

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ДВУХОСЕВОЙ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ,
ОСНОВАННАЯ НА АЛГОРИТМЕ ДИАГРАММЫ СОЛНЦА С ПОМОЩЬЮ ARDUINO.***Аль Гбури Заидун Халаф Махмуд**Магистрант**КГЭУ**г.Казань, Российская Федерация*

Аннотация. Солнечная энергия давно привлекла внимание как один из основных устойчивых энергетических ресурсов. Трудность снижения стоимости преобразования солнечного света в электричество с помощью фотоэлектрических элементов заключается в повышении эффективности преобразования. В этом контексте система слежения за солнцем играет важную роль в повышении эффективности. Эта работа направлена на разработку и внедрение двухосевой системы слежения за Солнцем без датчиков, основанной на программе алгоритма диаграммы Солнца Arduino Uno с целью охвата максимального количества солнечного света. Программа алгоритма диаграммы Солнца предсказывает точное положение Солнца в определенное время, используя широту определенной координаты. С помощью данной программы стратегия отслеживания будет точной независимо от окружающей среды. Программа может точно отслеживать солнце в пасмурную погоду. Для вращения панели по разработанному на основе солнечной карты алгоритму в горизонтальном и вертикальном направлениях использовались два сервопривода. Эта улучшает стратегия управления, известную как управление с разомкнутым контуром, позволит снизить сложность, стоимость и наличие необходимых компонентов по сравнению с системой управления с замкнутым контуром на основе датчиков.

1. ВВЕДЕНИЕ

Возобновляемые источники энергии становятся альтернативой традиционным источникам энергии. Солнечная энергия является наиболее эффективным и последовательным из всех возобновляемых источников энергии. Солнечные фотоэлектрические элементы (ФВ) преобразуют энергию солнечного света в электрическую энергию. Но общая эффективность солнечной системы не достаточно высока по сравнению с энергией от невозобновляемых источников энергии. Эффективность солнечной фотоэлектрической системы может быть повышена либо за счет повышения КПД солнечных элементов, либо за счет использования системы слежения за солнечными лучами [1]. Максимальная мощность фотоэлектрической системы будет достигнута, если солнечные лучи будут падать на панель перпендикулярно [2]. Поскольку состояние окружающей среды является ключевым фактором для определения солнечного излучения, достигающего поверхности Земли, солнечное излучение в таком случае нельзя контролировать. Но правильное использование солнечного излучения может быть обеспечено путем отслеживания солнечного света с помощью эффективной системы слежения. С этой целью вводится система слежения для охвата солнечного света с целью повышения общей эффективности. Но главная задача состоит в том, чтобы компенсировать разницу между повышением эффективности и общим увеличением стоимости и сложности системы [3]. Двухосевая система слежения, которая имеет две степени свободы и отслеживает суточное и сезонное движение Солнца. В результате двухосевой трекер более точен в отслеживании [2], а эффективность может быть повышена до 40%. Двухосевая система слежения может быть классифицирована в основном на два типа: система слежения с замкнутым контуром и система слежения с разомкнутым контуром. Между этими двумя типами система слежения с замкнутым контуром включает в себя фотодатчики и методы управления обратной связью для точного отслеживания солнца, тогда как система слежения с разомкнутым контуром зависит от математических уравнений, называемых “уравнениями солнечной карты”, чтобы определить положение солнца в любом месте в любой момент. Солнечная карта показывает точное видимое положение Солнца на определенной широте в любое время. Таким образом, система слежения с разомкнутым контуром является более точной, чем система слежения с замкнутым контуром при любых погодных условиях. Кроме того, она менее затратна, чем другая система, поскольку она не требует наличия фотодатчиков, схемы, контроллера обратной связи. Можно добавить, что система слежения с разомкнутым контуром является менее сложной. В данной работе мы ставили перед собой цель разработать двухосевую электромеханическую систему слежения за Солнцем без датчиков, основанную на алгоритме диаграммы Солнца, с более низкой стоимостью, менее сложным механизмом и низким энергопотреблением.

2. ТЕОРИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ СОЛНЦА

Чтобы определить положение солнца, необходимо определить три конкретные координаты. Если расстояние от Солнца до земли считать постоянным, то две координаты будут указывать положение, высоту Солнца и Азимут. Солнечная высота, α -угол между горизонтом и падающим солнечным лучом в плоскости, определяемой Zenith и Солнцем [Рисунок 2.1]. Угол азимута Солнца - это угол, измеренный по часовой стрелке в горизонтальной плоскости от оси координат, направленной на север, до проекции центрального луча Солнца [Рис 2.1].

