

Утверждена распоряжением декана ЭТФ № 1 от 21.01.2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



Работа выполнена в СКБ «Промышленная робототехника»

СОГЛАСОВАНО

Декан ФЭУ

  
\_\_\_\_\_ А.С. Гудим  
(подпись)

« 25 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 20 2 \_\_\_\_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ

Начальник отдела ОПРО

  
\_\_\_\_\_ В.В. Солецкий  
(подпись)

« 25 » \_\_\_\_\_ 05 \_\_\_\_\_ 20 21 \_\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой УИШЦ

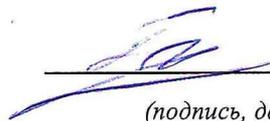
М.А. Горькавый   
\_\_\_\_\_ М.А. Горькавый  
(подпись)

« 2 » \_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_ 20 2 \_\_\_\_\_ г.

**Программа для СППР автоматического ориентирования  
рабочей поверхности солнечного коллектора на источник  
электромагнитного излучения**

**Комплект документации на управляющую программу для  
автоматизированной/роботизированной системы**

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

В.В. Болдырев

Ответственный исполнитель

  
\_\_\_\_\_ (подпись, дата)

Д.М. Грабарь

Комсомольск-на-Амуре 2021

### Карточка проекта

<b>Название</b>	Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения
<b>Тип проекта</b>	Тип проекта: инициативный
<b>Исполнители</b>	Д.М. Грабарь – 8ИНБ-1
<b>Срок реализации</b>	Декабрь, 2020 - март, 2021.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



## **ЗАДАНИЕ** **на разработку**

Выдано студентам: Д.М. Грабарь – 8ИНб-1 \_\_\_\_\_

Название проекта: Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения

Назначение: Программа является составляющей системы помощи принятия решений. Предназначена для обработки данных от распределенной системы измерительных устройств с целью формирования решения, выраженного командой для исполнительного механизма, изменяющего положение рабочей поверхности солнечного коллектора.

Область использования: Применяется в программно-аппаратных комплексах, поддерживающих преобразование энергии через полупроводники в результате фотоэда и шаговые исполнительные механизмы для изменения положения преобразователей.

Функциональное описание управляющей программы:

Программа позволяет: сформировать массив данных, отображающий состояние измерительных устройств; синтезировать управляющий сигнал для исполнительного механизма, основанный на установленном соответствии; выводить рекомендации на естественном языке по изменению положения рабочей поверхности для ориентирования на источник электромагнитного излучения максимальной интенсивности.

Оборудование, для которого разрабатывается программа:

Автоматизированные системы регулирования положения рабочей поверхности солнечного коллектора (системы солнечного трекинга)

Требования:

Тип ЭВМ: IBM PC- совмест. ПК; Arduino – Arduino-совместимые платы

Язык: C++

ОС: Windows, Linux

Объем программы: до 1 гб.

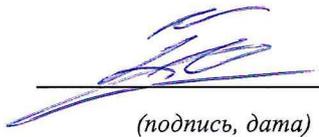
План работ:

Наименование работ	Срок
Изучение ТЗ и его актуализация совместно с руководителем	Декабрь, 2020
Разработка алгоритма программы	Январь, 2021.
Формирование листинга программы	Февраль, 2021.
Тестирование и отладка программы	Март, 2021.

Перечень графического материала:

1. Блок-схема алгоритма
2. Интерфейс программы
3. Трехмерные модели оборудования, для которого разрабатывается программа

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.В. Болдырев

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»



**ПАСПОРТ**  
**Управляющей программы для автоматизированной системы**

**«Программа для СППР автоматического ориентирования  
рабочей поверхности солнечного коллектора на источник  
электромагнитного излучения»**

Руководитель проекта

  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

В.В. Болдырев

Ответственный исполнитель

  
\_\_\_\_\_  
(подпись, дата)

Д.М. Грабарь

Комсомольск-на-Амуре 2021

## Содержание

<u>1</u>	<u>Общие положения</u> .....	8
1.1	<u>Наименование программы</u> .....	8
1.2	<u>Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы</u> .....	8
1.3	<u>Перечень организаций, участвующих в разработке системы</u> .....	8
1.4	<u>Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах</u> .....	9
<u>2</u>	<u>Описание программы</u> .....	10
2.1	<u>Общие сведения</u> .....	10
2.2	<u>Функциональное назначение программы</u> .....	10
2.3	<u>Описание логической структуры</u> .....	10
2.4	<u>Используемые технические средства</u> .....	10
2.5	<u>Вызов и загрузка</u> .....	10
2.6	<u>Входные данные (при наличии)</u> .....	10
2.7	<u>Выходные данные (при наличии)</u> .....	10
<u>3</u>	<u>Руководство оператора</u> .....	12
3.1	<u>Назначение программы;</u> .....	12
3.2	<u>Условия выполнения программы;</u> .....	12
3.3	<u>Выполнение программы;</u> .....	12
3.4	<u>Сообщения оператору</u> .....	12
	<u>ПРИЛОЖЕНИЕ А</u> .....	13
	<u>ПРИЛОЖЕНИЕ Б</u> .....	14

