

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



ҚазҰТЗУ ХАБАРШЫСЫ _____

_____ **ВЕСТНИК КазННТУ**

VESTNIK KazNRTU _____

№ 4 (134)

Нәтижесінде ең жақсы көрсеткіш ретінде 125Г18Х2МНЛ жаңа жоғары марганецті болатты алынды, онда қоспалаушы элементтердің үйлесімі броньдардың механикалық және эксплуатациялық қасиеттерін, соққы тұтқырлығы мен тозуға төзімділігін арттырады.

Кілттік сөздер: конустық ұсақтағыш, ұсақтау, бронь, болат, деталь, тораптар, на тау-кен байыту комбинаттары, ванадий, аустенит зерносы, титан, микроструктура, зерно сқұрамы.

УДК 681.5

**N.B. Kutybay, A.K. Saymbetov, M.K. Nurgaliyev, M.Y. Shaimerdenova,
D.Kh. Tukymbekov, A.K. Meir'khanov**

DEVELOPMENT OF A TWO-AXIS SOLAR MONITORING SYSTEM FOR THE OPTIMAL ORIENTATION TO THE SUN

Abstract. The work is devoted to the development of a highly accurate, autonomous, two-axis solar tracker operating without photosensitive sensors, and the construction on the basis of the coordinates of the movement of the Sun across the sky. The system is oriented to the Sun, using the coordinates stored in the external flash drive. The work shows the block diagram of the tracking system for the Sun, as well as the electrical circuit of the control unit. Showing the comparative results of the developed system of tracking the Sun and a fixed panel. Thus, the work of the solar tracker does not depend on external interference and weather conditions, such as the cloudy sky.

Key words. Sun tracking system, solar battery, photosensitive sensor, battery.

**Н.Б. Құттыбай, А.К. Саймбетов, М.К. Нұрғалиев, М.Е. Шаймерденова,
Д.Х. Тукымбекөв, А.К. Мейірханов**

(Казахский Национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Республика Казахстан Email:
nurjigit.10.93@gmail.com)

РАЗРАБОТКА ДВУХОСНОЙ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ К СОЛНЦУ

Аннотация. Работа посвящена разработке высокоточного, автономного двухосевого солнечного трекера работающего без фоточувствительных датчиков, и построению на основе координат движения Солнца по небу. Система ориентируется к Солнцу, используя координаты сохраненные во внешнем флеш-накопителе. В работе показана блок схема системы слежения за Солнцем, а так же электрическая схема блока управления. Показаны сравнительные результаты работы разработанной системы слежения за Солнцем и фиксированной панели. Таким образом, работа солнечного трекера не зависит от внешних помех и погодных условий, таких как облачное небо.

Ключевые слова. Система слежения за солнцем, солнечная батарея, фоточувствительный датчик, аккумулятор.

1. ВВЕДЕНИЕ

На протяжении тысячелетий мы полагались на сжигание ископаемого топлива для выработки энергии, но в современном мире использование нефти, газа и угля для наших энергетических потребностей становится проблемой. Изменение климата является одной из крупнейших экологических проблем, с которыми мы когда-либо сталкивались, и основная причина этого - наша зависимость от ископаемого топлива. Сжигание угля, нефти и других ископаемых видов топлива является основным средством, с помощью которого мы производим электричество, но оно также приводит к высоким концентрациям загрязняющих веществ в нашем воздухе и воде. Также использования ископаемого топлива для производства энергии заключается в том, что в мире не существует неограниченного количества запасов полезных ископаемых. За последние пару веков мы все больше и больше полагаемся на мировые поставки ископаемого топлива, и этот запас быстро истощается[1].

На сегодняшний день переход к возобновляемой источнику энергии является одной из актуальных тем человечества во всем мире. В качестве источника чистой и возобновляемой энергии солнечная энергия привлекает все больше внимания, особенно в области производства электроэнергии. Преобразование экологического чистого электричества из Солнечного излучения стало возможным благодаря открытию фотоэлектрического механизма, а так же последующей разработке солнечного

элемента - полупроводникового материала, который преобразует видимый свет в постоянный ток. Существует множество способов преобразования солнечной энергии в электричество или тепло, будь то в промышленных или коммерческих масштабах. Процесс преобразования солнечной энергии в электрическую осуществляется в основном с помощью плоских фотоэлектрических преобразователей. Выходная мощность, которую могут производить эти системы, зависит от различных факторов, включая количество энергии, которую они получают от солнечного излучения [2,3]. Поскольку положение солнца меняется в течение дня, солнечный трекер является более эффективным методом увеличения производства энергии. По этой причине солнечный трекер изучается все большим количеством исследователей по всему миру [4-8].

