

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2758783

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Даниель Герра Диас (RU), Яковлева Эмилия Владимировна (RU)*

Заявка № 2021106707

Приоритет изобретения 15 апреля 2021 г.

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 01 ноября 2021 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 15 апреля 2041 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H02S 20/32 (2021.08); H02S 40/36 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021106707, 15.04.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
15.04.2021

Дата регистрации:
01.11.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.04.2021

(45) Опубликовано: 01.11.2021 Бюл. № 31

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Даниель Герра Диас (RU),
Яковлева Эмилия Владимировна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования «Санкт-Петербургский горный
университет» (RU)

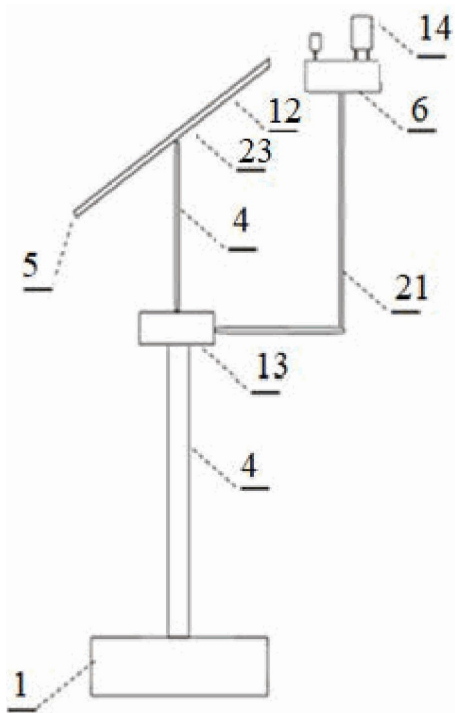
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 292052 A1, 06.01.1971. SU 868697
A1, 30.09.1981. US 7202457 B2, 10.04.2007. SU
205912 A1, 02.12.1967.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области солнечной энергетики, в частности к системам слежения за солнцем. Изобретение можно использовать для увеличения захвата солнечных лучей, увеличения энергии, вырабатываемой этими системами, и повышения их эффективности. Техническим результатом является повышение эффективности преобразования солнечной энергии в

электрическую энергию. Устройство позволяет оценить в конкретных климатических условиях региона работу и эффективность систем слежения за солнцем по сравнению со стационарными системами, поскольку они увеличивают производство электроэнергии на 30-40% по сравнению со стационарными системами. 5 ил., 1 табл.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
H02S 20/32 (2021.08); H02S 40/36 (2021.08)

(21)(22) Application: **2021106707, 15.04.2021**

(24) Effective date for property rights:
15.04.2021

Registration date:
01.11.2021

Priority:

(22) Date of filing: **15.04.2021**

(45) Date of publication: **01.11.2021 Bull. № 31**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet",
Patentno-litsenziionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Daniel Gerra Dias (RU),
Iakovleva Emilia Vladimirovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet» (RU)**

(54) **DEVICE FOR EXAMING SYSTEMS FOR TRACKING OF THE SUN**

(57) Abstract:

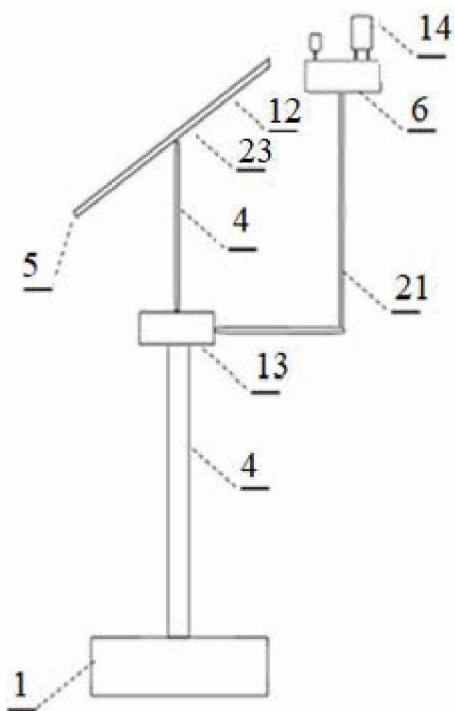
FIELD: solar energy.

