tau \qquad (1)$$

мында: $E_Д$ – кошумча жарыктандырууга сарпталган энергия, Вт· с;

P_H - стандарттык жарыктандыруудагы нурлануу күчү, Вт;

P_E - табигый нурлануунун күчү, Вт;

τ1, τ1 - эсептөө мезгилинин башталышы жана бүтүшү (датасы), с.

Стандарттык жарыктандыруудагы нурлануунун күчү кыйынчылык жаратпайт жана талап кылынган таасиринин деңгээлине жараша аныкталат. Табигый нурлануунун күчү күн нурунун интенсивдүүлүгүнө пропорционалдуу жана төмөнкү формула менен аныкталат [10].

$$P_{Ej} = N_{СИj} \cdot F_P \cdot k_{пр} \quad (2)$$

мында: P_{Ej} - j-мезгилдеги табигый нурлануунун күчү, Вт;

$N_{СИj}$ - j- мезгилдеги күн нурунун интенсивдүүлүгү, Вт/м^2;

F_P - өсүмдүктөрдүн аянты, м^2;

$k_{пр}$ - парниктин бетинин өткөрүмдүүлүгү.

Теңдикти колдонуу (2) мүмкүн жана мыйзамдуу, анткени ФЭӨ негизиндеги фотоэлектрдик станциянын энергетикалык мүнөздөмөлөрү эң начар шарттарда аныкталат. Демек, j-мезгили кошумча жарыктандыруу үчүн максималдуу кошумча энергия талап кылынган мезгил болуп саналат. Өсүмдүктөр жетиштүү узак мөөнөттө (мисалы, бир ай) нурлануунун орточо дозасын алышы керек болгондуктан, табигый жарыктын күчүн эсептөө үчүн метеорологиялык маалымдамаларда берилген күн нурунун интенсивдүүлүгүнүн орточо маанисин колдонсо болот.

Ошентип, жарыктандыруу стандарттарына жана күн нурунун интенсивдүүлүгүнүн орточо маанилерине ээ болуу менен, эң эффективдүү эмес мезгилде кошумча жарыктандыруу үчүн зарыл болгон энергияны аныктоого болот. Мында күн нурунун интенсивдүүлүгү боюнча, метеорологиялык маалыматтарды мезгил-мезгили менен үч сааттык берүү формасын эске алып [10], интеграциядан дискреттик суммалоого өтүүгө болот.

$$E_{д} = \left(\sum_j P_{Hj} - \sum_j N_{СИj} \cdot F_P \cdot k_{пр} \cdot cos\beta\right) \cdot \Delta\tau_j \quad (3)$$

мында: $E_Д$ – кошумча жарыктандырууга сарпталган энергия, Вт· с;

P_{Hj} – j-мезгилдеги стандарттык жарыктандыруудагы нурлануу күчү, Вт;

$N_{СИj}$ – j- мезгилдеги күн нурунун горизонталдык аймактагы интенсивдүүлүгү, Вт/м^2;

β - ФЭӨ бататреясынын жантаюу бурчу.

Алдыга коюлган милдетке (тапшырмаларга) ылайык, керектелген энергия фотоэлектр станциясы менен жабылышы керек:

$$E_{д} \leq N_{СЭС} \cdot \Delta\tau_j \quad (4)$$

мында: $E_Д$ – кошумча жарыктандырууга сарпталган энергия, Вт· с;

$N_{СЭС}$ - күн электр станциясынын күчү, Вт;

$\Delta\tau_j$ – j-мезгилдин узактыгы, h.

Фотоэлектрдик станциянын кубаттуулугу күн батареясынын аянтына жана күн радиациясынын интенсивдүүлүгүнө пропорционалдуу [1, 11].

$$N_{СЭС} = N_{СИj} \cdot F_{ФЭП} \cdot \eta_{ФЭП} \quad (5)$$

мында: $N_{СЭС}$ - күн электр станциясынын кубаттуулугу, Вт;

$N_{СИj}$ – j-мезгилдеги күн нурунун интенсивдүүлүгү, Вт/м2;

$F_{ФЭП}$ - фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн аянты, м2;

$\eta_{ФЭП}$ - фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн эффективдүүлүгү.

