

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **017116**(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2012.09.28

(51) Int. Cl. **B64D 25/20** (2006.01)
G01S 19/17 (2010.01)

(21) Номер заявки
201001156

(22) Дата подачи заявки
2010.06.28

(54) АВАРИЙНАЯ СИСТЕМА ПОИСКА ОТЦЕПЛЕННЫХ ПАРАШЮТОВ

(31) а 2010 0043

(32) 2010.03.16

(33) MD

(43) 2011.10.31

(96) EA/MDa20100004 (MD) 2010.06.28

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
**МОРАРУ ЕУЖЕН; НИКОЛАЙЧУК
ОЛЕГ (MD)**

(74) Представитель:
Параска Д. (MD)

(56) RU-C1-2355603
US-H-1560
RU-U1-39963
US-A1-20040113794

(57) Аварийная система поиска отцепленных парашютов разработана с целью автоматического определения факта отцепки и автоматизации поиска, повышения точности поиска, снижения аппаратных затрат системы, энергопотребления, емкости, габаритов и веса. Аварийная система поиска отцепленных парашютов содержит три устройства: устройство радиобуя, расположенное в шарике вытяжного парашюта - "медузы"; устройство автоматического запуска, закрепленное на внутренней стороне лямки ранца парашюта под "подушкой" устройства отцепки, при этом на "подушке" закреплена гибкая намагниченная лента; поисковое устройство, соединенное с малогабаритным носимым персональным компьютером, оснащенный встроенным GPS приемником. Устройство радиобуя содержит активную GPS антенну, GPS приемник, микроконтроллер, контроллер питания, аккумуляторную батарею, причем выход активной GPS антенны соединен со входом GPS приемника, а его выход со входом микроконтроллера, один из выходов которого соединен с входом контроллера питания, второй вход которого соединен с выходом аккумуляторной батареи, а выходы которого соединены со всеми узлами устройства, в устройство радиобуя дополнительно введены аналого-цифровой преобразователь, энергонезависимая память, интерфейс USB, кнопка запуска, таймер реального времени, цифровой ISM передатчик, ненаправленная ISM антенна, причем еще один выход аккумуляторной батареи соединен со входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен со вторым выходом микроконтроллера, входы/выходы которого соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой памяти, интерфейса USB, таймера реального времени, цифрового ISM передатчика, выход которого соединен с ненаправленной ISM антенной, причем еще один выход аккумуляторной батареи соединен со входом приемника GPS, а еще два входа контроллера питания соединены с выходами USB интерфейса и кнопки запуска. Устройство автоматического запуска содержит микроконтроллер, контроллер питания, аккумуляторную батарею, аналого-цифровой преобразователь, энергонезависимую память, интерфейс USB, таймер реального времени, передатчик ISM диапазона, ненаправленную ISM антенну, кнопку запуска, магнитный датчик и два светодиода, причем входы/выходы микроконтроллера соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой памяти, интерфейса USB, таймера реального времени и передатчика ISM диапазона, выход которого соединен с ненаправленной ISM антенной, другие выходы микроконтроллера соединены со входами первого и второго светодиодов и контроллера питания, другие входы которого соединены с выходами интерфейса USB, кнопки запуска, магнитного датчика, входы/выходы контроллера питания соединены с аккумуляторной батареей, выход которой также соединен со входом аналого-цифрового преобразователя, а его выход с еще одним входом микроконтроллера, причем выходы контроллера питания соединены со всеми узлами устройства. Поисковое устройство содержит микроконтроллер, интерфейс USB, передатчик ISM диапазона, направленную антенну ISM диапазона и контроллер питания, причем входы/выходы микроконтроллера соединены с соответствующими входами/выходами интерфейса USB и передатчика ISM диапазона, выход которого соединен с направленной антенной ISM диапазона, выходы микроконтроллера и интерфейса USB соединены со входами контроллера питания, выводы которого соединены со всеми узлами устройства.

017116 B1

017116 B1

Изобретение относится к спортивной авиационной технике, в частности к системам поиска отцепленных парашютов. При прыжках с парашютом довольно часто происходит потеря отцепленного основного парашюта. Отцепка основного парашюта может произойти по различным причинам, например, при неправильной укладке, из-за износа некоторых частей парашютной системы, при неправильных действиях парашютиста в воздухе (например, при столкновениях парашютистов и т.п.). При этом основной парашют имеет достаточно большую стоимость и требует длительного времени изготовления.