SUBSTANCE: invention relates to the field of solar energy, in particular to examine systems for tracking the sun. The invention can be used to increase the capture of sun rays, increase the energy generated by these systems, and increase their efficiency. The device makes it possible to evaluate, in specific climatic

conditions of the region, the operation and efficiency of solar tracking systems in comparison with stationary systems, since they increase electricity production by 30-40% compared to stationary systems.

EFFECT: increasing the efficiency of converting solar energy into electrical energy.

1 cl, 5 dwg, 1 tbl



Фиг. 2

Изобретение относится к области солнечной энергетики, в частности к системам слежения за солнцем. Изобретение можно использовать для увеличения захвата солнечных лучей, увеличения энергии, вырабатываемой этими системами, и повышения их эффективности.

5 Известна система солнечного слежения для фотовольтаических панелей (Автор: Рамиро А.Э. и Эрнесто Х. П. из Лаборатория солнечной энергии и Окружающая среда - Факультет физико-математических и естественных наук -U.N.S.L, сентябрь 2018 г. (https://www.researchgate.net/publication/331175353_sistema_de_seguiimiento_solar_para_paneles_fotovolticos), в котором
10 используются датчики света LDR-типа, которые являются аналоговыми датчиками низкой точности, кроме того, в конструкции используется микропроцессор Arduino типа Mega 2650, а также часы реального времени типа DS1307, карта памяти SD для сохранения полученных данных и два серводвигателя. Представленная авторами конструкция рассчитана на работу с двумя разными типами алгоритмов слежения за
15 Солнцем: астрономическим и оптическим, независимо и в комбинации.

Недостатком этой конструкции является использование световых датчиков LDR-типа, которые являются аналоговыми и их диапазон измерения люменов ограничен 10 люксами. Применение таких датчиков выдает очень низкий диапазон измерения солнечного света для алгоритма оптического отслеживания.

20 Известна фотозлектрическая система низкой эффективности с солнечным слежением (Автор: Педро Мануэль Родриго Крус от Национальный технологический институт Мексики, Ноябрь 2016 г) (<http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/590/525>), в котором используется одноосный солнечный трекер, управляемый Arduino.

Предложенная автором конструкция состоит из двух систем: стационарной или
25 фиксированной системы и системы слежения за Солнцем, но с одной осью. Предлагаемая система может перемещаться только по вертикальной оси (тип вертикальной системы слежения за Солнцем). Для управления в системе используется микропроцессор Mega 2650, часы реального времени DS1307, а также датчик тока типа ASC712 для измерения тока солнечной панели, а также линейный привод для движения солнечной панели.

30 Недостатком системы является наличие только одной оси движения, то есть прототип может выполнять слежение за Солнцем только по вертикальной оси. Поэтому данная система обладает более низкой эффективностью по сравнению с системами слежения за Солнцем с двумя осями.

Известно устройство двухосных солнечных трекеров (Автор: Зарин Лопес Милланес,
35 Хаэнский университет, ноябрь 2015 г.) (<http://tauja.ujaen.es/bitstream/10953.1/2293/1/Memoria%20Programa%20Seguidor%20Solar%20Zar%C3%ADn%20L%C3%B3pez%20Millanes.pdf>). Представленный прототип имеет двухосную систему слежения за солнцем (слежение за солнцем по вертикальной и горизонтальной осям), управляемую микропроцессором Arduino UNO, а также датчик солнечного излучения для измерения интенсивности
40 солнечного света.

Система не имеет оптической системы слежения, поэтому система выполняет корректировку слежения за солнцем в неблагоприятных погодных условиях. Недостатком прототипа является то, что пошаговое перемещение шестерен, соединенных с двигателями, в этой экспериментальной схеме осуществляется с угловым
45 смещением 5 градусов. Это негативно сказывается на точность системы.

Техническим результатом является повышение эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую энергию.

