

КУЁШ ФОТОЭЛЕКТРСТАНЦИЯЛАРДА МАВСУМИЙ ЭЛЕКТР ЭНЕРГИЯ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ САМАРАДОРЛИГИГА ТАШҚИ МУХИТ ТЕМПЕРАТУРАСИ, ШАМОЛ ТЕЗЛИГИ АҲАМИЯТИ ВА ЧАНГНИНГ ТАЪСИРИ

М.М.Комилов – техника фанлари бўйича фалсафа доктори

Гулистон давлат университети

Таянч сўзлар: куёш электр станцияси, куёш панеллари, куёш фотоэлектрстанцияси, электр энергия, температура.

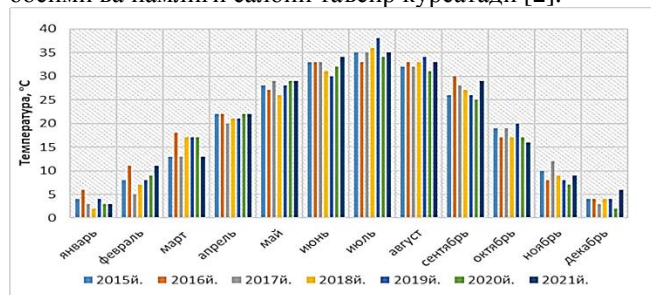
Ключевые слова: солнечная электростанция, солнечные панели, солнечная фотоэлектрическая, электрическая энергия, температура.

Key words: solar power station, solar panels, solar photoelectric, electrical energy, temperature.

Кириш: Жаҳонда, куёш энергиясидан фойдаланиб электр энергия олиш ривожланмоқда. Кейинги йилларда дунёда электр энергиясига бўлган талаб ҳар йили ошиб бормоқда. Бунинг ечими муқобил энергия турларини кўпайтириш ва ривожлантиришни талаб қилади. Халқаро энергетика агентлигининг маълумотларига таянадиган бўлсак, куёш энергиясидан фойдаланиш мана шундай суръатда ривожланса, 2050-йилга бориб дунёнинг электр энергиясига бўлган эҳтиёжининг 25 фоизини куёш энергияси ҳисобига таъминлаш мумкин бўлади [1].

Ушбу мақола 2015 йилда қуриб ишга туширилган Наманган вилояти Поп туманида Корея Республикасининг Савдо, саноат ва энергетика вазирлиги ёрдамида қуввати 130 кВт ли куёш фотоэлектрстанциясининг куёш панелларини мамлакатимиз мавсумий иқлим шароитида ташқи мухит температура ва шамол тезлигининг электр энергия ишлаб чиқаришга таъсир аниқланган ва илмий таҳлили келтирилган.

Услуб ва материаллар: Куёш фотоэлектрстанциясининг электр энергия ишлаб чиқариши мавсумий иқлим ўзгаришларига боғлиқлиги сабабли, ҳамда фақат кундузи электр энергия ишлаб чиқаришни эътиборга олиб, унинг ишлашига таъсир қилувчи иқлим параметрлари: нур интенсивлиги ($В/м^2$), ташқи мухит температураси $T(^{\circ}C)$, шамол тезлиги $V(м/с)$, атмосфера босими $P(kPa)$ ва намлиги $\phi(\%)$ катталиклари ўзгаришларини 2015 йил январидан 2021 йил декабрга бўлган 7 йиллик давр учун маълумотлар олинди. 2015-2021 йиллардаги ташқи мухит температураси $T(^{\circ}C)$, нинг ўзгариш диаграммаси 1-расмда келтирилган. Таҳлиллардан маълумки, куёш фотоэлектрстанцияларнинг ишлаш самарадорлигига асосан, нур интенсивлиги, ташқи мухит температураси ва шамол тезлиги ижобий таъсир кўрсатса, атмосфера босими ва намлиги салбий таъсир кўрсатади [2].