Известны системы поиска и спасения аварийных летательных аппаратов (ЛА) или их частей, например катапультных кресел, похожие на системы поиска отцепленных парашютов. Такие системы, как правило, представляют собой сложные комплексы организационных и коммуникационных структур, обеспечивающих решение задач на всех этапах проведения операций по поиску и спасению, от передачи информации от потерпевших бедствие до планирования и проведения спасательных операций.

Обычно операция по поиску начинается после установления факта аварии. В зависимости от назначения системы поиска и особенностей объекта поиска факт аварии может быть активизирован, например, при получении сигнала бедствия от экипажа, пропадании ЛА с экрана радара, не выхода объекта на связь в течение определенного времени, по ручному или автоматическому сигналу парашютиста или катапультного кресла [1-3]. После установления факта аварии необходимо определить местоположение объекта поиска с точностью, достаточной для эффективной работы спасательных групп.

Как правило, объект поиска снабжается одной из разновидностей радиобуя, например, как описано в [4,5], посылающего постоянные или периодические радиосигналы.

В простейших случаях местоположение объекта поиска определяется с помощью известных методов радиопеленгации. Например, поисковая группа снабжается высокочувствительным радиоприемником с остронаправленной антенной. При точной ориентации антенны на радиобуй объекта поиска высокочувствительный радиоприемник поисковой группы регистрирует максимальный уровень сигнала. Таким образом, поворачивая антенну до тех пор, пока будет зафиксирован максимум сигнала, можно более-менее точно определить направление (азимут) на объект поиска. Такие же системы используются и в спортивном радиоориентировании, например в спортивной игре "Охота на лис" [6, 7]. Недостатком такого способа поиска является его невысокая точность, а также недостаточная информация о месте расположения объекта поиска, расстоянии до него, вариантах оптимального подхода к точке расположения объекта поиска (наличии естественных или искусственных препятствий: речки, болота, овраги, строения и т.п.).

В более серьезных системах поиска аппаратура позволяет определить точные координаты объекта поиска, показать карту местности, а также возможные пути подхода к объекту.

Следует отметить, что в зависимости от характеристик объекта поиска, его веса и размеров, а также местности, на которой проводится поиск (например, объект поиска находится на водной поверхности, на ровной степной поверхности или сильно пересеченной местности), сильно отличаются и характеристики поисковых систем. Очевидно, что основными характеристиками поисковых систем являются: устройства формирования сигнала аварии, устройства включения радиобуя, габариты и вес радиобуя, источники питания радиобуя, антенны радиобуя и поискового прибора, мощности передатчика, характеристики сигнала, продолжительность работы радиобуя, форма представления информации в поисковой системе и т.п.

Рассмотрим известные поисковые системы и оценим возможность их применения в рассматриваемой нами области - системах поиска отцепленных парашютов.

Известны также системы поиска пропавших - потерпевших катастрофу летательных аппаратов, работающих в Международной космической системе обнаружения, терпящих бедствие КОСПАС-САРСАТ, использующие в своей основе аварийный радиобуй "Вешка-Р" [8]. Однако применение данного устройства предполагает наличие в устройстве выброса радиобуя пиротехники, что противоречит требованиям безопасности и резко снижает надежность системы поиска, т.к. легко может привести к сгоранию объекта поиска (нераскрывшегося парашюта).

Известны также аварийно-сигнальные средства, применяемые на гражданских самолетах, например ТУ-154М [9], и входящие в комплект аварийно-спасательного оборудования, используемого в случае вынужденной посадки самолета на сушу или на воду. Это переносные радиомаяки и аварийные радиостанции, размещаемые в гардеробе экипажа. Эти устройства в случае аварии выносятся из судна членами экипажа и запускаются вручную. Они имеют большие габариты и вес, приводятся в действие вручную, что также делает их неприменимыми для поиска парашютов.

Известны, кроме того, и многие другие аварийно-сигнальные и спасательные системы и устройства (АС СССР №№ 431063, 637298, 765113, 988655, 1348256, 1565840, 1506841, 1588636, 1615054, 1643325, 1664653; патенты РФ №№ 200995, 2038259, 2043259, 2051838, 2130874, 2193990, 2240950, 2265557, 2355603; патенты США №№ 3405887, 3621501, 3623681, 3921944, 4889511, 6607166; патенты Великобритании №№ 1145051, 2228458 и другие).

