

UDC 620.91:004.4

DEVELOPMENT OF SOFTWARE OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF AN EXPERIMENTAL SOLAR INSTALLATION

F.A.Satybaldyieva¹, R.N.Beysembekova², A.S.Sarybaev³, A.N.Kocherova⁴
feruzaken@mail.ru

¹Institute of Information and Telecommunication Technologies, Institute of Postgraduate Education, *Kazakh National Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,*

²Institute of Information and Telecommunication Technologies *Kazakh National Technical University after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,*

³Faculty of Information technology *South Kazakhstan University named after M.O.Auezov Shymkent, Kazakhstan,*

⁴Faculty of Information technology *South Kazakhstan University named after M.O.Auezov Shymkent, Kazakhstan,*

Key words: development, optimization, the automation system, solar radiation, movement, actuator, supporting-rotary mechanism, heliostat installation, tracking system.

Abstract. The object of research is experimental solar concentrator installing a follower of the Sun position, on the basis of which the work is underway on the development and research unit of the automation systems. In the work methods of engineering and conceptual work are used for the manufacture of mechanical and electrical part of solar concentrator installation and tracking systems for the Sun. For orientation and movement of the object theoretical methods of analysis and output equations of astronomy are used. The analysis of principles of creation of systems of program control of a parabolic solar concentrator installation is conducted and formulated the basic theoretical and practical problems of their creation; analysis of system of optimization of generated power of the reactor solar concentrator installation; engineering-technical calculations to select actuators; development of algorithms of control and management of the supporting-rotary mechanisms of solar concentrator installation and tracking systems;

The novelty of the work is the developed system of program management of parabolic solar concentrator installation and obtained the equations of motion, which can be used in helio engineering facilities.

УДК 620.91:004.4

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГЕЛИО УСТАНОВКИ

Ф.А.Сатыбалдиева¹, Р.Н. Бейсембекова², А.С.Сарыбаев³, А.Н.Кочерова⁴
feruzaken@mail.ru

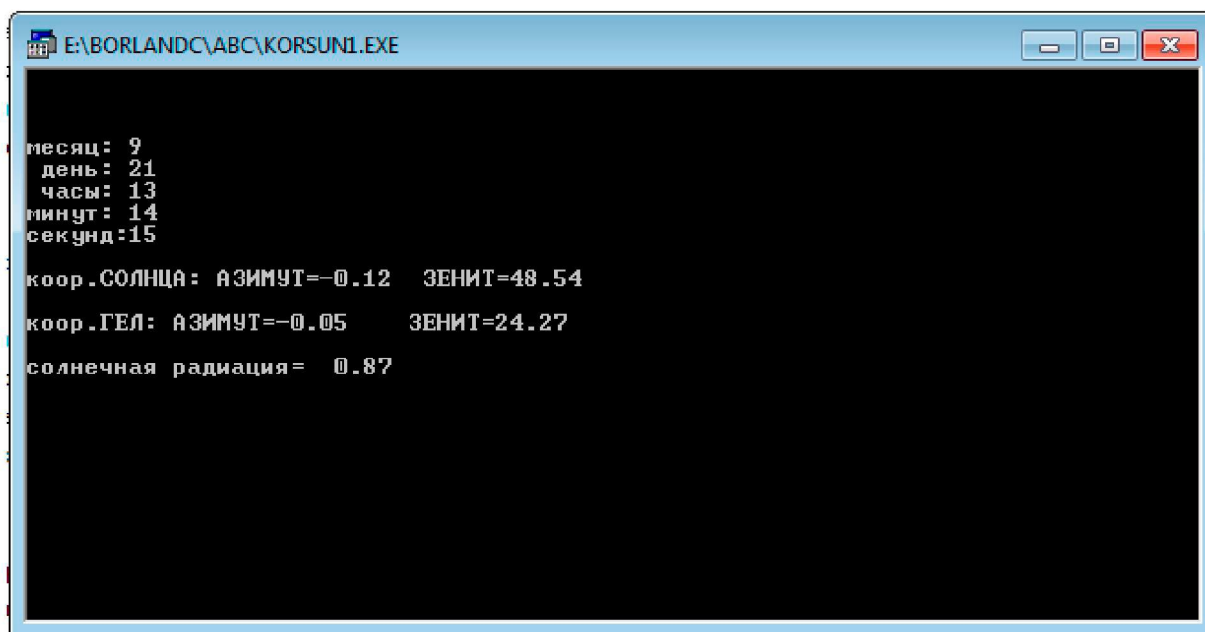
Ключевые слова: разработка, оптимизация, система автоматизации, солнечное излучение, движения, актуатор, опорно-поворотный механизм, гелиостатная установка, система слежения.