Технический результат достигается тем, что в качестве основания, установлена

коробка подключений внутри которой последовательно соединены друг с другом часы, адаптер памяти microSD, модуль связи Wi-Fi, микропроцессор, реле подключения, а сверху закреплена Т-образная опора, на концах верхней поверхности которой с одной стороны установлена солнечная система слежения, которая включает закреплённый датчик напряжения и тока, на котором установлены друг над другом серводвигатели для вертикального и горизонтального поворота, на нем с возможностью поворота установлена солнечная панель малой мощности, по углам которой, установлены высокоточные цифровые датчики света, солнечная стационарная система, которая включает датчик солнечного излучения, который установлен с противоположной стороны от датчика напряжения и тока, на нем установлена опора, на которой жестко закреплена солнечная панель малой мощности, на задней стороне солнечных панелей малой мощности закреплены датчики рабочей температуры и датчик наклона, в центре верхней поверхности Т-образной опоры установлена опора Г-образной формы на ней смонтирована метеорологическая станция, внутри которой установлены датчик температуры окружающей среды, атмосферного давления и относительной влажности и цифровой компас.

Устройство для исследования систем слежения за Солнцем представлено на чертежах:

- фиг. 1 – общий вид устройства;
- фиг. 2 – устройство вид сбоку;
- фиг. 3 – экспериментальный стенд,
- фиг. 4 – блок–схема устройств;
- Фиг. 5 – алгоритм работы устройства, где:
 - 1 – коробка подключений;
 - 2 – система слежения за Солнцем;
 - 3 – стационарная система;
 - 4 – Т-образная опора;
 - 5 – солнечная панель малой мощности;
 - 6 – метеорологическая станция;
 - 7 – датчик солнечного света;
 - 8 – серводвигателей для горизонтального поворота;
 - 9 – серводвигателей для вертикального поворота;
 - 10 – датчик температуры окружающей среды, атмосферного давления и относительной влажности;
 - 11 – высокоточные цифровые датчики света;
 - 12 – датчика рабочей температуры;
 - 13 – датчик напряжения и тока;
 - 14 – датчик солнечного излучения;
 - 15 – часы;
 - 16 – цифровой компас;
 - 17 – адаптер памяти microSD;
 - 18 – модуль связи Wi-Fi;
 - 19 – микропроцессор;
 - 20 – реле подключения;
 - 21 – опора;
 - 22 – внешний источник питания;
 - 23 – датчик наклона.

Устройство для исследования систем слежения за солнцем включает основание в качестве, которого используется коробка подключений 1 (фиг. 1- 3) на которой,

закреплена Т-образная опора 4. Внутри коробки подключений 1 находятся последовательно соединенные друг с другом часы 15, адаптер памяти microSD 17, модуль связи Wi-Fi 18, микропроцессор 19, реле подключения 20 для внешнего источника питания 22.

5 На концах верхней поверхности Т-образной опоры 4 с одной стороны установлена система слежения за Солнцем 2, с другой стороны - стационарная система 3.

Система слежения за Солнцем 2 включает закреплённый датчик напряжения и тока 13, на котором установлены друг над другом серводвигатель для вертикального поворота 9 и серводвигатель для горизонтального поворота 8. На серводвигателе для
10 горизонтального поворота 8 закреплена шаровая опора для крепления солнечной панели малой мощности 5. По углам солнечной панели малой мощности 5 установлены высокоточные цифровые датчики света 11.

Стационарная система 3 состоит из датчика солнечного излучения 14, который установлен с противоположной стороны от датчика напряжения и тока 13. Сверху на
15 датчик солнечного излучения 14 установлена опора 21, на которой закреплена солнечная панель малой мощности 5, в центре на задней поверхности установлен датчик наклона 23.

В центре верхней поверхности Т-образной опоры 4 установлена опора 21 Г-образной формы на которой смонтирована метеорологическая станция 6, внутри которой
20 находятся датчик температуры окружающей среды, атмосферного давления и относительной влажности 10 и цифровой компас 16.

На задней стороне солнечных панелей малой мощности 5 закреплены датчики рабочей температуры 12.

Характеристики датчиков, которые установлены в устройство для исследования
25 систем слежения за солнцем представлены в таблице 1.

Таблица 1 – технические характеристики каждого из электронных компонентов, составляющих экспериментальный дизайн.