Белгилей кетүүчү нерсе, фотоэлектр станциясынын күчүн эсептөөдө күн нурунун интенсивдүүлүгүнүн орточо маанисин колдонуу мүмкүн эмес, анткени интенсивдүүлүктүн төмөндөшү менен ФЭӨ дүн күчү пропорционалдуу түрдө төмөндөйт, ал эми интенсивдүүлүктүн жогорулашы менен ФЭӨдүн күчү пропорционалдуу түрдө көбөйбөйт, ал

эми интенсивдүүлүктүн белгилүү бир деңгээлине жеткенде ал толугу менен өсүшүн токтотот. Бул учурда, күн нурунун интенсивдүүлүгүнүн кепилденген маанилери фотоэлектр станциясынын күчүн аныктоо үчүн колдонулушу керек.

Күн нуру өзгөрмөлүү болгондуктан, күн радиациясынын интенсивдүүлүгү жөнүндө кандайдыр бир алдын ала аныкталган ыктымалдуулук менен кепилденген туура болот. Күн радиациясынын интенсивдүүлүгүнүн мындай ыктымалдыгы, өзгөрмөнүн берилген интервалга түшүү ыктымалдыгына туура келет жана аны төмөнкүчө аныктоого болот [5]:

$$P(N_X \le N \le N_{max}) = \int_{N_X}^{N_{max}} N(t)dt, \tag{6}$$

мында: $P(NX \le N \le N_{max})$ - күн радиациясынын интенсивдүүлүгү NX...Nmax диапазонунда болуу ыктымалдыгы;

N_X - күн радиациясынын кепилденген интенсивдүүлүгү, Вт/м^2;

N_{max} – берилген аймактагы күн радиациясынын максималдуу мүмкүн болгон интенсивдүүлүгү, Вт/м^2.

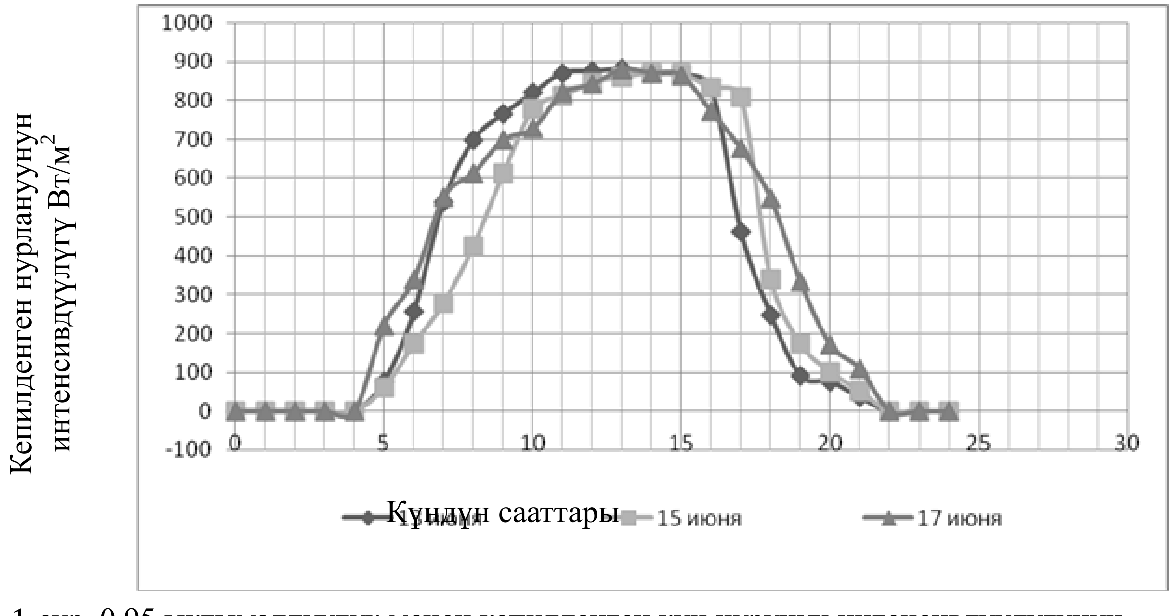
Эгерде күн нурунун интенсивдүүлүгү күн нурунун иш жүзүндө жетиштүү энергиясы менен Россиянын аймагында орун алган нормалдуу мыйзамга ылайык бөлүштүрүлсө, анда Лаплас функциясы [1] аркылуу каалаган ыктымалдуулукту аныктоого болот:

$$P(N_X \le N \le N_{max}) = \Phi\left[\frac{N_{max} - \overline{N}}{\sigma_C}\right] - \Phi\left[\frac{N_X - \overline{N}}{\sigma_C}\right], \tag{7}$$

мында: $\overline{N}$ - күн радиациясынын интенсивдүүлүгүнүн математикалык күтүүсү (метеостанциялардын маалыматтары), Вт/м^2;

σ_C - күн радиациясынын интенсивдүүлүгүнүн стандарттык четтөөсү, Вт/м^2.

1-сүрөттө формуланы ишке ашыруунун мисалы катары (7) авторлор тарабынан Ростов облусунун аймагында жүргүзүлгөн эксперименттердин натыйжаларынан алынган 0,95 ыктымалдык менен кепилденген күн нурунун интенсивдүүлүгүнүн графиктери келтирилген.



1-сүр. 0,95 ыктымалдуулук менен кепилденген күн нурунун интенсивдүүлүгүнүн графиктери (2016-жылдын июнь айы)

Жогорудагы мисалдан көрүнүп тургандай, бир гана ФЭӨдү колдонуу жай айларында да талап кылынган кошумча жарыктандыруунун зарыл болгон узактыгын камсыз кыла албайт. Бул күн нурунун интенсивдүүлүгү жок жана жетишсиз мезгилинде энергияны сактоону андан ары колдонууга мажбурлайт. Түшкү сааттарда ашыкча күн энергиясын пайдаланууда батарейкалардын сыйымдуулугу бош теңсиздиктен аныкталышы мүмкүн.

$$C = \int_T \frac{P_H}{U_H} \cdot d\tau \qquad (8)$$

мында: C - аккумулятордук батареялардын сыйымдуулугу, А · ч;
P_H - j-периоддогу стандарттык жарыктандыруудагы нурлануу күчү, Вт;
$U_н$ - Номиналдуу чыңалуу, В.

$$C = \frac{P_H \cdot \Delta T}{U_H} \qquad (9)$$

мында ΔT – күн нурунун жетиштүү интенсивдүүлүгүнүн жоктугу мезгили.

ФЭӨдү ысытуусу түздөн-түз убакыттын функциясы болгон күн нурунун интенсивдүүлүгүнө көз каранды [10,11]. Ошентип, фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн эффективдүүлүгү туруктуу эмес жана убакыттын же температуранын функциясы экенин эстен чыгарбоо керек. Бул көз карандылыкты аналитикалык жол менен алуу мүмкүн эмес, ошондуктан төмөнкү формадагы регрессия теңдемелери менен жакындатылган эксперименталдык маалыматтарды колдонуу сунушталат:

$$\eta_{ФЭП} = a_0 + a_1 T + a_2 T^2 + \ldots \qquad (10)$$

мында: aj - регрессия коэффициенттери;
T - ФЭӨ температурасы, К.

Температуранын жогорулашы жана фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн эффективдүүлүгүнүн төмөндөшү менен ФЭӨ батареясынан жылуулукту алып салуу керек. Чектелген жылуулук, жылуулук алмаштыргычтын түрү менен негизделет жана белгилүү ыкмалар боюнча аныкталышы мүмкүн. Атап айтканда, жылуулук радиатор тарабынан алынып жатканда, төмөнкүчө аныкталат:

$$q = c \cdot m \cdot \int_{T_н}^{T_ф} dT = c \cdot m \cdot (T_Ф - T_H) \qquad (11)$$

мында: c - жылуулук алып жүрүүчүнүн, жылуулук сыйымдуулугу Дж/кг · К;
m - жылуулук алып жүрүүчүнүн массасы, кг;
$T_Ф$, T_H – ФЭӨдүн иш жүзүндөгү жана нормалдуу температурасы, К.