Аннотация: В статье описаны экспериментальная гелиоконцентрирующая установка следящей за положением Солнца, на основе которых ведется работа по разработке и исследования системы автоматизации установки. В работе использованы методы инженерно-эскизных работ для изготовления механической и электрической части гелиоконцентрирующей установки и системы слежения за Солнцем. Проведен анализ принципов создания систем программного управления гелиоконцентрирующей установки и сформулированы основные теоретические и практические проблемы их создания; описана конструкция опорно-поворотного механизма гелиоустановки;- проведен анализ системы оптимизации вырабатываемой мощности реактора гелиоконцентрирующей установки; инженерно-технические расчеты для выбора

актуаторов; алгоритмы контроля и управления работой ОПУ гелиоконцентрирующей установки и системы слежения.

Новизной работы является разработанная система программного управления гелиоконцентрирующей установки и полученные уравнения движения, которой могут использоваться в гелиотехнических установках

Introduction. Разработка алгоритма и программы автоматизированной системы управления экспериментальной гелиоустановки. Падающий и отраженный луч от зеркальной поверхности гелиостата, а также нормаль к поверхности гелиостата в точке падения луча лежат в одной плоскости, поэтому расчетная модель поля гелиостатов жестко связана с моделью движения Солнца. Реализация алгоритма расчета для эффективного управления гелиоустановкой на ЭВМ представим компоненты вектора Солнца и уравнения прямой солнечной радиации которой зависит от времени дня, сезона года и состояние атмосферы (рисунок 11).



```

E:\BORLANDC\ABC\KORSUN1.EXE
месяц: 9
день: 21
часы: 13
минут: 14
секунд:15
коор.СОЛНЦА: АЗИМУТ=-0.12 ЗЕНИТ=48.54
коор.ГЕЛ: АЗИМУТ=-0.05 ЗЕНИТ=24.27
солнечная радиация= 0.87

```

Рисунок 11 Результаты расчетов азимутальной и угломестной координаты Солнца, гелиостата и солнечной радиации на 09.21.2012 года, 13час,14мин,15сек. для местности Шымкента.

Для расчета координаты гелиостата использовано уравнения для гелиостата с горизонтальной оптической осью, т.е. оптическая ось параллельно к плоскости горизонта земли. В системах горизонтальной оптической осью - η (фактор косинуса $\cos\varphi$) равно нулю .

Одной из основных систем таких комплексов является система управления ориентацией зеркальных концентрирующих систем (ЗКС) вследствие видимого движения Солнца [1, 2, 4].

Ниже приведена листинг программы KORSUN1, программа вычисляет азимутальной и угломестной координаты Солнца, гелиостата и солнечной радиации солнца на языке C++.

```

#include "conio.h"
#include "dos.h"
#include "math.h"
#include "stdio.h"
#include "stdlib.h"
#include "sys\stat.h"
#include "time.h"
#define PI 3.14159
#define kd 24.
#define kh 1.
#define km (1./60.)
#define ks (1./3600.)
#define SEC (6.28319/24.)
#define RAD (3.14159/180.)
int main(void)

```

```

{
time_t timer;
struct tm *t;
float a0=0.0066*km, a1=7.3525*km, a2=9.9359*km, a3=0.3387*km;
float b1=1.49889, b2=1.90060, b3=1.83600;
float c0=0.006891, c1=-0.405892, c2=-0.006833, c3=-0.006758;
float d1=0.158200, d2=0.093400,d3=0.453901;
float wr=2*PI/(365.2422*24.);
float FI=42.316*RAD, dolg=69.7*24./360.;
floatHT,ND,H,M=-1.,S,T,EOT,LMT,W, temp,temp1,ZIN,AZI,hhh, SIGMA,SR, CM;
int dt[13]={0,31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31};
float ko[13]={0,0.22,0.23,0.24,0.25,0.29,0.33,0.37,0.36,0.33,0.25,0.22,0.20};
int i,m,d;
char month[]=" ", day[]=" ",hour[]=" ",min[]=" ",seco[]=" ";
clrscr();
do {
gotoxy(1,4); printf("месяц: ");
gotoxy(8,4); scanf("%s",month);
m=atol(month);
gotoxy(1,5); printf("день: ");
gotoxy(8,5); scanf("%s",day);
d=atol(day);
gotoxy(1,6); printf("час: ");
gotoxy(8,6); scanf("%s",hour);
H=atol(hour)-1;
gotoxy(1,7); printf("минут: ");
gotoxy(8,7); scanf("%s",min);
M=atol(min);
gotoxy(1,8); printf("секунд: ");
gotoxy(8,8); scanf("%s",seco);
S=atol(seco);
for(i=1; i<m; i++)
d += dt[i];
ND = d;
CM=ko[m];
S = 0;
T = ND*kd+H*kh+M*km+S*ks+(dolg-5);
SIGMA = c0+c1*cos(wr*T+d1)+c2*cos(2.*wr*T+d2)+c3*cos(3.*wr*T+d3);
EOT = a0+a1*cos(wr*T+b1)+a2*cos(2.*wr*T+b2)+a3*cos(3.*wr*T+b3);
LMT = H + M*km + S*ks + dolg - 5.;
W = (LMT+EOT-12.)*0.261799;
temp = cos(FI)*cos(W)*cos(SIGMA)+sin(FI)*sin(SIGMA);
ZIN = atan(temp/(sqrt(1-temp*temp)));
temp = cos(SIGMA)*sin(W)/cos(ZIN);
temp1 = sqrt(1-temp*temp);
AZI = atan(temp/temp1);
gotoxy(1,10); printf("коор.СОЛНЦА: АЗИМУТ=%5.2f ЗЕНИТ=%5.2f",
AZI/RAD, ZIN/RAD);
temp = atan((sin(AZI)*cos(ZIN))/(1+cos(AZI)*cos(ZIN)));
temp1 = atan((sin(ZIN)*cos(temp))/(1+cos(AZI)*cos(ZIN)));
gotoxy(1,12); printf("коор.ГЕЛ: АЗИМУТ=%5.2f ЗЕНИТ=%5.2f ",
temp/RAD, temp1/RAD);
SR=(1.256+0.042*cos(2*PI*ND/365))*sin(ZIN)/(CM+sin(ZIN));
gotoxy(1,14); printf("солнечная радиация= %5.2f",SR);
} while(!kbhit());
return(0);
}