Наиболее близкой к предмету настоящего изобретения является "Аварийно-сигнальная система" [2] (патент РФ №2355603, В64D 25/20, G08B 25/10, 2009).

В состав аварийно-сигнальной системы прототипа входят: радиобуй с парашютом, расположенные в нише хвоста на летательном аппарате, механизм вывода радиобуя из ниши, блок определения экстремальной ситуации, управляющий механизм вывода радиобуя из ниши, при этом радиобуй соединен с конструкцией летательного аппарата буксировочным файлом и снабжен датчиком наличия воды, надутым плавательным средством и устройством расцепления.

Аппаратура радиобуя содержит последовательно включенные приемную антенну GPS, приемник GPS сигналов, микроконтроллер, контроллер электропитания, батарею электропитания, а также последовательно включенные генератор псевдослучайной последовательности (ПСП), сумматор, фазовый манипулятор, амплитудный модулятор, микрофон, первый смеситель, гетеродин, усилитель первой промежуточной частоты, дуплексер, приемно-передающая антенна, усилитель высокой частоты, второй смеситель, усилитель четвертой промежуточной частоты, амплитудный ограничитель, синхронный детектор и громкоговоритель.

Аппаратура обнаружения содержит последовательно включенные задающий генератор, амплитудный модулятор, микрофон, первый смеситель, гетеродин, усилитель третьей промежуточной частоты, дуплексер, приемно-передающая антенна, усилитель высокой частоты, второй смеситель, усилитель второй промежуточной частоты, амплитудный ограничитель, синхронный детектор, громкоговоритель, умножитель фазы на два, первый узкополосный фильтр, делитель фазы на два, второй узкополосный фильтр, фазовый детектор и блок регистрации.

Недостатками системы являются:

- неприспособленность системы к поиску отцепленных парашютов;
- неприспособленность системы к автоматическому определению факта отцепки парашюта;
- избыточность системы (большие аппаратные затраты) за счет наличия речевого канала связи;
- большое энергопотребление за счет постоянного режима работы в состоянии поиска, для обеспечения которого необходимы батареи питания большой емкости и, соответственно, большие габариты и вес.

Целями изобретения являются:

1. Расширение функциональных возможностей за счет обеспечения поиска отцепленных парашютов.
2. Расширение функциональных возможностей за счет обеспечения автоматического режима запуска процесса поиска.
3. Расширение функциональных возможностей за счет повышения точности системы поиска.
4. Расширение функциональных возможностей за счет снижения энергопотребления, веса и габаритов устройств.
5. Снижение аппаратных затрат системы.

Результатом настоящего изобретения является аварийная система поиска отцепленных парашютов, которая обеспечивает автоматическое определение факта отцепки парашюта, передачу этой информации в поисковую группу, точное наведение поисковой группы по карте на место падения отцепленного парашюта и обладает при этом малыми габаритными размерами, весом и низким энергопотреблением, что позволяет ей достаточно долго находиться в рабочем режиме.

Указанный результат достигается тем, что заявляемая система состоит из трех устройств: устройства автоматического запуска, устройства радиобуя и поискового устройства.

Устройство радиобуя с батареей аккумуляторов размещается в шарике (вытяжной ручке) вытяжного парашюта, который парашютисты называют "медузой". Вытяжной парашют - "медуза" укладывается в специальном нижнем кармане ранца, а шарик, прикрепленный к вершине "медузы" специальной матерчатой лентой, висит внизу ранца (фиг. 1). Парашютист выдергивает вытяжной парашют за шарик, который обшивается кожей (фиг. 2). Размер шарика обычно не превышает 50 мм. Поскольку шарик должен быть относительно мягким, в нем между внешней кожаной обшивкой и внутренним жестким корпусом размещается поролоновая прокладка. Диаметр жесткого корпуса радиобуя шарообразной формы - примерно 40 мм. В столь малом объеме должен располагаться собственно радиобуй с батареей аккумуляторов.

Расположение радиобуя именно в этом шарике обусловлено тем, что это, с одной стороны, единственное место, жестко связанное с отцепляемым основным парашютом (медуза отцепляется и улетает вместе с основным парашютом), а с другой стороны, - при таком расположении в конструкцию парашюта не вносятся никаких дополнительных выступающих элементов, которые могут повлиять на безопасность парашютиста.