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

## 1 Общие положения

Настоящий паспорт является документом, предназначенным для ознакомления с основной структурой, особенностями и правилами эксплуатации управляющей программы «Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения» (далее «программа»).

Паспорт входит в комплект поставки программы. Перед запуском программы внимательно изучите правила ее эксплуатации.

### 1.1 Наименование программы

Полное наименование программы – «Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения».

### 1.2 Наименования документов, на основании которых ведется проектирование системы

Создание программы «Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения» осуществляется на основании требований и положений следующих документов:

- задание на разработку.

### 1.3 Перечень организаций, участвующих в разработке системы

Заказчиком создания программы «Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения» является Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

«Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (далее заказчик), находящийся по адресу: 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, Ленина пр-кт., д. 27.

Исполнителями работ по созданию программы «Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения» являются Конструкторы студенческого конструкторского бюро (далее СКБ), студенты группы 8ИНб-1, Д.М. Грабарь.

#### **1.4 Сведения об использованных при проектировании нормативно-технических документах**

При проектировании использованы следующие нормативно-технические документы:

ГОСТ 19.001-77. Единая система программной документации (ЕСПД). Общие положения.

ГОСТ 19.701-90. ЕСПД. Схемы алгоритмов, программ, данных и систем. Обозначения условные и правила выполнения

ГОСТ 19.101-77. ЕСПД. Виды программ и программных документов.

ГОСТ 19.102-77. ЕСПД. Стадии разработки.

ГОСТ 19.401-78. ЕСПД. Текст программы. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.402-78. ЕСПД. Описание программы.

ГОСТ 19.404-79. ЕСПД. Пояснительная записка. Требования к содержанию и оформлению.

ГОСТ 19.505-79. ЕСПД. Руководство оператора. Требования к содержанию и оформлению.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

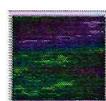
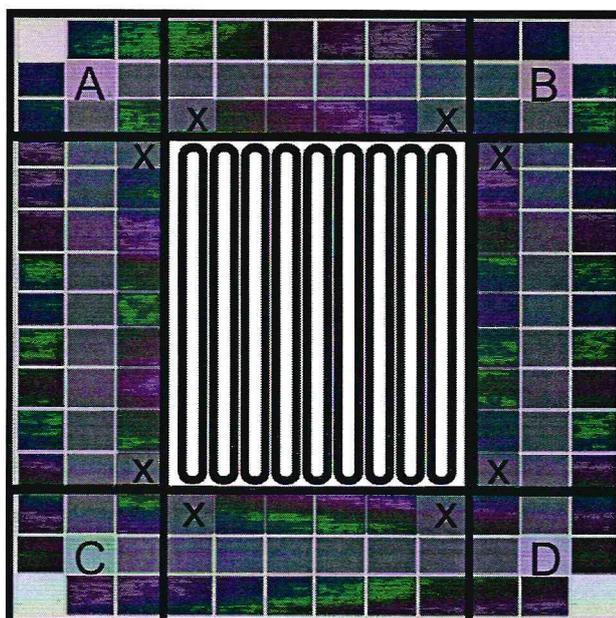
## 2 Описание программы

### 2.1 Общие сведения

Программа предназначена для прошивки Arduino-совместимой платы, рекомендуется использовать официальный мануал arduino при интеграции программы в аппаратную составляющую контроллера.

### 2.2 Функциональное назначение программы

Программа применяется для обработки данных от распределенной системы измерительных устройств с целью формирования решения, выраженного командой для исполнительного механизма, изменяющего положение рабочей поверхности солнечного коллектора. Далее схема приведена расположения датчиков.



- Чувствителен к диапазону 0,3-0,5 мкм



- Чувствителен к диапазону 0,5-1 мкм



- Чувствителен к диапазону 1-2 мкм

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		

## 2.3 Описание логической структуры

Текст программы приведен в Приложении А.