Датчики	Технические характеристики	Тип сигнал
30 Датчик температуры окружающей среды, атмосферного давления и относительной влажности (BME280).	Температура: +/- 1С° Влажность: +/- 3% Давление: +/- 1 гПа.	цифровой
Высокоточные цифровые датчики света (BH1750FVI)	Диапазон Люмен: от -1 до -65535 люкс (16 бит).	цифровой
датчика рабочей температуры (DS18D20).	Диапазон температур: от -55 до 125 °С (12 бит).	цифровой
35 Датчик напряжения и тока (INA226).	Диапазон напряжения и тока: от 0 до 30 В и от 0 до 3 А.	цифровой
Датчик солнечного излучения (PYR20).	Диапазон солнечного излучения: от 0 до 2000 Вт / м ²	аналогичный
Часы (DS1307) и Цифровой компас (HMC5883L).	Диапазон входного напряжения: от 4,5 до 5,5 В постоянного тока. Магнитометр, компас, 3-осевой цифровой компас (+/- 8 Гаусс во всем диапазоне)	цифровой
40 Адаптер памяти microSD	---	цифровой
Модуль связи Wi-Fi (ESP8266)	IEEE 802.11 b/g/n Wi-Fi (32 бит)	цифровой
Серводвигатели (ES08MAII)	Скорость работы: 0,12 сек / 60 градусов	аналогичный
45 Микропроцессор (МЕГА 2650)	Ядро: 8-битный AVR. Тактовая частота: 16 МГц Объём Flash-памяти: 256 КБ (8 КБ занимает загрузчик) Объём SRAM-памяти: 32 КБ Объём EEPROM-памяти: 4 КБ, Портов ввода-вывода всего: 54, Портов с АЦП: 16.	цифровой
Реле подключения	Напряжение: 5 В.	аналогичный
Внешний источник питания	Диапазон входного напряжения: 0-30 В, 1,5 А	аналогичный
Солнечные панели 2 (CNC85X115-18).	Диапазон входного напряжения: 0-18 В, 0,1 А	аналогичный

Устройство для исследования систем слежения за солнцем работает следующим образом. Внешний источник питания 22 (фиг. 1,2,4) через разъем в коробке подключений 1 передает энергию реле подключения 20, а от неё к микропроцессору 19.

5 Микропроцессор 19 выполняет коды инициации, затем считывает полученные значения с датчика солнечного света 7, датчика температуры окружающей среды, атмосферного давления и относительной влажности 10, датчика рабочей температуры 12, датчика напряжения и тока 13, датчика солнечного излучения 14, часов 15 и цифрового компаса 16. После подтверждения об отсутствии ошибок измерения или неисправностей датчиков информация сохраняется в памяти microSD 17. После считывания данных с датчиков
10 микропроцессор 19 выполняет коды для отслеживания положения Солнца, используя уравнения, после вычисления горизонтальных и вертикальных углов солнечного пути, эти угловые значения корректируются с помощью датчиков света 7. Датчики света 7 определяют среднее значение максимальной интенсивности света, расположенной в этой точке, значения углов поворота для серводвигателя для горизонтального поворота
15 8 и серводвигателя для вертикального поворота 9. Серводвигатель для горизонтального поворота 8 и серводвигатель для вертикального поворота 9 поворачивают солнечную панель малой мощности 5 под рассчитанными вертикальными и горизонтальными углами. Модуль связи Wi-Fi 18 передает данные на компьютер для их просмотра. Время для контроля и управления системой определяется часами 15. На фиг. 5 показан
20 алгоритм работы системы.

Стационарная система экспериментальной модели образована высокоэффективным аморфным солнечным модулем 5. Угол наклона солнечного модуля определяется углом географической широты согласно расчетным формулам или по справочным данным для региона, где будет проводиться исследование стационарных солнечных
25 энергетических систем. После определения угла наклона модуля оператор вручную выставляет угол наклона панели и с помощью датчика наклона можно определить, находится ли солнечная панель в правильном положении 23. На обратной стороне солнечного модуля находится датчик температуры 12 для измерения рабочей температуры солнечного модуля.

30 Данные о температуре и угле наклона, полученные с помощью датчика температуры 12 и датчика наклона 23, передаются на микропроцессор 19 для последующей записи в адаптере памяти microSD 17.

При попадании естественного и/или искусственного света на поверхность солнечного модуля 5 в нем на основании внутреннего фотоэффекта происходит генерация
35 электрической энергии, проявляющиеся силой тока напряжением. Величина тока и напряжения измеряются датчиком напряжения и тока 13. Далее данные передаются на микропроцессор 19 для последующей обработки и проведения анализа эффективности стационарных систем и систем слежения за Солнцем.