1-расм. 2015-2021 йиллардаги ташқи мухит температурасининг ўзгариш диаграммаси

Ушбу йилларда куёш радиациясининг ўзгариши ташқи мухит температураси $T(^{\circ}C)$ нинг ўзгариши билан мутаносиб бўлган, ёз ойларида максимал температура 37,28°C дан 38,25°C гача, баҳор ва куз ойларида ўртача температура 13,41°C дан 29,21°C гача, қиш ойларида эса пастроқ 2,65°C дан 5°C гача бўлган. 2019 йилининг июль ойида ташқи мухит температура $T(^{\circ}C)$ сининг максимал қийматлари 38,24°C қайд этилган. Ташқи мухит температураси $T(^{\circ}C)$ нинг ўзгариши куёш фотоэлектрстанциясининг ишлаш самарадорлигига жуда катта таъсир кўрсатади.

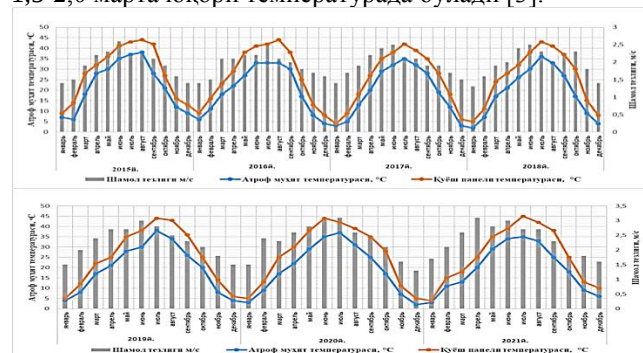
Наманган вилоятининг 7 йил мобайнида ташқи мухит температураси $T(^{\circ}C)$ ўзгаришини кузатишлар

шунини кўрсатдики, июнь, июль ва август ойларида ташқи мухит температураси 30°C дан пастга тушмаганлиги аниқланди. Табиийки, ташқи мухитнинг бундай теператураси $T(^{\circ}C)$ да куёш панелларнинг температураси ҳам одатдагидан бироз юқори бўлади ва бу куёш фотоэлектрстанцияси ишлаш самарадорлигига салбий таъсир қилади. Тадқиқот олиб борилаётган давр мобайнида ташқи мухит температураси $T(^{\circ}C)$ нинг ўзгаришини таҳлил қилиб, биринчи ярим йилликда бундай температураларда куёш фотоэлектрстанцияси йилнинг иккинчи ярим йиллигига нисбатан самарали ишлаши кузатилди. Шунингдек, куёш фотоэлектрстанциясининг ишлаш самарадорлигига шамол тезлиги ҳам таъсир қилади. ҚП температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$ ва ташқи мухитнинг температураси $T(^{\circ}C)$ ҳамда кундузги шамол тезлигининг $V(м/с)$ ўртача ойлик ўзгаришлари келтирилган. Ўзгариш динамикасидан маълум бўлдики, тадқиқот даври биринчи ярмида шамолнинг тезлиги иккинчи ярмига нисбатан юқори бўлган.

Маълумки, шамол тезлиги $V(м/с)$ куёш панелларнинг температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$ га таъсир қилади ва уларнинг кучлироқ совутишга ва куёш панелларнинг ишлаш самарадорлигини ошишига олиб келади.

Натижалари ва муҳокама.

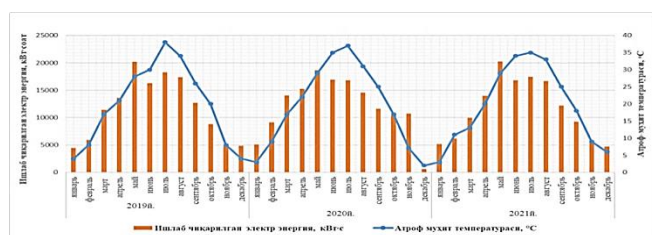
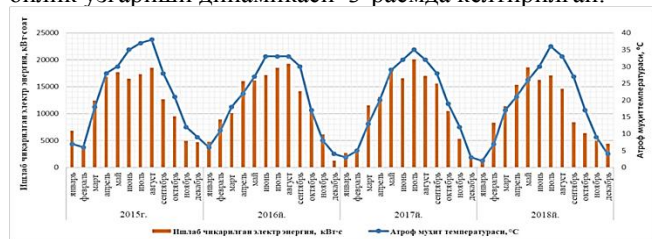
Бундай ҳолат 7 йиллик тадқиқотлар давомида яъни 2015 йил январдан 2021 йилнинг июлгача бўлган даврда кузатилган. Куёш панелининг температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$ шамолнинг тезлигига $V(м/с)$ бевосита боғлиқ бўлади, яъни шамолнинг тезлиги $V(м/с)$ қанча катта бўлса, куёш панелининг температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$ нормал ҳолатда бўлади. Бундай ҳолат айниқса ёз ойларида сезиларли бўлади, чунки куёш панелининг температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$ ҳар доим ташқи мухитнинг температураси $T(^{\circ}C)$ дан юқори бўлади. Масалан, ташқи мухитнинг температураси +30°C дан юқори бўлса, у ҳолда куёш панелининг температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$ 1,5-2,0 марта юқори температурада бўлади [3].



