

**Муниципальное общеобразовательное учреждение  
«Луховский лицей»**

430910, г. Саранск  
п. Луховка, ул. Октябрьская, 27

тел.: 8 (8342) 25-70-63, 25-70-32  
факс: 8 (8342) 25-70-63  
E-mail: [luchsar@edurm.ru](mailto:luchsar@edurm.ru)

Web-сайт: <http://www.schoolrm.ru/schools/luchsar/>

№1

от 17 ноября 2024 года

**Описание и принцип работы проекта**

**«Домашняя электростанция»**

Данное описание было создано для сайта РОБОФИНИСТ ([robofinist.ru](http://robofinist.ru))  
Для мероприятия №1225 ([robofinist.ru](http://robofinist.ru))  
**Республиканский молодежный инновационный конвент 2024**

Владелец работы :  
Измайлов Тимур Ренатович  
Ученик 8 «Б» класса  
МОУ «Луховский лицей»

Руководитель работы:  
Смирнова Светлана Георгиевна  
Учитель физики, руководитель ДТ «Кванториум»  
МОУ «Луховский лицей»

## Описание работы «Домашняя электростанция»

Представляем инновационную домашнюю электростанцию, разработанную на базе микрокомпьютера. Уникальная система отслеживания положения солнца, основанная на точных координатах времени и даты, обеспечивает максимальную эффективность солнечных панелей. Благодаря 1900 строкам высокооптимизированного кода на языке программирования C, электростанция с высокой точностью вычисляет оптимальный угол наклона солнечных батарей, автоматически корректируя его в течение дня для получения максимального количества солнечной энергии. Это обеспечивает непрерывную генерацию энергии с минимальными потерями, повышая энергоэффективность вашего дома и снижая зависимость от внешних источников электроснабжения. Система проста в использовании и надежна в эксплуатации, обеспечивая стабильную работу в любых погодных условиях. Для удобного управления и мониторинга работы электростанции разработано мобильное приложение. Приложение предоставляет в режиме реального времени графики выработки энергии, уровень заряда аккумулятора, прямую трансляцию с камеры видеонаблюдения, а также интуитивно понятную панель управления солнечными панелями, позволяющую контролировать и настраивать их работу удаленно.

### Метод слежения за Солнцем

Положение Солнца на небе можно определить не только по освещенности фотодатчиков, но и по формулам небесной механики исходя из географических координат точки наблюдения и точного времени. Сейчас будет много определений и формул, относящихся к небесной механике, так что приготовьтесь напрычь извилины). Для наведения солнечных панелей нужно определить горизонтальные координаты Солнца, это высота и азимут. Центр данной системы координат совпадает с местонахождением наблюдателя, расчеты ведутся относительно плоскости математического горизонта.

Высота  $h$  – это угол между плоскостью мат. горизонта и направлением на светило, отсчитывается от  $0^\circ$  до  $+90^\circ$  к зениту, и от  $0^\circ$  до  $-90^\circ$  к надиру.

Азимут  $A$  – угол между полуденной линией (грубо говоря, направление на юг) и линией пересечения плоскости мат. горизонта с плоскостью вертикального круга светила. Отсчитывается от точки юга в сторону суточного вращения небесной сферы в пределах  $0^\circ \dots 360^\circ$ , или от  $0^\circ$  до  $+180^\circ$

к западу и от  $0^\circ$  до  $-180^\circ$  к востоку. Горизонтальные координаты светила постоянно изменяются, вследствие суточного вращения Земли.

Ниже приведены формулы для вычисления высоты и азимута светила:

$$h = \arcsin(\sin\delta \cdot \sin\phi + \cos\delta \cdot \cos\phi \cdot \cos t);$$

$$A = \operatorname{atan2}(\cos\delta \cdot \sin t, \cos\delta \cdot \sin\phi \cdot \cos t - \sin\delta \cdot \cos\phi),$$

где  $\delta$  – склонение светила,  $t$  – часовой угол светила,  $\phi$  – широта точки наблюдения ( $0^\circ \dots +90^\circ$  для северного полушария,  $0^\circ \dots -90^\circ$  для южного,  $0^\circ$  – экватор).

Расшифровка функции  $\operatorname{atan2}(y, x)$ :

$$\operatorname{atan2}(y, x) = \begin{cases} \arctan\left(\frac{y}{x}\right) & x > 0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right) + \pi & y \geq 0, x < 0 \\ \arctan\left(\frac{y}{x}\right) - \pi & y < 0, x < 0 \\ +\frac{\pi}{2} & y > 0, x = 0 \\ -\frac{\pi}{2} & y < 0, x = 0 \\ \text{undefined} & y = 0, x = 0 \end{cases}$$

Как видно для расчета горизонтальных координат, необходимо вычислить склонение и часовой угол светила. Эти координаты относятся к первой экваториальной системе координат, где основной плоскостью является плоскость небесного экватора.

Склонение  $\delta$  – угол между плоскостью небесного экватора и направлением на светило, отсчитывается от  $0^\circ$  до  $+90^\circ$  в сторону северного полюса, и от  $0^\circ$  до  $-90^\circ$  в сторону южного полюса.

Часовой угол  $t$  – двугранный угол между плоскостью небесного меридиана и кругом склонения светила. Отсчитывается в сторону суточного вращения небесной сферы, к западу от верхней точки небесного экватора, в пределах  $0^\circ \dots 360^\circ$ , или от 00:00 до 24:00 (в часовой мере). Также часовой угол может измеряться в пределах от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  (от 00:00 до 12:00) к западу и от  $0^\circ$  до  $-180^\circ$  (от 00:00 до -12:00) к востоку. Часовой угол равен 0 в момент верхней кульминации светила, для Солнца в истинный полдень (не всегда совпадает с моментом времени, когда часы показывают 12:00 по местному времени).