В настоящее время существует два типа солнечных трекеров, основанных на способности к слежению за Солнцем: одноосный трекер и двухосный трекер. Одноосные трекеры могут вращаться по направлению к азимуту угла Солнце или же высоте Солнца над горизонтом. Двухосные трекеры могут вращаться и по азимуту и по высоте Солнца. Наиболее эффективным в применение является двухосные трекеры. Так как эти трекеры могут точно ориентироваться к положению Солнца [9].

В [10] представлен компактный одноосный солнечный трекер в котором Солнечное излучение детектируется двумя фоторезисторами (LDR), расположенными на поверхности фотоэлектрической (PV) панели. В статье[11] разработали одноосную систему автоматического отслеживания Солнце с помощью детектора света - фоторезистора, действующего как датчик и используемый для нахождения координат солнечного света путем определения уровня яркости солнечного света. В [12] предложили двухосную систему солнечного слежения с использованием программируемого логического контроллера, с использованием пяти фоторезисторов для захвата максимального источника света. В статье [13] представлено установка солнечной панели с двухосевым контроллером отслеживания солнечной энергии.

Анализируя данные материалы, можно сказать, что все разработанные трекеры функционируют для нахождения максимального потока солнечного излучения с помощью встроенных фотопринимающих датчиков. Такие алгоритмы работы трекеров не всегда является эффективным, так как для точного нахождения солнечного потока проходит достаточного времени, в свою очередь для вращения механизма системы увеличивается расход энергий. С одной стороны трекеры с низкой точностью, такие как одноосный трекер, приведет к большим потерям солнечной энергии, по сравнению с двухосевым трекером.

В этой статье представлена двухосный солнечный трекер с точной ориентацией к Солнцу, работающий на основе данных координат движение Солнце сохраненную в блоке управления (контроллер). В системе слежения за Солнцем отсутствует фотопринимающие датчики. В результате исследовательской работы был построен двухосный солнечный трекер и алгоритм системы слежения за Солнцем; были взяты экспериментальные данные эффективности работы солнечного трекера.

2. Проектирование системы слежения за солнцем

2.1 Структурная блок схема солнечного трекера

Блок схема двухосной системы слежения за Солнцем представлена на рисунке 1. Фотоэлектрический модуль подключен к контроллеру уровня заряда аккумулятора, здесь уровень напряжения стабилизируется, далее через него аккумулятор наполняется электрическим зарядом. Блок управления подключен через понижающий преобразователь напряжения к аккумулятору. Блок питания стабилизирует напряжение у входа который составляет 12 В с преобразованием на выходе 5 В. Логический контроллер в блоке управления связан с флеш картой, где хранятся все сезонные и временные координаты движения Солнца. За счет этих данных трекер будет точно и безошибочно отслеживать Солнце и расход энергии для вращения шаговых двигателей системы сравнительно уменьшиться по сравнению с системой на основе фотодатчиков, где вследствие неточностей работы фоторезисторов могут быть искажения. Вследствие искажений шаговые двигатели часто вынуждены менять положение трекера, что приводит к энергетическим затратам. Система состоит из двух шаговых двигателей: первый – отвечает за азимутальный угол, второй же за высотой Солнца. Через драйверы шаговых двигателей подключены к управляющему блоку системы.