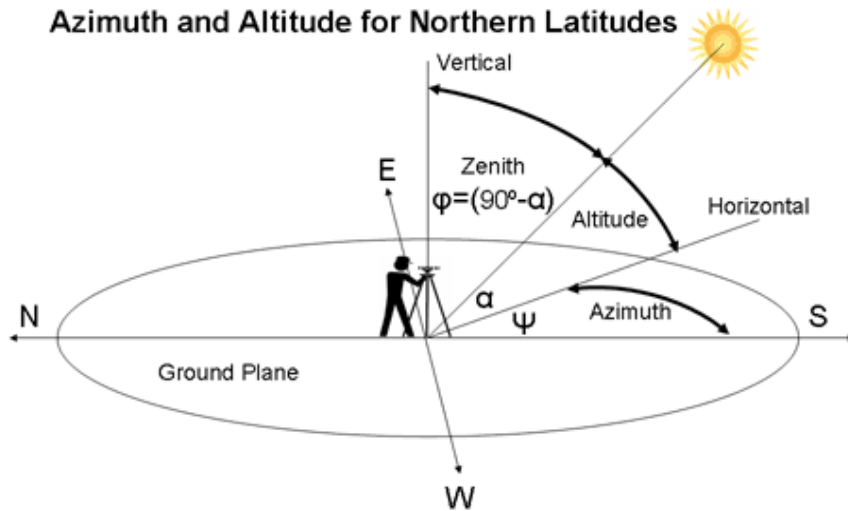


Рисунок 2.1: Указание положения Солнца

Экватор считаются отрицательными, то в любой данный день года, n , склонение можно найти из

$$\delta = 23.45^\circ \sin \left[\frac{360}{365} (284 + n) \right] \quad (2-1)$$

Еще одним преимущественным углом при описании положения Солнца является угловое смещение Солнца от солнечного полудня в плоскости видимого перемещения солнца. Часовой угол - это разница между полуднем и желаемым временем суток в условиях поворота на 360° за 24 часа. Чтобы вычислить это

$$\omega = \frac{12-T}{24} \times 360^\circ = (12 - T) \times 15^\circ \quad (2-2)$$

Где T -время этого дня относительно солнечной полуночи, по 24-часовым часам.

Заметим, что если известны δ , Φ и ω , то положение Солнца в значениях α и ψ в этом месте в данный день и время можно определить из

$$\alpha = \arcsin(\sin\delta\sin\Phi + \cos\delta\cos\Phi\cos\omega) \quad (2-3)$$

$$\psi = 180^\circ + \arcsin\left(\frac{-\sin\omega\cos\delta}{\cos\alpha}\right) \quad (2-4)$$

Где, α и ψ в степени [4] [5].

3. БЛОК СХЕМА СИСТЕМЫ

Уравнения солнечной карты, рассмотренные в предыдущем разделе, используются для определения видимого положения Солнца в любой конкретный момент времени. Угол Азимута и угол высоты, являющиеся соответственно вертикальными и горизонтальными углами, дают необходимую информацию о положении Солнца. Значения углов за определенное время в любых заданных местах вычисляются с помощью уравнений, обеспеченных программой Arduino, которая считается главным объектом этой исследовательской работы. Часы реального времени (RTC) использовались в целях предоставления данных о времени и дате программе Arduino для расчета. Согласно заданной информации, программа Arduino приказала маломощным сервоприводам вращаться в соответствии с командой.

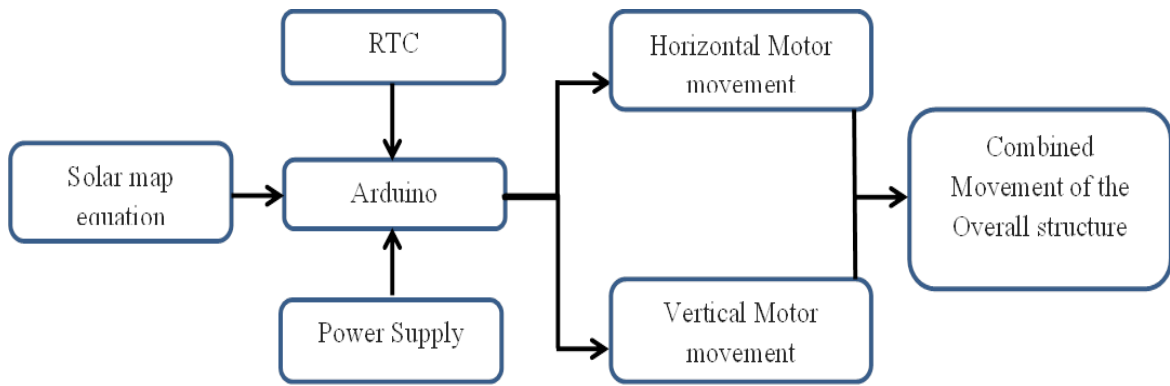


Рисунок 3.1: Блок-схема системы

Импульс, генерируемый программой Arduino, активирует двигатели для вращения солнечного модуля в соответствии с алгоритмом диаграммы Солнца. Горизонтальный двигатель вращает солнечный модуль, чтобы изменить угол высоты, рассчитанный от горизонтальной плоскости, в то время как вертикальный двигатель вращает солнечный модуль, чтобы изменить угол Азимута, рассчитанный от Севера. Комбинированное движение двигателей вращает солнечный модуль вместе с механической конструкцией, чтобы захватить максимум солнечного света каждый час с 8 утра до 4 часов дня.