2-расм. Ташқи мухит температураси $T(^{\circ}C)$, куёш панели температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$, ва кундузги шамол тезлиги $V(м/с)$ нинг йиллик ва ойлик ўзгаришлари динамикаси

Олинган экспериментал тадқиқотларга кўра, баҳор ва ёз мавсумларида, айниқса март ойидан июль ойигача бўлган давр оралиғида шамол тезлиги $V(м/с)$ юқори бўлиб, июнь ва июль ойларида максимал қийматга етади. Бунинг натижасида куёш панелининг температураси $T_{КП}(^{\circ}C)$ пасайиши ҳисобига куёш панеллари ишлаш самарадорлигининг ошиши кузатилди [3].

Тадқиқотлардан маълум бўлдики, қуёш фотоэлектрстанциясининг ишлаш самарадорлигига қуёш нурланиши интенсивлиги $J(\text{Вт}/\text{м}^2)$, ташқи мухит температураси $T(^{\circ}\text{C})$ ҳамда қуёш панелнинг температураси $T_{\text{кп}}(^{\circ}\text{C})$ кучли таъсир кўрсатади. Ташқи мухит температурасига $T(^{\circ}\text{C})$ боғлиқ ҳолда ишлаб чиқарилган электр энергиянинг $W(\text{кВт}\cdot\text{соат})$ йиллик ва ойлик ўзгариши динамикаси 3-расмда келтирилган.



3-расм. ҚФЭСнинг 2015-2021 йилларда электр энергия ишлаб чиқаришнинг $W(\text{кВт}\cdot\text{соат})$ ташқи мухит температураси $T(^{\circ}\text{C})$ га боғлиқлик графиги, йиллар ва ойлар кесимида

Қуёш фотоэлектрстанциясининг 7 йиллик ишлаш фаолиятини кузатишлар натижасидан маълум бўлдики, йилнинг куз ва киш мавсумига нисбатан баҳор ва ёз фаслларида қуёш фотоэлектрстанциянинг ишлаш самарадорлиги юқори бўлар экан. Қуёш фотоэлектрстанциясининг максимал электр энергиясини ишлаб чиқариш 2019, 2020 ва 2021 йилларнинг май ойига тўғри келган ва ишлаб чиқарилган электр энергиянинг қиймати 20190 кВт·соатдан ортқ бўлган.

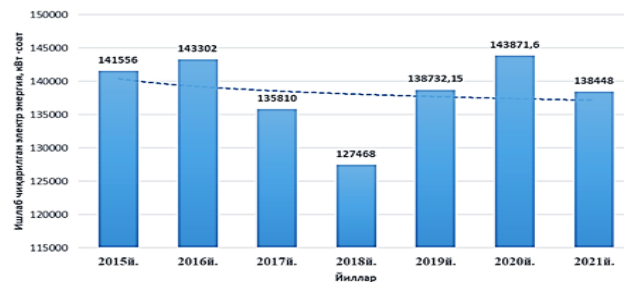
Ишлаб чиқарилган электр энергиянинг минимал қиймати эса 2017 ва 2018 йилларнинг январь ва декабрь ойларига тўғри келган ва у 5356 кВт·соатни ташкил қилган. Тадқиқот даврида ташқи мухитнинг максимал температураси $T(^{\circ}\text{C})$ июль ойига тўғри келган ва ўртача $+38,25^{\circ}\text{C}$ ни ташкил қилган. Динамикадаги бундай ўзгаришлар қуёш нурланиш интенсивлиги $J(\text{Вт}/\text{м}^2)$, ташқи мухит температураси $T(^{\circ}\text{C})$ ва шамолнинг тезлиги $V(\text{м}/\text{с})$ каби иқлим параметрларининг таъсири туфайли барча йилларда кузатилиши мумкин. Бундан ташқари, электр энергия ишлаб чиқаришдаги ўзгаришлар қуёш фотоэлектрстанциясидаги нуқсонлар ва техник хизмат кўрсатишлардаги тўхташларга ҳам боғлиқ бўлади [5]. Ушбу мавсумий иқлим шароитларни эътиборга олган ҳолда Наманган-Поп Қуёш фотоэлектрстанциянинг ўртача йиллик ишлаб чиқариш қуввати 139026,8 кВт·соатни ташкил қилган.