```

Одной из важных характеристик оптической системы является коэффициент эффективности использования гелиостатов η (фактор косинуса $\cos\varphi$), характеризующий степень использования зеркальной поверхности следящих гелиостатов. Из полученных соотношений (глава 2) определено, что коэффициент эффективности η гелиостатов (фактор косинуса) зависит от угловых переменных, распределение его значений по полю однозначно определяется линейными координатами.

Оптическая система солнечной электростанции башенного типа обладает всеми чертами сложных технических систем, нормальная работа, которой возможна лишь при строго сбалансированном учете множества разнородных ограничений, взаимно противоположных эффектов и противоречивых требований, предъявляемых к ним в процессе их функционирования.

Разработанная программа АСУ создана для управления гелиостатов с учетом фактора косинуса - η , т.е. программа управляет гелиостатов электростанции и гелиостаты с горизонтальной оптической осью ЗКС. Алгоритм управления программы приведен на рисунке 2:

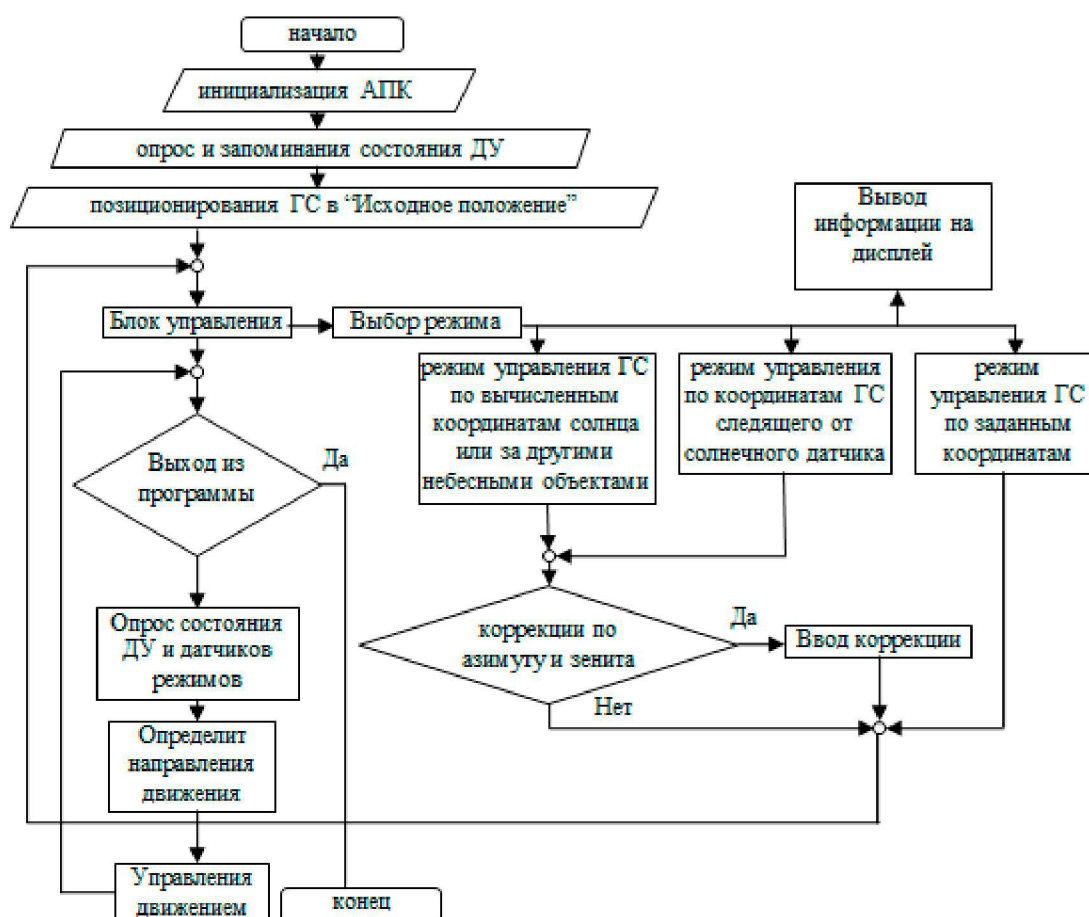


Рисунок 2 - Алгоритм АСУ экспериментальной гелиоустановки.