4. МЕТОДОЛОГИЯ

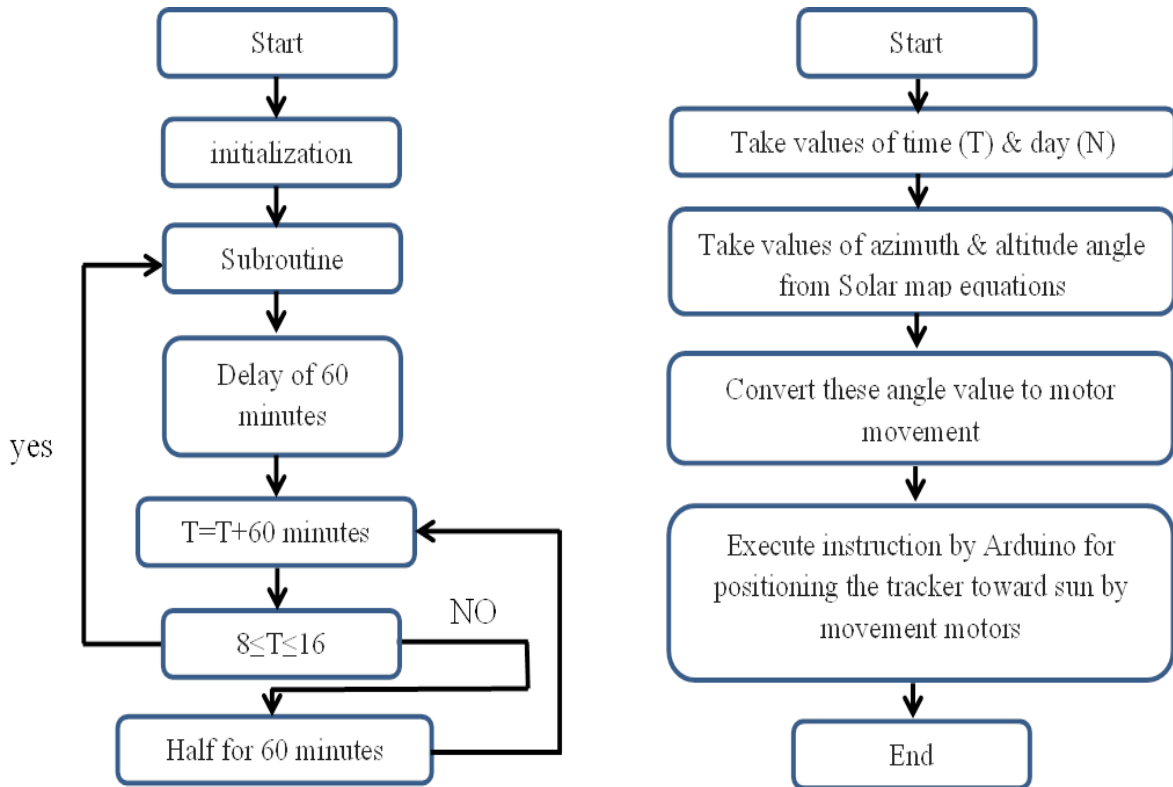


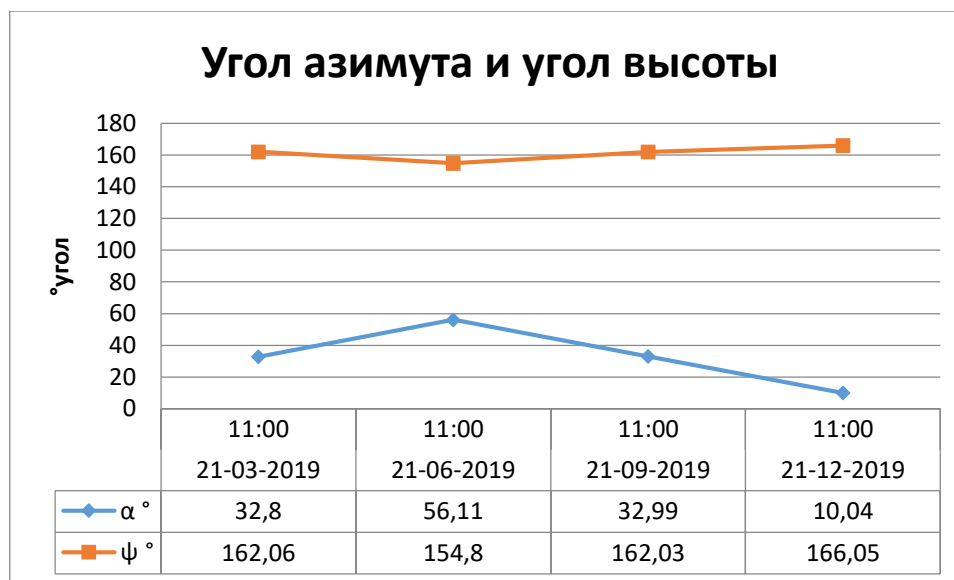
Рисунок 4.1: Схема технологического процесса