ҚФЭСнинг ишлаш фаолияти тўғрисидаги юқорида келтирилган фикрлардан маълумки, қуёш чиқишидан бошлаб, то ботишига қадар қуёш нури интенсивлигига мутаносиб равишда электр энергия ишлаб чиқаради.

Бунда куннинг узунлиги жуда катта аҳамиятга эга, чунки йил фаслларига қараб куннинг узунлиги ўзгаради. Масалан, январь ойидан март ойигача куннинг давомийлиги 7-9 соатни, апрелдан июнгача 11-13 соатни, июлдан августгача 10-12 соатни ва октябрдан декабргача 6-9 соатни ташкил қилади. Қуйидаги 3.10-расмда ҳар бир йил кесимида 7 йиллик давр учун ҚФЭСнинг электр энергия ишлаб чиқариш $W(\text{кВт}\cdot\text{соат})$ диаграммаси ва шунга мос равишда даражаланган тренд чизиғи келтирилган. 4-

расмда келтирилган тренд чизиғининг қиялиги 7 йил давомида қуёш фотоэлектрстанциясида электр энергия ишлаб чиқариш $W(\text{кВт}\cdot\text{соат})$ пасайганлигини кўрсатади.

Наманган Поп Қуёш фотоэлектрстанциясида 2015 йилда 141556 кВт·соат, 2016 йилда эса 1746 кВт·соат кўп электр энергияси ишлаб чиқарган ҳолда 143302 кВт·соатга етган. 2017 йилда 2016 йилга нисбатан 7492 кВт·соат га камайган ва 135810 кВт·соатни ташкил қилган, 2018 йилда эса 127468 кВт·соат электр энергия ишлаб чиқарган. Бу кўрсаткич 2015 йилга нисбатан қуёш панелларнинг ишлаш самарадорлиги 10% га камайганлигини кўрсатади. Бунга сабаб, асосан, қуёш панелларнинг сирт юзасига чанг ўтириши, қуёш нурининг синишига сабаб бўлади. Қуёш панеллар сирти тозалагандан сўнг уларнинг самарадорлиги 8 % га ортган ва натижада 2019 йилда электр энергия ишлаб чиқариш 138732 кВт·соатни ташкил қилган, бу эса қуёш фотоэлектрстанциясида 2018 йилда қуёш панелларнинг юзалари чангли бўлганда ишлаб чиқарилган электр энергиядан сезиларли даражада кўпдир. 2020 йилда техник хизматлар кўрсатилиши ва қуёш панелини тозалаш чора тадбирлар ойларда ўтказилиши мунособати билан тадқиқот даври учун максимал электр энергиясини ишлаб чиқарган яъни 143871,6 кВт·соатни ташкил қилган. Бу қиймат 2018 йилга нисбатан 12% ошганлигини кўрсатади. 2021 йилда техник хизмат кўрсатиш ва тозалаш чора-тадбирларини қуёш фотоэлектрстанциясининг энергия самарадорлигига таъсирини ўрганиш мақсадида, техник хизмат кўрсатиш ва тозалаш ишлари чорак даврларга ўтказилди. Натижада қуёш фотоэлектрстанциясида электр энергия ишлаб чиқариш 4% га камайган ва 138448 кВт·соатни ташкил қилган[6].