На фиг. 3 показан схематический разрез радиобуя. В его шарообразном корпусе располагается основная плата с элементами радиобуя 2, к которой крепится GPS приемник 3 и малогабаритная активная GPS антенна 4, на основной плате закреплена кнопка включения 5, направленная вверх, и USB разъем 6, направленный вниз. С другой стороны основной платы 2 располагается пространство, в котором размещается аккумуляторная батарея 13. Жесткий корпус радиобуя охватывается специальной матерчатой лентой так, что она свободно обхватывает кнопку 5 и свисает вниз. Свисающие вниз концы ленты на расстоянии примерно 10-15 мм крепятся к вершине вытяжного парашюта - "медузы". Сверху жесткий кор-

пус обкладывается поролоном и обшивается кожей 8. Из-под кожаной обшивки вниз свисают только концы ленты, и между ними есть доступ к разъему USB 6.

На фиг. 4 показано место расположения устройства автоматического запуска. Оно размещается в мягком плоском корпусе толщиной несколько миллиметров и располагается с внутренней стороны ляжки ранца в месте расположения «подушки» устройства отцепки. "Подушка" отцепки выполняется из специального мягкого материала и крепится к ляжке сверху с помощью ленты Velcro ("липучки"). На подушку с внутренней стороны крепится полоска гибкого намагниченного материала.

Устройство радиобуя содержит: GPS антенну, GPS приемник, микроконтроллер MCU, контроллер питания, аккумуляторную батарею, энергонезависимую Flash память данных, интерфейс USB, кнопку запуска, таймер реального времени RTC (Real Time Clock), цифровой передатчик нелицензируемого ISM (Industrial Scientific Medical) диапазона (433 МГц), аналого-цифровой преобразователь ADC (Analog to Digital Converter), ненаправленную антенну ISM (диапазона 433 МГц).

Выход активной GPS антенны соединен со входом приемника GPS, выход которого соединен с одним из входов микроконтроллера MCU, другие входы-выходы которого соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой Flash памяти данных, входами/выходами USB интерфейса, входами/выходами таймера реального времени RTC, входами/выходами цифрового передатчика ISM диапазона, выход микроконтроллера MCU соединен со входом управления контроллера питания, другие входы которого соединены с выходами интерфейса USB и кнопки запуска, а еще одни входы/выходы с входами выходами аккумуляторной батареи, еще два выхода которой соединены соответственно со входом GPS приемника (энергонезависимой памяти данных) и входом аналого-цифрового преобразователя ADC, выход которого соединен со входом микроконтроллера, а выход цифрового передатчика ISM диапазона соединен с ненаправленной антенной ISM диапазона.

При нажатии на кнопку запуска 5 включается контроллер питания, получающий первичные напряжения от аккумуляторной батареи. Оно поступает на один из входов GPS приемника 3 для сохранения служебных данных. Сохраняются сведения о настройке, альманах и эфемериды описаний спутников и т.п. Альманах содержит параметры орбит всех спутников. Каждый спутник передает альманах для всех спутников. Данные альманаха не отличаются большой точностью и действительны несколько месяцев. В свою очередь, данные эфемерид (эфемериса) содержат очень точные корректировки параметров орбит и часов для каждого спутника, что требуется для точного определения координат. Каждый GPS спутник передает только данные своего собственного эфемериса. Эти данные действительны только 30 мин. Спутники передают свой эфемерис каждые 30 с. Эти данные периодически получают GPS приемником со спутников. Данные хранятся в энергонезависимой памяти GPS приемника. Сохранение этих данных путем постоянного питания энергонезависимой памяти GPS приемника существенно повышает среднее быстродействие его работы, т.к. в противном случае приемник должен получать данные при каждом включении. Кроме того, напряжение батареи поступает на вход аналого-цифрового преобразователя, который преобразует напряжение в числовую форму и передает данные в микроконтроллер, который, в свою очередь, может передавать их по ISM радиоканалу в поисковый прибор для принятия решения об изменении частоты обмена данными с целью снижения энергопотребления в процессе поиска. Естественно, что с выходов контроллера питания необходимые напряжения питания поступают на все узлы устройства.