Общий процесс слежения за Солнцем поэтапно показан на схеме технологического процесса (рис 4.1). Во время запуска программа Arduino сначала инициализирует подпрограмму, в которой время (T, час) и данные (N) считываются с часов реального времени (модуль RTC). Для конкретного дня угол склонения вычисляется с помощью уравнения (2-1). Поскольку наша цель состоит в том, чтобы отслеживать передвижение Солнца с 8.00 утра до 4.00 часов дня, следовательно, часовой угол, ω должен быть известен для конкретного времени (например, 45° в 9 утра) [используя уравнение (2-2)] для дальнейшего расчета. Теперь для любой заданной широты угол высоты ϕ , α и угол азимута ψ вычисляются с помощью уравнения (2-3) и (2-4) соответственно. Этот угол достигается при помощи двигателя, который получает приказ от программы Arduino. Программа Arduino

настроена на отслеживание Солнца каждый час. Если время за промежутком от 8 утра до 4 часов дня, программа Arduino не обрабатывает данные о местоположении Солнца, а двигатели удерживают текущее положение модуля.

5. АНАЛИЗ УГЛА НАКЛОНА

После внедрения нашего проекта мы построили график практических значений углов при помощи Кривой для конкретные даты (21.03.2019 - 11:00am, 21.06.2019 - 11:00am, 21.09.2019 - 11:00am, 21.12.2019 - 11:00am), широты 55,47°N. Точность работы нашей модели отражена в Таблице-1, которая отображает наши расчетные значения углов. Угол азимута и угол высоты были измерены практически.



6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эта статья раскрывает уникальную стратегию управления с целью точного отслеживания положения Солнца по обеим осям. Видны несколько преимуществ данной модели. Прежде всего, наша модель полностью независима от погодных условий окружающей среды, поскольку она отслеживает положение Солнца по фиксированному пути движения, вычисленному алгоритмом диаграммы Солнца. Поскольку не требуется наличия фотодатчиков для отслеживания, общая стоимость модели снижается. В научной работе используется программа Arduino, которая является маломощным электронным устройством для взаимодействия между алгоритмом и сервоприводами. После правильной синхронизации с часами реального времени (RTC) для получения данных о конкретном времени и датах, программа Arduino вычисляет положение Солнца с помощью уравнений солнечной карты и генерирует импульс для двигателей. Данная стратегия отслеживания может быть также применена после небольшого изменения в программе. Таким образом, разработанная система менее сложная. Эта маломощная система может быть применена к солнечным батареям среднего размера. Чтобы обеспечить точность отслеживания, система должна быть правильно откалибрована перед установкой на исходное значение, так как она не имеет контроллера обратной связи. Эффективность будет существенно повышена при надлежащем использовании предлагаемой стратегии контроля.

Источники

- [1] S.B.Elagib, N.H.Osman, “Design and Implementation of Dual Axis Solar Tracker based on Solar Maps”, in press.
- [2] C. Alexandru and M. Comșit, “Virtual prototyping of the solar tracking systems”, in press.
- [3] Mustafa Engin, Dilüad Engin, “SUN TRACKING CONTROL STRATEGY FOR IMPROVED RELIABILITY AND PERFORMANCE” 978-1-4673-4597-2/12/\$31.00 ©2012 IEEE
- [4] Ahmed Mohamed El Saeid Mustafa, “Development of a Photo Voltaic Building Rooftop Integration Analysis Tool for GIS for Dokki District, Cairo, Egypt”, 2012 Department of Physical Geography and Ecosystem Analysis Centre for Geographical Information Systems Lund University Sölvegatan 12 S-223 62 Lund Sweden.
- [5] Azimuth angle details. Available: <http://en.wikipedia.org/wiki/Azimuth>.
- [6] Actual data of azimuth & Elevation angle. Generated from: <http://www.nrel.gov/midc/solpos/spa.html>