Повышение эффективности преобразования солнечной энергии в электрическую
40 энергию достигается за счет реализации одновременно двух систем управления – астрономической и оптической. С помощью датчиков осуществляется позиционирование модуля на максимально яркий объект, положение которого по высоте-азимуту корректируется по рассчитанным уравнениям положения Солнца. Устройство позволяет оценить в конкретных климатических условиях региона работу и эффективность систем
45 слежения за солнцем по сравнению со стационарными системами, поскольку они увеличивают производство электроэнергии на 30-40% по сравнению со стационарными системами.

(57) Формула изобретения

Устройство для исследования систем слежения за Солнцем, включающее основание, опору, серводвигатели для вертикального и горизонтального поворота, отличающееся тем, что в качестве основания установлена коробка подключений, внутри которой последовательно соединены друг с другом часы, адаптер памяти microSD, модуль связи Wi-Fi, микропроцессор, реле подключения, а сверху закреплена Т-образная опора, на концах верхней поверхности которой с одной стороны установлена солнечная система слежения, которая включает закреплённый датчик напряжения и тока, на котором установлены друг над другом серводвигатели для вертикального и горизонтального поворота, на нем с возможностью поворота установлена солнечная панель малой мощности, по углам которой установлены высокоточные цифровые датчики света, солнечная стационарная система, которая включает датчик солнечного излучения, который установлен с противоположной стороны от датчика напряжения и тока, на нем установлена опора, на которой жестко закреплена солнечная панель малой мощности, на задней стороне солнечных панелей малой мощности закреплены датчики рабочей температуры и датчик наклона, в центре верхней поверхности Т-образной опоры установлена опора Г-образной формы, на ней смонтирована метеорологическая станция, внутри которой установлены датчик температуры окружающей среды, атмосферного давления и относительной влажности и цифровой компас.