Склонение Солнца изменяется в течение года (неравномерно) от  $-23,43^\circ$  до  $+23,43^\circ$ , вследствие орбитального движения Земли вокруг Солнца, и не связано с суточным вращением Земли. Определить склонение Солнца для любого дня года, проще всего из таблицы средних значений склонения за 4-х летний цикл. Таблицу можно скачать в конце статьи.

Часовой угол светила изменяется в течение суток (вследствие суточного вращения Земли), его можно вычислить, зная истинное солнечное время:

$$t = T_{\text{с.ист}} - 12:00\text{ч}, (-12:00\dots+11:59),$$

где  $T_{\text{с.ист}}$  – истинное солнечное время (00:00...23:59ч).

Истинное солнечное время можно вычислить, зная местное время, часовой пояс и долготу точки наблюдения:

$$T_{\text{с.ист}} = T_{\text{с.ср}} + \text{ЕОТ}, \text{ или } T_{\text{с.ист}} = \text{UTC} + \lambda + \text{ЕОТ},$$

где  $T_{\text{с.ср}}$  – среднее солнечное время в некоторой точке на Земле (зависит от долготы точки), UTC – всемирное координированное время,  $\lambda$  – долгота точки наблюдения в часовых единицах, ЕОТ – уравнение времени.

Всемирное координированное время можно вычислить из местного времени ( $T_{\text{м}}$ ) и часового пояса ( $N$ ):  $\text{UTC} = T_{\text{м}} - N$ . Долгота местоположения  $\lambda$  отсчитывается от  $0^\circ$  до  $180^\circ$  к востоку от нулевого меридиана (восточная долгота), и от  $0^\circ$  до  $-180^\circ$  к западу (западная долгота). При подстановке в вышеприведенную формулу, долготу нужно перевести в часовые единицы ( $1^\circ = 4$  мин).

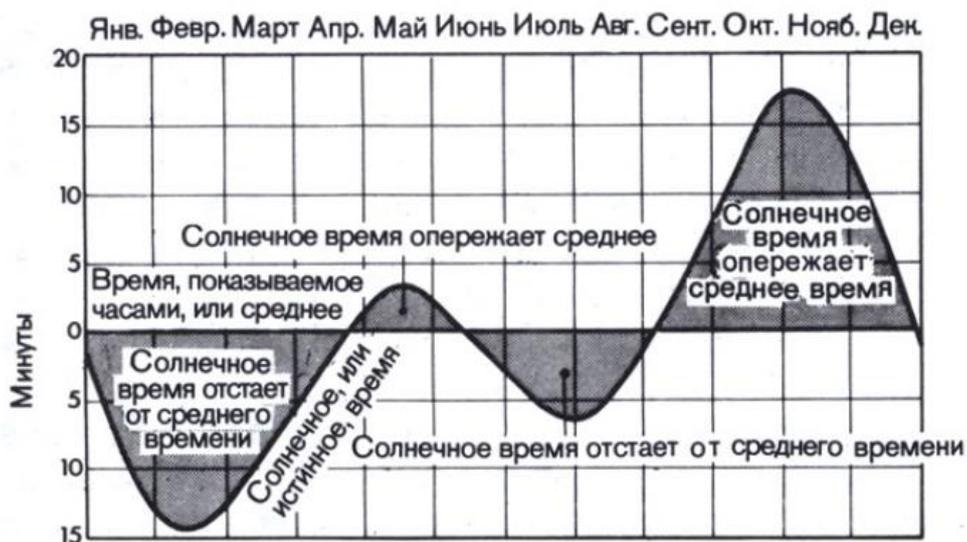
Уравнение времени ЕОТ показывает разницу между средним солнечным временем и истинным солнечным временем, так как суточное движение Солнца неравномерно, вследствие эллиптичности орбиты Земли, а также наклона земной оси к плоскости эклиптики:

$$\text{ЕОТ} = 9,87 \cdot \sin 2B - 7,53 \cdot \cos B - 1,5 \cdot \sin B,$$

где  $B = (360^\circ (N-81))/365$ ,  $N$  – порядковый номер дня в году.

Таким образом, в течение года значение уравнения времени изменяется от -14,3 мин до +16,4 мин.

Ниже представлен график изменения уравнения времени в течение года:



Мне предстояло загнать все эти расчеты в программу микроконтроллера, я не рискнул писать на ассемблере, поэтому стал изучать СИ, пришлось неделями возиться с формулами и расчетами, для получения правильного результата, попутно изучая СИ. В итоге мне удалось написать рабочую программу, при этом погрешность вычислений не превышает  $\pm 1^\circ$ .

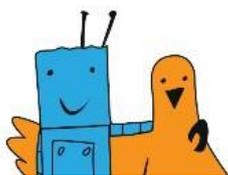
Предупреждение об ответственности:

Внимание на данную работу оформлен патент, за плагиат работы будет  
подано заявление в суд.

Владелец: **Измайлов Тимур Ренатович**  
**Смирнова Светлана Георгиевна**

Владелец работы :  
Измайлов Тимур Ренатович  
Ученик 8 «Б» класса  
МОУ «Луховский лицей»

Руководитель работы:  
Смирнова Светлана Георгиевна  
Учитель физики, руководитель ДТ «Кванториум»  
МОУ «Луховский лицей»



**РОБОФИНИСТ**

Данное описание было создано для сайта РОБОФИНИСТ (robofinist.ru)  
Для мероприятия №1225 (robofinist.ru)  
**Республиканский молодежный инновационный конвент 2024**