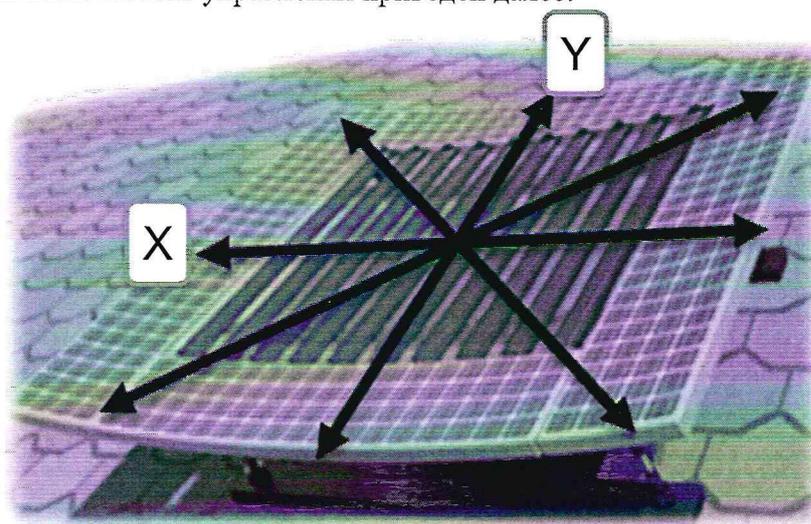
## 2.4 Используемые технические средства

Тип ЭВМ: IBM PC- совмест. ПК; Arduino – Arduino-совместимые платы

Язык: C++

ОС: Windows, Linux

Программа разрабатывается для интеграции в модуль управления на базе Arduino-совместимых плат. Объект управления приведен далее:



Где Y – шаговый исполнительный механизм прямого хода, корректирующий азимутальный угол рабочей поверхности; X – шаговый исполнительный механизм прямого хода, корректирующий зенитный угол рабочей поверхности.

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		



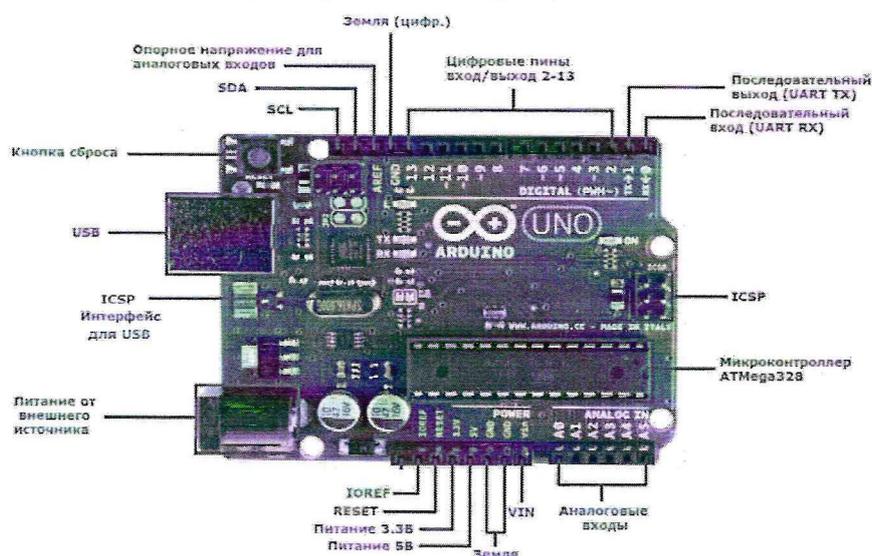
### 3 Руководство оператора

#### 3.1 Назначение программы;

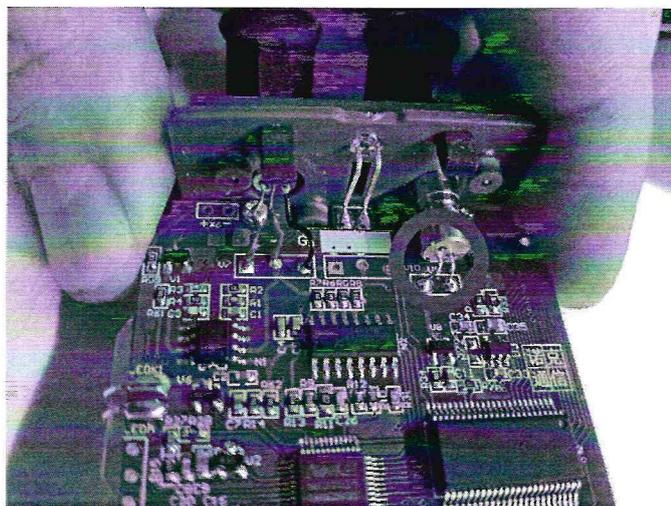
Результат выполнения программы приведен в Приложении Б.