4-расм. ҚФЭСда 2015-2021 йиллар оралиғида ишлаб чиқарилган электр энергия $W(\text{кВт}\cdot\text{соат})$ диаграммаси ва даражаланган тренд чизиғи

Чунки, қуёш панелларнинг ишчи юзалари қанчалик тоза бўлса, ёруғлик энергиясини электр энергияга айлантириш ва қуёш фотоэлектрстанциясини ишлаб чиқариш коэффиценти шунчалик юқори бўлади. Шуниндек, 4-расмдаги диаграмманинг даражаланган тренд чизиғи асосан, қуёш панелларнинг ишлаш самарадорлиги 7 йил ичида 2,2% га камайгани аниқланди.

Хулоса. Ўтказилган тадқиқотлардан шу нарса маълум бўлдики, қуёш фотоэлектрстанциясининг ишлаш самарадорлигига ижобий таъсир кўрсатувчи нурланиш интенсивлиги, ташқи мухит температураси ва шамол тезлиги муҳим омил ҳисобланади. Қуёш панелларнинг сиртига тушаётган нурланиш интенсивлигини ортиш билан температура ҳам ортади. Маълумки, юқори температураларда қуёш панелларнинг қуввати пасайиши кузатилади. Ёз ойларида шамол тезлиги қийматлари юқори қуёш панелларнинг сотишга олиб келади. Шунинг ҳисобига ҳам самарадорлик баҳор ва ёз ойларида юқори бўлган. Киш ойларида қуёш панелларда қизиш кузатилмайди. Шунинг учун киш ойларида шамол таъсир электр энергия ишлаб чиқаришга деярли таъсир кўрсатмайди.

Адабиётлар

1. Uzokov G'.N., .Safarov A.B. Mathematical modeling of solar photoelectric batteries in matlab/simulink system. International bulletin of applied science and technology <https://doi.org/10.5281/zenodo.8347989>. -P. 80-88.

2. Одамов У.О., Комилов М.М., Ниязов Ш.К., Кутлимратов А. Анализ деградации и изменения производительности солнечной фотоэлектрической станции Пап-Наманган. Международный журнал Гелиотехника. –Ташкент: 2023. ISSN 0130-0997 Том 59, № 3-4, -С. 218-232.

3. Одамов У.О., Комилов М.М. Регрессионный и корреляционный анализ внешних факторов, влияющих на производительность солнечной фотоэлектрической электростанции. Наука, инновации, образование: актуальные вопросы XXI века Научной электронной библиотекой Elibrary.ru №1096-0430 августа 2023 г.-С.63-69. МК-1792.

4. Berghold, J., et al., 2010. Potential Induced Degradation of solar cells and panels. In: 25th EUPVSEC, pp. 3753–3759. Berman, D., Faiman, D., 2007. EVA browning and the time-dependence of I–V curve parameters on PV modules with and without mirror enhancement in a desert environment. Solar Energy Materials & Solar Cells 45 (4). -P. 401-412.

5. Carlson D.E., Romerol R., Willing F., Meakin, D., Gonzalez L., Murphyl R., Moutinho H.R., Al-Jassim. -M.: 2003. Corrosion effects in thin-film photovoltaic modules. Progress Photovoltaics: Research and Applications 11. -P. 377-386. <http://dx.doi.org/10.1002/ppp.500>

6. Odamov U.O., Komilov M.M., Niyazov Sh.K. The efficiency of the solar battery operations in real exploitation conditions. AIPConference Proceedings 2686,020006 (2022) <https://doi.org/10.1063/5.0113482> Dec 5.

РЕЗЮМЕ. Ушбу мақолада қуёш фотоэлектрстанциянинг мавсумий электр энергия ишлаб чиқаришга таъсири қўрсатувчи таъки омиллар ўрганилган.

РЕЗЮМЕ. В данной статье рассматриваются внешние факторы, влияющие на сезонное производство электроэнергии солнечной фотоэлектрической электростанцией.

SUMMARY. The article examines the influence of external factors influencing the seasonal electricity production of the solar photovoltaic power plant.

УДК 517.95

ЗАДАЧА С ГРАНИЧНЫМ УСЛОВИЕМ ВТОРОГО РОДА ДЛЯ УРАВНЕНИЯ ЭЛЛИПТИКО-ГИПЕРБОЛИЧЕСКОГО ТИПА В ПРЯМОУГОЛЬНОЙ ОБЛАСТИ

Г.К.Кылышбаева – докторант

Национальный университет Узбекистана имени М.Улугбека

Таянч сўзлар: учинчи тартибли тенглама, Дирихле типидagi масала, кичик махражлар, ечимнинг ягоналиги, мавжудлиги ва турғунлиги.