Программа управления экспериментальной гелиоустановки (рисунок 3.12) начинается с инициализации адаптера, далее происходит опрос и запоминание состояние ДУ. Позиционирования ГС в "Исходное положение" – это привязка координаты гелиостата с местным географическим координатам. Основную функцию выполняет блок управления системы слежения. Блок управления дает возможность выбирать один режимов:

- режим управления ГС по вычисленным координатам солнца или за другими небесными объектами
- режим управления по координатам ГС следящего от солнечного датчика
- режим управления ГС по заданным координатам

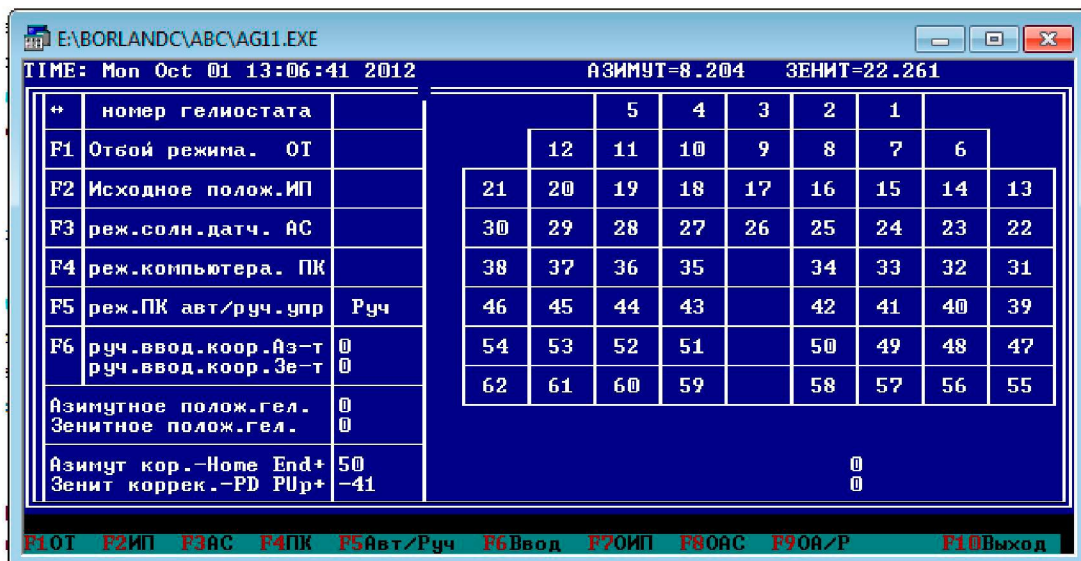


Рисунок 3. Программа управления экспериментальной гелиоустановки

В режим управления ГС по вычисленным координатам солнца или за другими небесными объектами можно задавать координаты коррекции по азимуту и зенита. Это режим управления применяется для гелиостатов электростанции и гелиостаты с горизонтальной оптической осью ЗКС.

На рисунках 4 а), б), в) приведены часть программы коррекции координатой по оси азимута и зенита.