#### 3.2 Условия выполнения программы;

Программа должна быть прошита в микроконтроллер на базе Arduino-совместимой платы. Пример платы на рисунке далее:



К цифровым пирам должны быть подключены фото модули типа InGaAs фотодиоды, серии IG22, диапазон: 500-2200 нм (1450). Контакт фотодиода на рисунке далее.







```

    pinMode(pins[i][j], OUTPUT);
    /*while (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("SD card init failed!");
    }
    Serial.println("SD card initialized.");*/
    File died_file = SD.open("died.txt", FILE_WRITE);
    // Check if the
    if (!died_file.available()) {
    died_file.write('f');
    } else {
    char data = died_file.read();
    based_on_file = data == 't';
    }
    died_file.close();
}
void loop() {

    // Serial.print("");
    // Serial.print("");
    // Read all values
    for (int i = 0; i < 4; i++)
    for (int j = 0; j < 4; j++)
        vals[i][j] = ReadValue(pins[i][j]);
    // Обновление таймеров легированного полупроводника
    // If the peroxide is dead wait for 10 seconds to verify.
    if (!based_on_file || millis() > per_timer_max) {
        UpdateTimer(L);
        UpdateTimer(R);
        UpdateTimer(U);
        UpdateTimer(D);
    }
    /*
    // Check if there are dead peroxides.
    if (per_is_dead[0] == true || per_is_dead[1] == true || per_is_dead[2] == true || per_is_dead[3] == true) {
    died_file = SD.open("died.txt", FILE_WRITE);
    died_file.write('t');
    died_file.close();
    based_on_file = true;
    } else {
    died_file = SD.open("died.txt", FILE_WRITE);
    died_file.write('f');
    died_file.close();
    based_on_file = false;
    }
    */
    //if (based_on_file && millis() - last_access >= 1000) {
    if (false) {
    // Check line count
    data = SD.open("datas.txt", FILE_READ);
    int line_count = 0;
    while (data.available()) {
    data.readStringUntil('\n');
    line_count++;
    }
    if (line_count < 24 * 60 * 60) {
    Serial.println("Not enough data!");
    } else {
    data.seek(0);
    for (int i = 0; i < currentSecond * 2; i++) {
    if (!data.available()) data.println(0);
    else data.readStringUntil('\n');
    }
    }
    }
}

```

						СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.			



```

    }
    data.println(pos[0]);
    data.println(pos[1]);
    data.close();
  }
}
Serial.println("");
delay(200);
}
int ReadValue(int pin) {
  int value = analogRead(pin);
  return (value / 204.6 > pin_value_min) ? 1 : 0;
}
// Return current index of element from left or right turn array
int GetArrayIndex() {
  return
    128 * (vals[L][RED ] > 0 ? 1 : 0) +
    64 * (vals[L][BLUE] > 0 ? 1 : 0) +
    32 * (vals[R][RED ] > 0 ? 1 : 0) +
    16 * (vals[R][BLUE] > 0 ? 1 : 0) +
    8 * (vals[U][RED ] > 0 ? 1 : 0) +
    4 * (vals[U][BLUE] > 0 ? 1 : 0) +
    2 * (vals[D][RED ] > 0 ? 1 : 0) +
    1 * (vals[D][BLUE] > 0 ? 1 : 0);
}
String GetLabelIndex() {
  return
    (String)
    (vals[L][RED ] > 0 ? "1" : "0") +
    (vals[L][BLUE] > 0 ? "1" : "0") +
    (vals[R][RED ] > 0 ? "1" : "0") +
    (vals[R][BLUE] > 0 ? "1" : "0") +
    (vals[U][RED ] > 0 ? "1" : "0") +
    (vals[U][BLUE] > 0 ? "1" : "0") +
    (vals[D][RED ] > 0 ? "1" : "0") +
    (vals[D][BLUE] > 0 ? "1" : "0");
}
int get_direction(String current, bool is_left_right) {
  for (int i = 0; i < 48; i++)
    if (current == UT[i])
      return is_left_right ? LT[i] : RT[i];
  return 0;
}
int get_direction_deprecated2(int L_, int R_, bool is_left_right) {
  if (is_left_right) return LT[GetArrayIndex()];
  return RT[GetArrayIndex()];
}
int get_direction_deprecated(int L, int R) {
  // 1
  // Двигаемся влево, если слева есть зеленый, но нет красного, и справа красный
  // Двигаемся вправо, если справа есть зеленый, но нет красного, и слева красный
  if (vals[L][RED] == 0 && vals[L][GREEN] > 0 && vals[R][RED] > 0)
    return -1;
  if (vals[R][RED] == 0 && vals[R][GREEN] > 0 && vals[L][RED] > 0)
    return 1;
  // 2 - Проверка только на зеленый спектр
  if (vals[L][GREEN] != vals[R][GREEN])
    return (vals[L][GREEN] > vals[R][GREEN]) ? 1 : -1;
  // 3
  //int left_value = vals[L][RED] + vals[L][YELLOW];
  //int right_value = vals[R][RED] + vals[R][YELLOW];
  //if (left_value > right_value)