Ключевые слова: уравнение третьего порядка, задача типа Дирихле, малые знаменатели, единственность, существование и устойчивость решения.

Key words: third order equation, Dirichlet-type problem, small denominators, uniqueness, existence and stability of the solution.

1. Введение. Корректные краевые задачи для уравнений эллиптического-гиперболического и параболического типов третьего порядка, в первые изучены в работах А.В. Бицадзе и М.С.Салохитдинова [1], М.С.Салохитдинова [2], Т.Д.Джураева [4], Т.Д.Джураева, А.Сопуева и М. Мамажонова [5], где смешанная область, состоящая из характеристических треугольников и прямоугольника (или полукруга).

В этих работах решение найдено в классе функций, представимых в виде $u(x, y) = v(x, y) + \omega(x)$ или $u(x, y) = v(x, y) + \omega(y)$, где $v(x, y)$ – произвольное регулярное решение уравнения второго порядка $Lv = 0$, $\omega(x)$, $\omega(y)$ – произвольные функции из класса $C[0, 1] \cap C^2(0, 1)$. Такое представление имеет важное место для уравнений, составляемых из произведения перестановочных дифференциальных операторов. Но для уравнения смешанного типа с обобщенным оператором, содержащим в себе младшие члены, этот метод не всегда верен [8].

В последние годы возник интерес исследованию методом спектрального анализа [7], [12] однозначной разрешимости и устойчивости решения прямых и обратных задач для модельного уравнения второго порядка смешанного параболического-гиперболического и эллиптического-гиперболического типов в прямоугольной области изучены в работах [3], [10], [11], [13], а в работах [12], [18] таких задачи исследуются для уравнения смешанного типа третьего порядка. Прямые краевые задачи для смешанных уравнений второго порядка с оператором дробного дифференцирования в смысле Капуто, исследованы в работах [14], [16], [17].

В настоящей работе следуя работы [3], [9] изучается краевые задачи для уравнения эллиптического-гиперболического типа с граничным условием второго рода в прямоугольной области. Такого типа задачи

ранее изучались в работах [5, гл.4, стр. 126-159], в случае, когда гиперболическая часть представляет собой треугольник, ограниченный характеристиками уравнения, а параболическая часть состоит из прямоугольной области.

2. Постановка задачи. В прямоугольной области $D = \{(x, y): 0 < x < 1, -p < y < q\}$, рассмотрим уравнение смешанного типа

$$0 = \left(a \frac{\partial}{\partial x} + c \right) \begin{cases} u_{xx} + u_{yy} - \lambda^2 u, & x > 0, y > 0, \\ u_{xx} - u_{yy} - \lambda^2 u, & x > 0, y < 0, \end{cases} \quad (1)$$

где $\lambda, p > 0, q > 0$ – действительные числа,

$a \in (-\infty, 0) \cup (0, +\infty), c \in (-\infty, +\infty)$.

Введем обозначения: $AB \equiv J = \{(x, y): 0 < x < 1, y = 0\}$,

$AA_0: x = 0, 0 < y < q$,

$BB_0: x = 1, 0 < y < q$,

$D_1 = D \cap \{(x, y): x > 0, y > 0\}$,

$D_2 = D \cap \{(x, y): x > 0, y < 0\}$,

$D = D_1 \cup D_2 \cup J$.

Через $C_{\xi, \eta}^{k, m}(M)$ обозначим класс функций, непрерывных вместе со своими частными производными по $\xi(\eta)$ до $k(m)$ -го порядка включительно в области M . В области D для уравнения (1) исследуем следующую задачу.

Задача С. Найти в области D функцию $u(x, y)$, удовлетворяющую следующим условиям:

$$\begin{aligned} u(x, y) &\in C^1(\bar{D}), \\ u &\in C_{x, y}^{3, 2}(D_1 \cup D_2) \cap C_x^2(D \cup AA_0 \cup BB_0), \\ u_{xyy} &\in C(D_1 \cup D_2), \end{aligned} \quad (2)$$