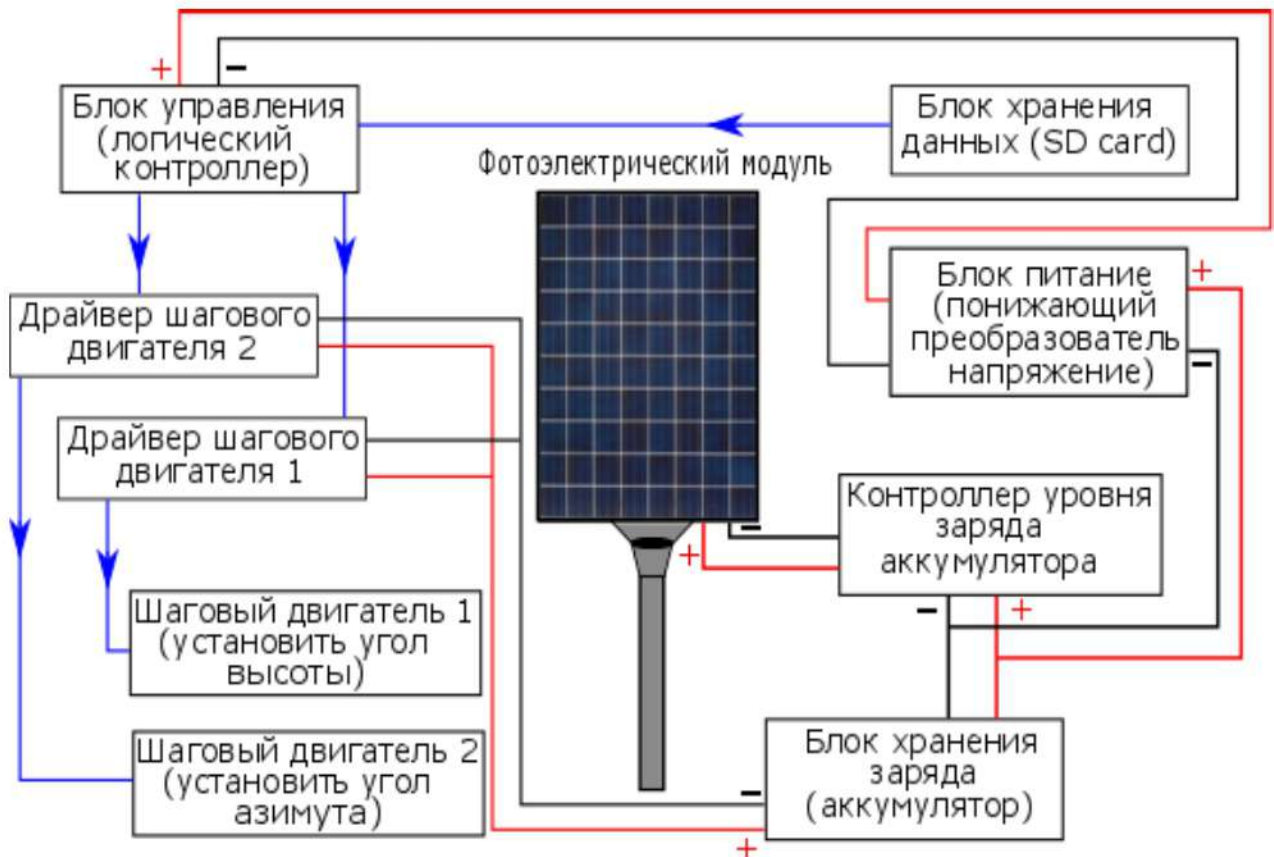


Рис.1. Блок схема системы слежения за Солнцем

Во флеш-накопителе хранятся данные об азимуте и высоте Солнца, а так же угле склонения Солнца на весь год. Расчеты координат Солнца производятся по формуле угла склонения δ , высоты α и угол азимута β положения. Угол склонения δ рассчитывается по формуле:

$$\delta = \sin^{-1} \left(\sin(23.45^\circ) \sin \left(\frac{360}{365} (d - 81) \right) \right)$$

где δ - угол склонения, а d – порядковый номер текущего дня года, так как 1 января является как $d=1$. Угол высоты α вычисляется как:

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\sin(\delta) \sin(\varphi) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(15^\circ (LST - 12)) \right)$$

где φ - широта местоположения системы слежения за солнцем, а LST - местное солнечное время. Теперь, последний что надо рассчитывать является азимутальным углом β :

$$\beta = \sin^{-1} \left(\frac{\sin(\delta) \sin(\varphi) + \cos(\delta) \cos(\varphi) \cos(15^\circ (LST - 12))}{\cos(\alpha)} \right)$$

2.2 Управляющий электронный блок солнечного трекера

На рисунке 2 показан электронный блок автоматизированного Солнечного трекера. Здесь главным компонентом является программируемый логический контроллер ATmega8. Питание к нему подводится через понижающий преобразователь постоянного напряжения сделанный на основе LM317. Далее к логическому контроллеру подключена внешняя флэш-память. Флеш - накопитель так же как и ATmega8 питается через понижающий модуль от 5 В к 3,3 В постоянного напряжения, сделанный на основе AMS1117. Шаговые двигатели подключены к программируемому контроллеру через драйверов типа A4988. Также имеется реле, подключенное к драйверам, через него подается напряжение к шаговым двигателям.