```

						СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.			

```

// return 1;
//if (left_value > right_value)
// return -1;
//left_value = vals[L][RED] + vals[L][YELLOW] + vals[L][BLUE] + vals[L][GREEN];
//right_value = vals[L][RED] + vals[L][YELLOW] + vals[L][BLUE] + vals[L][GREEN];
//if (left_value > right_value)
// return -1;
//if (left_value > right_value)
// return 1;
return 0;
}
int UpdateTimer(int index) {
if (vals[index][RED] > 0) {
per_timer[index] = 0;
per_is_dead[index] = false;
}
else if (vals[index][RED] == 0 && vals[index][BLUE] > 0 && ++per_timer[index] >= per_timer_max) {
per_is_dead[index] = true;
}
}
}

```

					СКБЭТФ.2.ИП.010000ИЛ	Лист
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		

# ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(информационное)

## Результаты выполнения программы

```
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW255 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW256 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW257 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW258 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW259 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW260 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW261 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW262 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW263 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW264 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW265 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW266 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW267 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW268 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW269 I0}[00000000] - -
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW270 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW271 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW272 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW273 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW274 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW275 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW276 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW277 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW278 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW279 I0}[00000000] - -
10000000000000000000{I=8}[0000]{ROW280 I128}[10000000] RIGHT 3 DOWN 1
```

Рисунок Б1 – Результат выполнения программы

```
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW647 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW648 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW649 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW650 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW651 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW652 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW653 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW654 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW655 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW656 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW657 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW658 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW659 I0}[00000000] - -
00000000000000000000{I=-1}[0000]{ROW660 I0}[00000000] - -
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW661 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW662 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW663 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW664 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW665 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW666 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW667 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW668 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW669 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW670 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW671 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
00100000000000000000{I=15}[0000]{ROW672 I64}[01000000] LEFT 3 DOWN 1
```

Рисунок Б2 – Результат выполнения программы

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФЭУ

  
\_\_\_\_\_ А.С. Гудим  
(подпись)

« 2 » \_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_ 20 2 \_\_\_\_\_ г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой УИПП

  
\_\_\_\_\_ М.А. Горькавый  
(подпись)

« 24 » \_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_ 20 2 \_\_\_\_\_ г.

**АКТ**

**о приемке в эксплуатацию управляющей программы для  
автоматизированной/роботизированной системы**

**«Программа для СПР автоматического ориентирования  
рабочей поверхности солнечного коллектора на источник  
электромагнитного излучения»**

г. Комсомольск-на-Амуре

« 2 » \_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_ 20 2 \_\_\_\_\_ г.

Комиссия в составе представителей:

заказчика

- *С.И. Сухоруков* – руководитель СКБ,
- *М.А. Горькавый* – Заведующий кафедрой УИПП,
- *А.С. Гудим* – Декана ФЭУ,
- *В.В. Болдырев* – Руководитель проекта

исполнителя

- *Д.М. Грабарь* – 8ИНБ-1

составила акт о нижеследующем:

«Исполнитель» передает управляющую программу для автоматизированной/роботизированной системы «Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения», в составе:

Программное обеспечение:

- Текст управляющей программы

Эксплуатационная документация:

- Паспорт управляющей программы для автоматизированной/роботизированной системы

Управляющая программа для автоматизированной/роботизированной системы «Программа для СППР автоматического ориентирования рабочей поверхности солнечного коллектора на источник электромагнитного излучения» прошла апробацию с « 2 » \_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_ по « 2 » \_\_\_\_\_ 0 \_\_\_\_\_ 20\_\_2\_\_ г. и признана годной к эксплуатации. Были протестированы все режимы функционирования, отказы системы, а также аварийные отключения по вине системы не наблюдались.

Руководитель проекта СКБ



/ С.И. Сухоруков /

Ответственный исполнитель



/ Д.М. Грабарь /