Эгерде суу жылуулук алып жүрүүчү катары колдонулса, анда аны сугаруу үчүн арналган суу менен аралаштырууга болот. Жай мезгилинде ФЭӨдөн алынган ашыкча энергия башка керектөөчүлөрдү (жарыктандыруучу түзүлүштөрдү эмес), анын ичинде күнөсканага чектеш курулмалардын керектөөчүлөрүн электр энергиясы менен камсыздоо үчүн пайдаланылышы мүмкүн. Мына ушулардын бардыгы теплица үчүн автономдуу фотоэлектр станцияларынын эффективдүүлүгүн жогорулатат.

Колдонулган адабияттар

1. Mathematical modelling of solar power converters. Sadykov M., Temirbaeva N., Narymbetov M., Shabikova G., Turduev I. Machinery & Energetics. 2025. T. 15. № 4. С. 118-135.

2. Жаңылануучу энергия булактарына негизделген күн трекерлерин кыргызстандын шарттарында колдонуунун актуалдуулугу. Алманбетов А.А., Садыков М.А. Илим жана инновациалык технологиялар. 2024. № 1 (30). С. 39-46.

3. Исследование уровня несимметрии на предприятиях агропромышленного комплекса. Абдиева З.Э., Осмонов Ы.Д., Касмамбетов Х.Т., Садыков М.А. Вестник Ошского государственного университета. Математика. Физика. Техника. 2024. № 2 (5). С. 219-224.

4. Развития автономного электроснабжения сельских потребителей на основе возобновляемых источников электроэнергии. Абдиева З.Э., Осмонов Ы.Д., Касмамбетов Х.Т., Садыков М.А., Тампагаров К.Б. Вестник Ошского государственного университета. Математика. Физика. Техника. 2024. № 2 (5). С. 225-230.

5. Comparative analysis of the efficiency of hydro, wind, and solar power plants in kyrgyzstan. Sadykov M., Temirbaeva N., Narymbetov M., Toktonaliev B., Nariev Z. Machinery & Energetics. 2024. T. 15. № 2. С. 106-117.

6. Renewable energy sources in kyrgyzstan and energy supply to rural consumers. Temirbaeva N., Sadykov M., Osmonov Zh., Osmonov Y., Karasartov U. Machinery & Energetics. 2024. T. 15. № 3. С. 22-32.

7. Autonomous hybrid power plants based on renewable and traditional sources of electricity. Sadykov M., Almanbetov A., Ryskulov I., Barpybaev T., Kurbanbaev A. Energy Policy Journal. 2023. T. 26. № 4. С. 149-164.

8. Автономдуу күн электр станциялары үчүн концентраторлорду колдонуунун негиздөөсү. Садыков М.А., Алманбетов А.А., Рысалиев А.С. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2022. № 2 (62). С. 32-38.

9. Фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдү (фэө) күнөөсканаларда колдонуу маселеси. Садыков М.А., Алманбетов А.А., Рысалиев А.С. Известия Кыргызского государственного технического университета им. И. Раззакова. 2022. № 2 (62). С. 84-89.

10. Автономдук электр станциясы үчүн фотоэлектрдик өзгөрткүчтөрдүн (фэө) аянтынын негиздөөсү. Садыков М.А., Алманбетов А.А., Рысалиев А.С. Илим жана инновациалык технологиялар. 2022. № 1 (22). С. 185-191.

11. Some problems of electric power industry development in modern conditions. Sadykov M.A. В сборнике: Международный симпозиум "Устойчивая энергетика и энергомашиностроение - 2021: SUSE-2021". Материалы Международной конференции с размещением в Международной базе Scopus. Казань, 2021. С. 903-909.