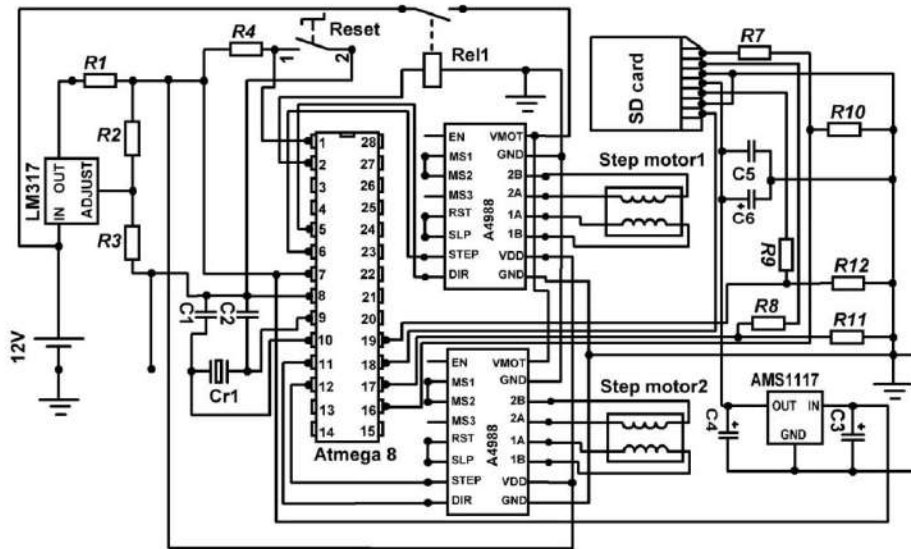


Рис.2. Электронная схема блока управления системы слежения за Солнцем

3. Построение алгоритма работы системы слежения за солнцем

Алгоритм работы системы слежения за Солнцем показан на рисунке 3. Контроллер работает по заданному программному алгоритму. На первом этапе работы системы микроконтроллер переходит в рабочий режим. Далее вводятся нужные порты ввода/вывода микроконтроллера и переменные. После этого микроконтроллер обращается к флеш - накопителю, за координатами Солнца. Получив нужную информацию, микроконтроллер считывает обороты шагового двигателя по азимуту и по высоте Солнца. Далее, система начинает ориентироваться к направлению солнечного излучения. Затем система прерывается на 15 минут и снова переходит к считыванию данных с внешнего накопителя. Этот цикл будет повторяться до тех пор пока микроконтроллер не получит команду о закате Солнца. Если поступит команда о закате, тогда микроконтроллер уходит в спящий режим.