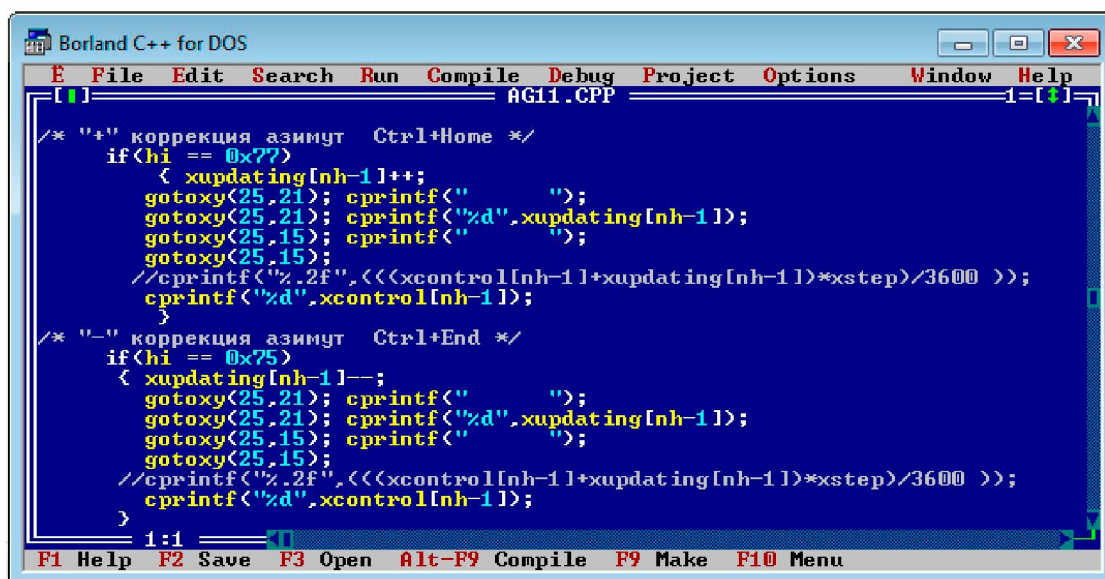


Рисунок 4 а) Часть программы ввода коррекции координат по оси азимута

```

Borland C++ for DOS
E File Edit Search Run Compile Debug Project Options Window Help
AG11.CPP 1=1
/* "+" коррекция зенит Ctrl+PageUp*/
if(hi == 0x84)
{
  yupdating[lnh-1]++;
  gotoxy(25,22); cprintf(" ");
  gotoxy(25,22); cprintf("%d",yupdating[lnh-1]);
  gotoxy(25,16); cprintf(" ");
  gotoxy(25,16);
  //cprintf("%.2f",((ycontrol[lnh-1]+yupdating[lnh-1])*ystep)/3600 );
  cprintf("%d",ycontrol[lnh-1]);
}
/* "-" коррекция зенит Ctrl+PageDown*/
if(hi == 0x76)
{
  yupdating[lnh-1]--;
  gotoxy(25,22); cprintf(" ");
  gotoxy(25,22); cprintf("%d",yupdating[lnh-1]);
  gotoxy(25,16); cprintf(" ");
  gotoxy(25,16);
  //cprintf("%.2f",((ycontrol[lnh-1]+yupdating[lnh-1])*ystep)/3600 );
  cprintf("%d",ycontrol[lnh-1]);
}
1:1
F1 Help F2 Save F3 Open Alt-F9 Compile F9 Make F10 Menu

```

Рисунок . 4 б) Часть программы ввода коррекции координат по оси зенита.

```

Borland C++ for DOS
E File Edit Search Run Compile Debug Project Options Window Help
AG11.CPP 1=1
LMT = H + M*km + S*ks + dolg - 5.;
W = (LMT+EOT-12.)*0.261799;

s1=-cos(SIGMA)*sin(W);
sm=-cos(FI)*sin(SIGMA)+sin(FI)*cos(SIGMA)*cos(W);
sn=sin(FI)*sin(SIGMA)+cos(FI)*cos(SIGMA)*cos(W);
zs0=asin(sn);
as0=acos(sm/sqrt(s1*s1+sm*sm));
if(s1>0) as0=-as0;
temp=atan((sin(as0)*cos(zs0))/(1+cos(zs0)*cos(as0)));
templ=atan(sin(zs0)/sqrt(1+cos(zs0)*cos(zs0)+2*cos(as0)*cos(zs0)));

for(k=0; k<=62;k++)
{
  if(spy[k]==1)
  {
    if(PCGEL==0)
    {
      xcontrol[k]=(int)((temp/RAD)*3600/xstep)+xupdating[k];
      ycontrol[k]=(int)((templ/RAD)*3600/ystep)+yupdating[k];
    }
    else {
      xcontrol[k]=xcount[37]+xupdating[k];
      ycontrol[k]=ycount[37]+yupdating[k];
    }
  }
}
589:40
F1 Help F2 Save F3 Open Alt-F9 Compile F9 Make F10 Menu

```

Рисунок .4 в) Часть программы ввода коррекции азимута и зенита.

Ниже приведены уравнение, которой можно рассчитать долготу и склонения Солнца, местное и истинное время, текущей Юлианской даты, по формулам:

$$\text{Julian day (jd)} = 32916.5 + \text{delta} \times 365 + \text{leap} + \text{day} + \text{hour}/24, \quad (1)$$

где: delta = (текущий год - 1949); leap = часть целого числа (delta /4); day = номер дня с начало года; hour = текущий время от day.

$$n = \text{jd} - 51545.0 \quad (2)$$

$$L \text{ (сред. долгота)} = 280.460 + 0.9856474 * n; (0 < L < 360^\circ) \quad (3)$$

$$g \text{ (сред. отклонения)} = 357.528 + 0.9856003 * n; (0 < g < 360^\circ) \quad (4)$$

$$l \text{ (эклиптик. долгота)} = L + 1.915 * \sin(g) + 0.020 * \sin(2 * g); \\ (0 < l < 360^\circ) \quad (5)$$

$$\text{ер (наклон от эклиптики)} = 23.439 - 0,0000004 * n; \quad (6)$$

Прямое восхождение (α) и склонения (δ) Солнца на небесной координатной системе вычисляется по следующим формулам:

$$\tan(\alpha) = \cos(\epsilon) * \sin(l) / \cos(l) \quad (7)$$

$$\sin(\delta) = \sin(\epsilon) * \sin(l) \quad (8)$$

Для преобразования (1.61), (1.62) на местную координатную систему для азимута и зенита Солнца, нам необходимо знать часовой угол (h), который определяется по формуле:

$$h = \text{lmst} - \alpha \quad (9)$$

$$\text{lmst} = \text{gmst} + (\text{long.}) / 15; (0 < \text{lmst} < 24\text{h}) \quad (10)$$

lmst - местное среднее звездное время, long - долгота местности.