25

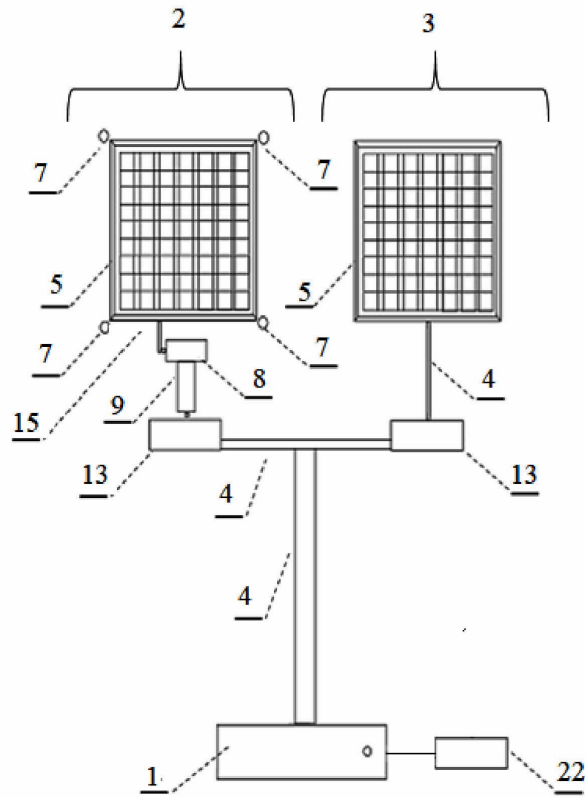
30

35

40

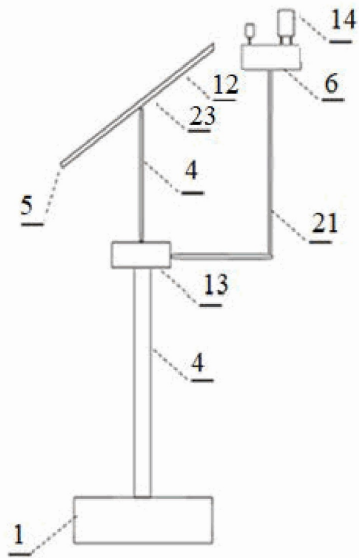
45

1

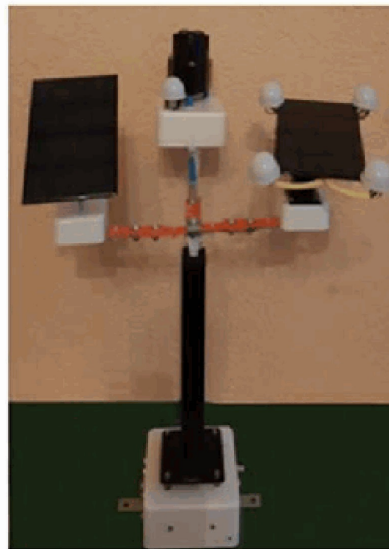


Фиг. 1

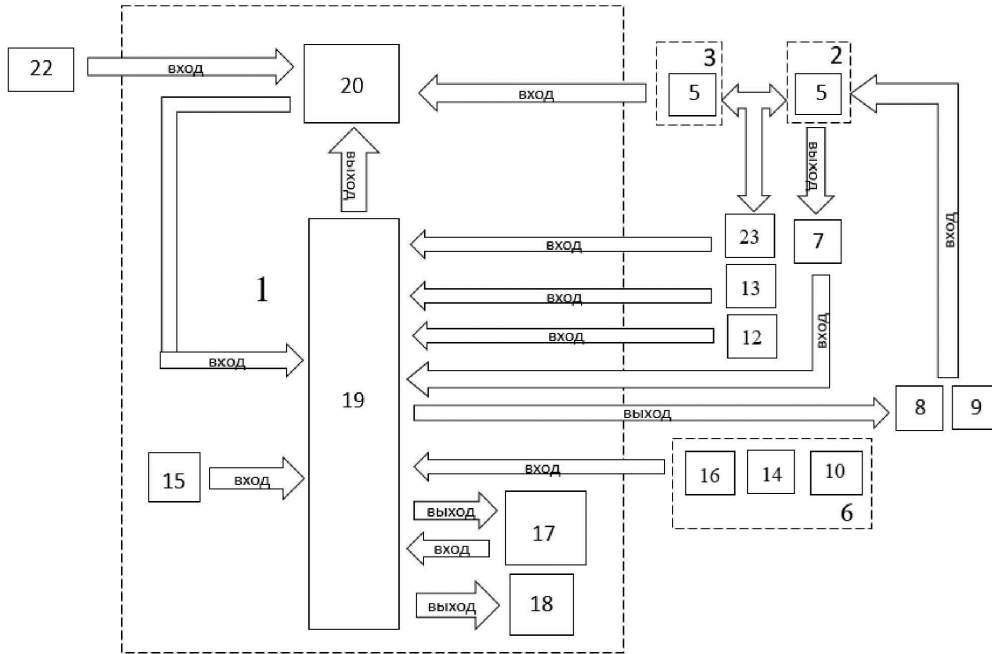
2



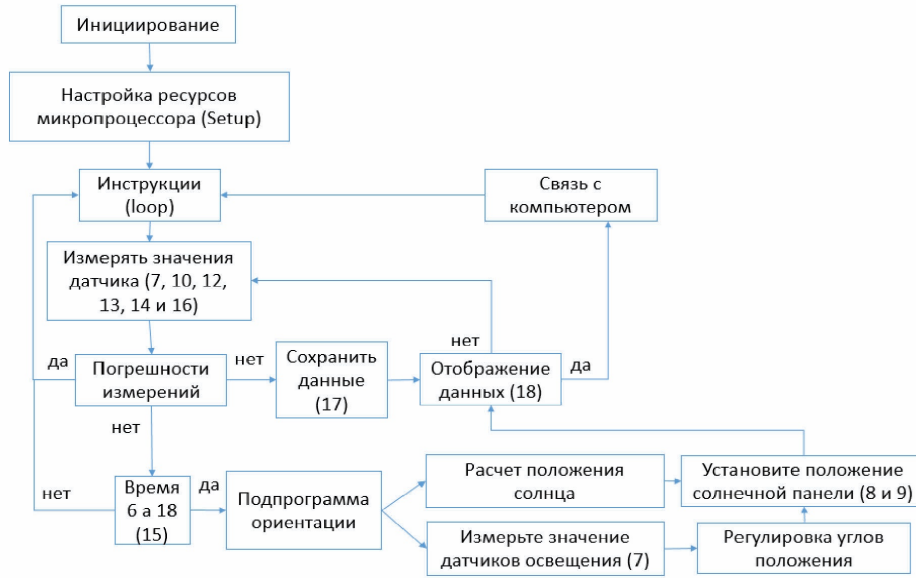
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5