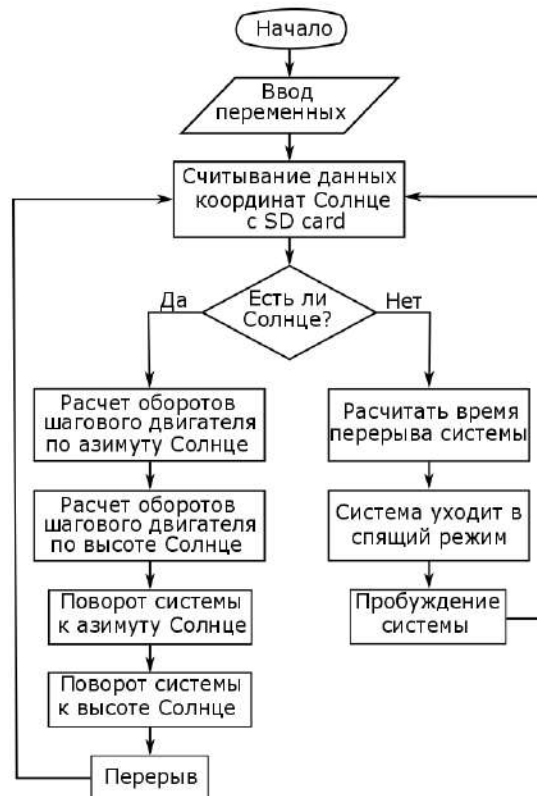


Рис.3. Алгоритм работы солнечного трекера

4. Результаты и обсуждение

Система из фотоэлектрического модуля была изготовлена с целью экспериментально оценить эффективность предлагаемого солнечного трекера. Экспериментальные данные были получены в ясный день на территории университета КазНУ им. аль-Фараби. В результате проведенного эксперимента были получены сравнительные электрические характеристики солнечного трекера и стационарного модуля. Фотоэлектрические панели у обеих систем были выбраны с мощностью 20 В. В технических характеристиках солнечной панели были указаны следующие величины: вырабатываемый максимальный ток 1,16 А, вырабатываемое максимальное напряжение 17,3В. На рисунке 4 представлены данные электрического тока вырабатываемые солнечным трекером и стационарным фотоэлектрическим модулем. Экспериментные данные были получены повторно каждый 10 минут времени. Как мы видим у солнечного трекера вырабатываемый ток намного больше, чем у стационарного модуля. Здесь наибольшая величина тока соответствует с моментом времени, когда солнце находится на максимальной высоте. Далее через несколько времени производимые токи резко понижается, это соответствует тем, что солнечное излучение накрывается густыми облаками.

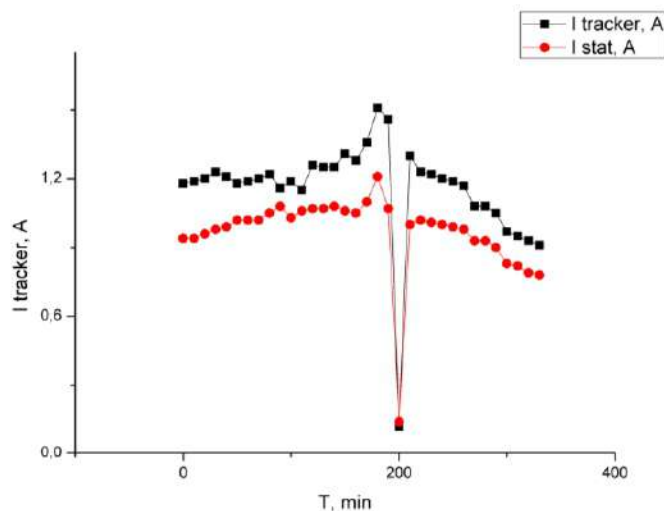


Рис.4. Ток солнечной батареи системы слежения за Солнцем и стационарного модуля в течение дня

На рисунке 5 представлены сравнительные данные напряжения, выдаваемые между системой слежения за солнцем и стационарным модулем. Здесь тоже можно увидеть некоторые спады напряжение вырабатываемые фотоэлектрическими модулями. Они тоже объясняется с облачными явлениями.

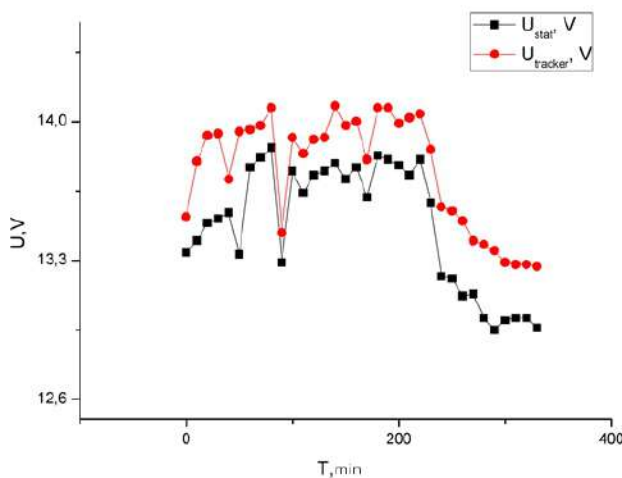


Рис.5. Напряжение солнечной батареи системы слежения за Солнцем и стационарного модуля в течение дня

В рисунке 6 представлены сравнительные данные мощностей, выдаваемые системой слежения за Солнцем и стационарным модулем.