gmst - время по Гринвичу равно:

$$\text{gmst} = 6.697375 + 0.0657098242 * n + \text{hour}; (0 < \text{gmst} < 24 \text{ h}) \quad (11)$$

Координаты азимута и зенита Солнца определяется по следующей формуле:

$$\sin(\epsilon) = \sin(\delta) * \sin(\text{lat}) + \cos(\delta) * \cos(\text{lat}) * \cos(h) \quad (12)$$

$$\sin(\text{az}) = -\cos(\delta) * \sin(h) / \cos(\epsilon) (0 < \text{az} < 360^\circ) \quad (13)$$

Ниже приведена листинг программы FORMULA4 на языке C++ для вычисления координаты гелиостата на выходной файл FORMULA4.DAT

```
#include <stdio.h>
#include <conio.h>
#include <math.h>
#include <time.h>
#include <dos.h>
#define PI 3.14159
#define kd 24.
#define kh 1.
#define km (1./60.)
#define ks (1./3600.)
#define SEC (6.28319/24.)
#define RAD (3.14159/180.)
void GetPos (int nYear, int nDay,
             int nHour, int nMinut, int nSecond,
             double& An,
             double& Hn);
double Long = -69.7; // долгота города Шымкент
double Lat = 42.316; // широта города Шымкент
double Pi = M_PI;
double TwoPi = 2.*M_PI;
double Rad = M_PI/180;
float a0=0.0066*km, a1=7.3525*km, a2=9.9359*km, a3=0.3387*km;
float b1=1.49889, b2=1.90060, b3=1.83600;
float c0=0.006891, c1=-0.405892, c2=-0.006833, c3=-0.006758;
float d1=0.158200, d2=0.093400, d3=0.453901;
float wr=2*PI/(365.2422*24.);

float FI=42.316*RAD, dolg=69.7*24./360.;
float SIGMA,HT,HM,ND,H,M,S,T,EOT,LMT,W,temp,temp1,ZIN,AZI,hhh;
void main (void)
{
    double Hn; // heliostat normal
    double An;
    time_t timer = time (NULL);
    struct tm* t = localtime (&timer);
    FILE *stream;
    // int nMin = 40;
    int nSec = 0;
    stream = fopen("FORMULA4.dat", "w+");
    fprintf(stream, "%02d-%02d-%02d day=%02d L=%2.3f Z=%2.3f\n", t->tm_mon+1, t->tm_mday, t->tm_year-100,t-
>tm_yday, Lat, Long);
    for (int t1=7; t1<=17; t1++)
    { for (int m1=0; m1<=56; m1+=4)
      { GetPos (t->tm_year, t->tm_yday, t1, m1, nSec, An, Hn);
        fprintf(stream, " %02d:%02d %7.3f %7.3f\n", t1, m1, An/Rad, Hn/Rad );
      }
    }
}
```

```

    }
    }
    fclose(stream);
    printf ("Enter any key\n");
    getch ();
}
void GetPos (int nYear, int nDay,
             int nHour, int nMinut, int nSecond,
             double& An,
             double& Hn)
{
    int ND = nDay;
    int H = nHour-1;
    int M = nMinut;
    int S = nSecond;

    T = ND*kd+H*kh+M*km+S*ks +(dolg - 4.97);
    SIGMA = c0+c1*cos(wr*T+d1)+c2*cos(2.*wr*T+d2)+c3*cos(3.*wr*T+d3);
    EOT = a0+a1*cos(wr*T+b1)+a2*cos(2.*wr*T+b2)+a3*cos(3.*wr*T+b3);
    LMT = H + M*km + S*ks + dolg - 4.97;
    W = (LMT+EOT-12.)*0.261799;
    temp = cos(FI)*cos(W)*cos(SIGMA)+sin(FI)*sin(SIGMA);
    ZIN = atan(temp/(sqrt(1-temp*temp)));
    temp = cos(SIGMA)*sin(W)/cos(ZIN);
    temp1 = sqrt(1-temp*temp);
    AZI = atan(temp/temp1);

    double CosHs = cos (ZIN);
    double SinHs = sin (ZIN);

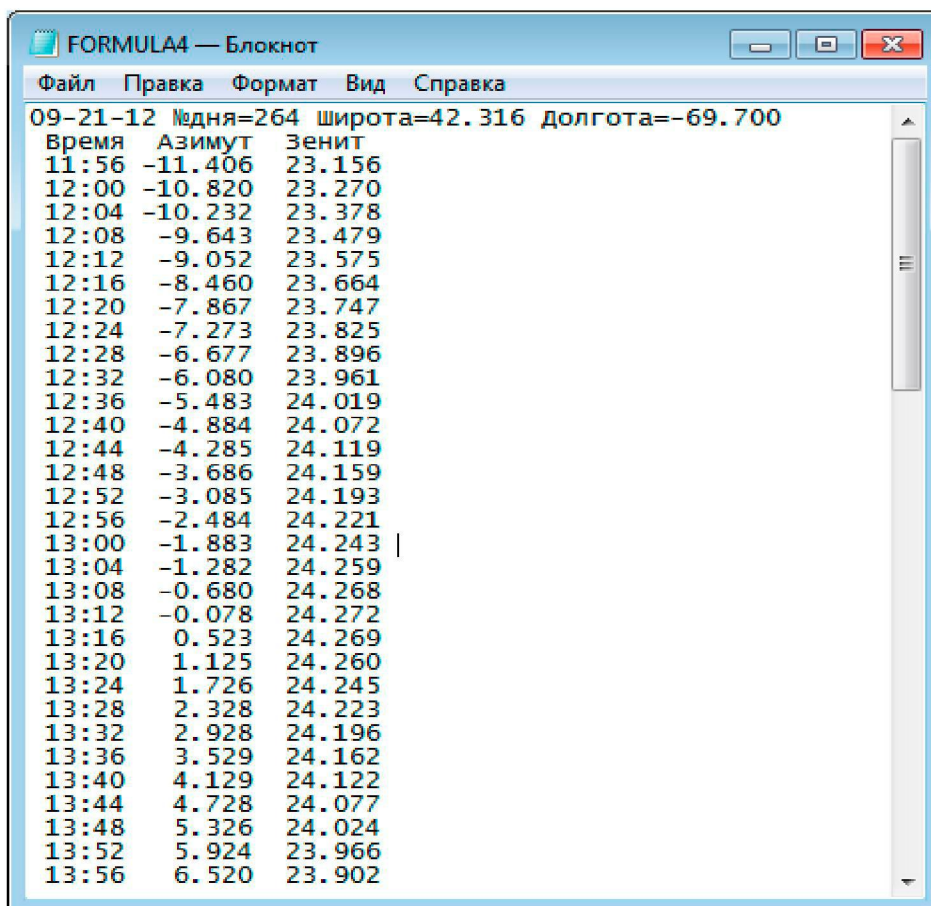
    double CosAs = cos (AZI);
    double SinAs = sin (AZI);

    double CosHsAs = 1. + CosHs*CosAs;

    An = atan (SinAs *CosHs/CosHsAs);
    Hn = atan (cos (An)*SinHs/CosHsAs);
    return;
}

```

Выходной файл FORMULA4.DAT сохраняет данные на заданную дату текущей времени с интервалом 4 минуты и координаты азимута и угломеста гелиостата с горизонтальной оптической осью (рисунок 3.12)



Время	Азимут	Зенит
11:56	-11.406	23.156
12:00	-10.820	23.270
12:04	-10.232	23.378
12:08	-9.643	23.479
12:12	-9.052	23.575
12:16	-8.460	23.664
12:20	-7.867	23.747
12:24	-7.273	23.825
12:28	-6.677	23.896
12:32	-6.080	23.961
12:36	-5.483	24.019
12:40	-4.884	24.072
12:44	-4.285	24.119
12:48	-3.686	24.159
12:52	-3.085	24.193
12:56	-2.484	24.221
13:00	-1.883	24.243
13:04	-1.282	24.259
13:08	-0.680	24.268
13:12	-0.078	24.272
13:16	0.523	24.269
13:20	1.125	24.260
13:24	1.726	24.245
13:28	2.328	24.223
13:32	2.928	24.196
13:36	3.529	24.162
13:40	4.129	24.122
13:44	4.728	24.077
13:48	5.326	24.024
13:52	5.924	23.966
13:56	6.520	23.902

Рисунок 5. Данные координаты осей азимута и угламеста гелиостата с интервалом времени 4 минуты

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Койшиев Т.К., Курятов А.И., Принципы управления оптической системой экспериментальной СЭС-5 // Ж. Гелиотехника – 1990.- №3. - С.28-30.
- [2] Сибикин Ю. Д., Сибикин М. Ю. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. - К.: РадиоСофт, 2008. - 338с.
- [3] Саейд Б.Д. Автоматические системы ориентации на солнце гелиоустановок: дис. ... канд. техн. наук. -Москва. 1991. -С.95-97.
- [4] Комиссаров Я.С., Левин Л.Б., Раздин А.Е., Чурсин В.И. Автоматизированное управление экспериментальными исследованиями на солнечной электростанции. // «Изв. вузов. Энерго». – 1987.- № 6. – С.50-52
- [5] Ibrahim M. A., A simplified sun tracker for residential applications // Second Arab Int. Solar Energy Con, on Solar Energy Prospects in the Arab World; -Bahrain, 1986, february. –P.324-328.
- [6] Joseph J. Michalsky The Astronomical Almanac's Algorithm For Approximate Solar Position (1950-2050) Solar Energy. -1988.- Vol. 40, №3. - P. 227-235.
- [7] Абдурахманов А.А., Сарibaев А.С., Акбаров Р.Ю., Юлдашев А.А. Концентратор бапешного типа на базе гелиостатов большой солнечной печи мощностью 1000 кВт. // Ж. Гелиотехника. – 1999. -№2. -С.64-69.
- [8] Suren Geruni. Solar tracking system with stationary concentrator// World Renewable Engery Congress VIII August 29-September 3, 2004, Denver. -Colorado USA, 2004
- [9] Патент RU2043583 РФ. Устройство для ориентации гелиоустановки / Кузьменко В.В., Долик Ю.С., Кузьменко И.П.; опубл. 1992.
- [10] Н.А.Лакоты. Проектирование следящих систем: физические и методические основы. - М.: Машиностроение, 2004. - 352с.
- [11] Harkonen J. Processing of high efficiency silicon solar cells. Helsinki University of Technology Reports in Electron Physics. – Helsinki, 2001. P.45-51.
- [12] Wurfel P. Phisics of Solar Cells. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, - Weinheim, 2005. P.106-110.