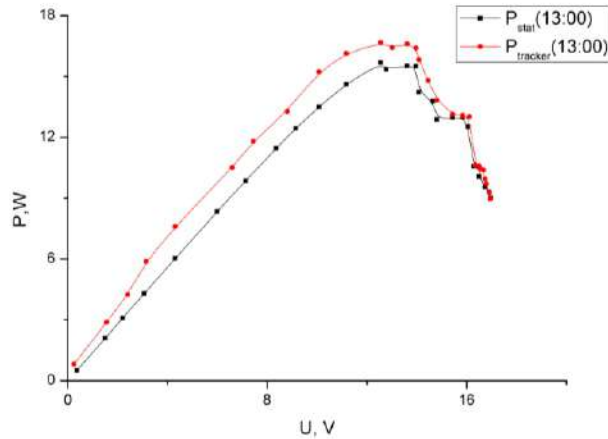


Рис.6. Сравнение мощностей между системой слежения за Солнцем и стационарной панелью

На рисунке 7 представлены КПД выдаваемые системой слежения за Солнцем и стационарным модулем. Здесь КПД солнечного трекера увеличился на 10% сравнительно со стационарным солнечным модулем.

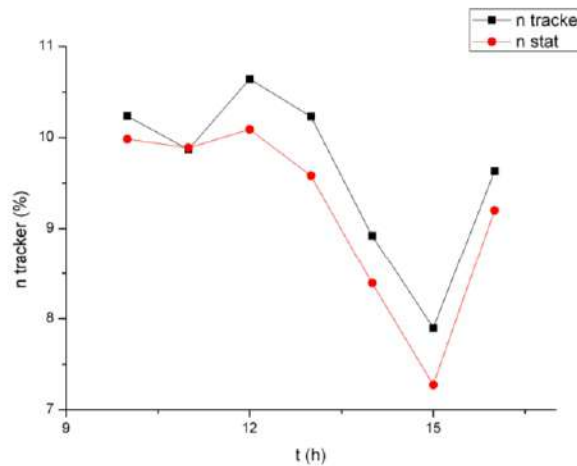


Рис.7. КПД системы слежения за Солнцем и стационарной солнечной модули

Заклучение

В ходе исследовательской работы были сконструированы два фотоэлектрических модуля с разными механизмами работы. Первый модуль работал в стационарном положении без вращательных механизмов. Второй модуль имел систему слежения за Солнцем без применения фотоэлектрических датчиков на основе суточной траектории движения Солнца по небу. Полученные результаты показали, что система слежения за Солнцем является более эффективной по сравнению со стационарной системой слежения за Солнцем.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Banerjee A., Majumder A., Banerjee A., Sarkar S., and Bosu D., "Harnessing non conventional solar energy through conventional thermal power systems," International Conference and Workshop on Computing and Communication, pp. 1–7, 2015.
- [2] Tang, Runsheng, and Tong Wu. "Optimal tilt-angles for solar collectors used in China." Applied energy 79.3 (2004): 239-248.
- [3] Chang, Tian Pau. "The Sun's apparent position and the optimal tilt angle of a solar collector in the northern hemisphere." Solar energy 83.8 (2009): 1274-1284.
- [4] A.-J. N. Khalifa and S. S. Al-Mutawalli, "Effect of two-axis sun tracking on the performance of compound parabolic concentrators," Energy Conversion and Management, vol. 39, no. 10, pp. 1073–1079, 1998.
- [5] G. C. Bakos, "Design and construction of a two-axis sun tracking system for Parabolic Trough Collector (PTC) efficiency improvement," Renewable Energy, vol. 31, no. 15, pp. 2411–2421, 2006.

- [6] S. Abdallah and S. Nijmeh, "Two axes sun tracking system with PLC control," Energy Conversion and Management, vol. 45, no. 11-12, pp. 1931-1939, 2004.
- [7] C. Alexandru and M. Comsit, "The energy balance of the photovoltaic tracking systems using virtual prototyping platform," in Proceedings of the 5th International Conference on European (EEM '08), pp. 1-6, Electricity Market, May 2008.
- [8] T. Tomson, "Discrete two-positional tracking of solar collectors," Renewable Energy, vol. 33, no. 3, pp. 400-405, 2008.
- [9] Saymbetov, A. K., et al. "Method for Increasing the Efficiency of a Biaxial Solar Tracker with Exact Solar Orientation." Applied Solar Energy 54.2 (2018): 126-130.
- [10] Chin, C. S., A. Babu, and W. McBride. "Design, modeling and testing of a standalone single axis active solar tracker using MATLAB/Simulink." Renewable Energy 36.11 (2011): 3075-3090.
- [11] Ponniran, Asmarashid, Ammar Hashim, and Ariffuddin Joret. "A design of low power single axis solar tracking system regardless of motor speed." International Journal of Integrated Engineering 3.2 (2011).
- [12] Zolkapli, M., et al. "High-efficiency dual-axis solar tracking development using Arduino." 2013 International Conference on Technology, Informatics, Management, Engineering and Environment. IEEE, 2013.
- [13] Barsoum, Nader. "Fabrication of dual-axis solar tracking controller project." Intelligent Control and Automation 2.02 (2011): 57.