REFERENCES

1. Koyshtiyev T.K., Kuryatov A.I., the Principles of management of experimental SES-5 of optical system//Zh. Geliotekhnika – 1990. - No. 3. - S.28-30.
2. Sibikin Yu. D., Sibikin M. Yu. Nonconventional renewables. - To.: Radio software, 2008. - 338s.
3. Sayeyd B. D. Automatic systems of orientation to the sun of solar power plants: yew. ... Cand.Tech.Sci. - Moscow. 1991. - Page 95-97.
4. Komissarov Ya.S., Levin L.B., Razdin A.E., Chursin V. I. Automated management of pilot studies on a solar power station.//Izv. higher education institutions. "Энерг". – 1987. - No. 6. – S.50-52
- [2] 5.Ibrahim M. A., A simplified sun tracker for residential applications // Second Arab Int. Solar Energy Con, on Solar Energy Prospects in the Arab World; -Bahrain, 1986, february. –P.324-328.
- [3] 6.Joseph J. Michalsky The Astronomical Almanac's Algorithm For Approximate Solar Position (1950-2050) Solar Energy. -1988.- Vol. 40, №3. - P. 227-235.
- [4] 7. Abdurakhmanov A.A. Saribayev A.S. Akbarov R. Yu. Yuldashev A.A. Kонтсентратор of tower type on the basis of heliostats of the 1000 kW big solar furnace. // Zh. Geliotekhnika. – 1999. -№2. - Page 64-69.
- [5] 8.Suren Geruni. Solar tracking system with stationary concentrator// World Renewable Energy Congress VIII August 29-September 3, 2004, Denver. -Colorado USA, 2004
- [6] 9. Patent RU2043583 Russian Federation. The device for orientation Solar power plant / Kuzmenko V. V., Dolik Yu.S. Kuzmenko I.P; опубл. 1992 .
- [7] 10 . N.A.Lakota. Design of watching systems: physical and methodical bases. - M.: Mechanical engineering, 2004. - 352с.
- [8] 11.Harkonen J. Processing of high efficiency silicon solar cells. Helsinki University of Technology Reports in Electron Physics. – Helsinki, 2001. P.45-51.
- [9] 12.Wurfel P. Physics of Solar Cells. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, - Weinheim, 2005. P.106-110.

Ф.А.Сатыбалдиева¹, Р.Н. Бейсембекова², А.С.Сарыбаев, А.Н.Кочерова Экспериментальды гелиокондырғыны автоматты басқару жүйесін бағдарламалық қамтамасыздандыруды әзірлеу

Тірек сөздер: оңтайландыру, автоматтандыру жүйесі, күн сәулесі, қозғалыс, актуатор, тіректі бұру механизм, гелиостат қондырғысы, анду жүйесі,

Абстракт: Мақалада эксперименталді күн қозғалысын андушы гелиоконцентратор қондырғысы, оның негізінде қондырғыны әзірлеу және автоматтандыру жүйесін сипаттау болып табылады. Гелиоконцентратор қондырғысы мен күнді анду жүйесінің механикалық және электрлік бөліктерін инженерлік - нұсқалау әдістері пайдаланылды. Объектінің қозғалысын және оны бағыттау үшін астрономияның теориялық талдау және теңдеулерді қорытындылау әдістері пайдаланылған гелиоконцентратор қондырғысын бағдарламалы басқаруды жарату және оның негізгі теориялық және практикалық жасау мәселелеріне талдау өткізілді

Гелиоконцентратор қондырғысының тіректі бұру механизмі конструкциясы актуаторды таңдау үшін инженерлік-техникалық есеп өткізілді. Гелиоконцентратор қондырғысының тіректі бұру механизмін бақылау және анду жүйесінің басқару алгоритмдері жасалды. Тіректі бұру механизмін басқару үшін PIC микроконтроллер макеттік платаларында жөндеу және сынақ жұмыстары өткізілді

Параболалық гелиоконцентратор қондырғысын бағдарламалы басқарудың игерілген жүйесі және алынған қозғалыс теңдеулерін гелиотехникалық қондырғыларда пайдалану жұмыстың жаңалығы болып табылады.