Құттыбай Н.Б., Саймбетов А.К., Нұрғалиев М.К., Шаймерденова М.Е., Тукымбеков Д.Х., Мейірханов А.Қ.

Күнді оптималды бағдарлауға арналған екі осьтік күнді бақылайтын жүйені жасау

Түйіндеме. Бұл жұмыста фотосезгіш датчиктерсіз жұмыс істейтін жоғары дәлдіктегі, автономды, екі осьтік және күн сәулесінің қозғалысының координаттары негізінде жұмыс істейтін күн трекерлері құрылады. Жүйе сыртқы флэш-дискке сақталған координаттарын пайдаланып, күнге бағытталады. Жұмыста күнді бақылайтын жүйенің блок схемасы, сондай-ақ басқару блогының электрлік схемасы көрсетілген. Күнді бақылайтын жүйе мен тұрақты бағытта орнатылған күн панелі жұмысының нәтижелері салыстырылып көрсетілген. Осылайша, күн трекерінің жұмысы сыртқы әсер етуші факторлар мен ауа-райының жағдайына, мысалы, бұлтты аспанға байланысты болмайды.

Кілт сөздер. Күнді қадағалау жүйесі, күн батареясы, фотосезгіш датчик, аккумулятор.

**A.A. Temirbayev, O.K. Tuyenbayev, B.A. Karibayev, N. Meirambekuly,
S.O. Orynassar, T.T. Shynazarova**

(Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: nurs.kaznu@gmail.com)

**MULTI-BAND ANTENNA BASED ON ANISOTROPIC FRACTAL
FOR CUBESAT NANO-SATELLITES**

Abstract. This paper presents antennas for CubeSat nanosatellites based on an anisotropic fractal of the first and second iteration. Monopole antennas are located at 45 degrees to the end of the nanosatellite, which allows to obtain an improved directivity of the antenna. The antenna based on the anisotropic fractal of the first iteration has two resonant frequencies, 433 MHz and 1.4 GHz with maximum gains of 1.85 and 4.64 dBi, respectively. The antenna based on AF second iteration has four resonant frequencies, 433 MHz with a maximum gain - 1.94 dBi, 1.25 GHz - 4.03 dBi, 1.9 GHz - 4.86 dBi and 2.9 GHz with a maximum gain 5.62 dBi

Keywords: Nanosatellites, antenna, anisotropic fractal, small spacecrafts.

**A.A. Темирбаев, О.К. Туенбаев, Б.А. Карибаев, Н. Мейрамбекұлы,
С.О. Орынбасар, Т.Т. Шыназарова**

(Казакский национальный университет им. Аль-Фараби, Алматы, Республика Казакстан,
e-mail:nurs.kaznu@gmail.com)

**МНОГОДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА НА ОСНОВЕ АНИЗОТРОПНОГО ФРАКТАЛА
ДЛЯ НАНОСПУТНИКОВ СТАНДАРТА CUBESAT**

Аннотация. В работе представлены антенны для наноспутников стандарта CubeSat на основе анизотропного фрактала первой и второй итерации. Антенны монополь расположены под 45 градусов к торцевой части наноспутника что позволяет получить улучшенную направленность антенны. Антенна на основе анизотропного фрактала первой итерации имеет две резонансные частоты, 433 МГц и 1,3 ГГц с максимальными усилениями 1,85 и 4,64 dBi соответственно. Антенна на основе АФ второй итерации имеет пять резонансных частот, 433 МГц с максимальным усилением - 1,94 dBi, 1,25 ГГц - 4,03 dBi, 1,9 ГГц - 4,86 dBi и 2,9 ГГц с максимальным усилением 5.62 dBi.

Ключевые слова: Наноспутники, антенна, анизотропный фрактал, малые космические аппараты.