Энергопотребление устройства определяет объем аккумуляторных батарей и их вес. Самым энергопотребляющим элементом устройства радиобуя является GPS приемник с GPS антенной (UP500B фирмы Fastrax). Приемник GPS вместе с активной антенной потребляют примерно 90 мА (при напряжении питания 3,3 В). Еще одним значительным потребителем является ISM передатчик (Si4432 фирмы Silicon Laboratories), который потребляет до 18 мА в режиме приема и до 80 мА в режиме передачи. Остальные элементы устройства, включая микроконтроллер, суммарно потребляют меньше 1 мА. Таким образом, для обеспечения необходимого времени работы устройства - примерно 1 день непрерывной работы (т.е. около 10-12 ч), в условиях малой энергоемкости аккумуляторной батареи, обусловленной малыми размерами аккумуляторов, узлы приходится включать на короткое время и в определенной последовательности.

Таймер реального времени предназначен для счета оставшегося времени работы. Первоначальное время работы устройства после нажатия пусковой кнопки записывается по интерфейсу USB в энергонезависимую Flash память, куда также записывается уникальный (не повторяемый ни в одном другом устройстве) номер, который присваивается устройству при производстве или регистрации и который ассоциируется с конкретным физическим лицом - спортсменом. Отметим, что такой же номер присваивается и устройству автоматического запуска.

Контроллер питания, а вместе с ним и все устройство могут быть полностью выключены через один из управляющих выходов микроконтроллера. Еще один вход контроллера питания соединен с выходом интерфейса USB и используется для заряда аккумуляторной батареи через интерфейс USB.

И так, после нажатия кнопки запуска включается контроллер питания, напряжение питания подается на все узлы устройства и микроконтроллер переводит устройство в режим приема командных фреймов (последовательностей) по каналу ISM. По этому каналу другие устройства системы могут включить

или выключить GPS приемник, запросить или изменить оставшееся время работы устройства, отсчитываемое таймером реального времени, определить параметры батареи и другие технические данные устройства, а также полностью выключить устройство. Если устройство, находящееся в режиме приема, не получит никаких команд от других устройств, то оно выключится через определенное время, которое записано в энергонезависимой Flash памяти. Отметим, что в устройстве применен микроконтроллер C8051F342 фирмы Silicon Laboratories и контроллер питания MAX1674 (фирмы MAXIM). В качестве ненаправленной антенны ISM диапазона использован отрезок провода МГТФ длиной около 170 мм.

Устройство автоматического запуска содержит микроконтроллер MCU, энергонезависимую Flash память данных, интерфейс USB, кнопку запуска, магнитный датчик (геркон), красный и зеленый светодиоды, контроллер питания с аккумуляторной батареей, таймер реального времени RTC, цифровой приемопередатчик ISM диапазона, аналого-цифровой преобразователь ADC и ненаправленную антенну ISM. Входы/выходы микроконтроллера MCU соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой Flash памяти данных, входами/выходами USB интерфейса, входами/выходами таймера реального времени RTC и входами/выходами цифрового приемопередатчика ISM диапазона, один из выходов микроконтроллера MCU соединен со входом управления контроллера питания, другие входы которого соединены с выходами интерфейса USB, что используется для заряда аккумуляторной батареи через интерфейс USB. Еще одни входы/выходы микроконтроллера соединены с входами/выходами аккумуляторной батареи, еще один выход которой соединен со входом аналого-цифрового преобразователя ADC, выход которого соединен со входом микроконтроллера, а выход цифрового приемопередатчика ISM диапазона соединен с ненаправленной антенной ISM диапазона. Еще два выхода контроллера соединены со входами двух светодиодов, красного и зеленого. С выходов контроллера питания необходимые напряжения питания поступают на все узлы устройства.

Устройство автоматического запуска может быть запущено в работу в трех режимах: основном режиме автоматического запуска, тестовом режиме контроля необходимости обязательной переукладки запасного парашюта и режиме сброса счетчика времени необходимости переукладки.

Как уже отмечалось выше, при изготовлении устройства, или при его регистрации в энергонезависимую Flash память данных через интерфейс USB и микроконтроллер с помощью специальной программы, работающей на компьютере - нетбуке (netbook) или ноутбуке (notebook), записывается уникальный индивидуальный номер ID, совпадающий с ID устройства радиобуя. Кроме того, туда же записывается интервал времени в днях, через который необходимо произвести обязательную переукладку запасного парашюта (обычно от 3 до 6 месяцев).

Основной режим запускается в случае, если парашютист дергает за "подушку" (мягкая матерчатая ручка) механизма отцепки. При этом прикрепленная на "подушке" гибкая намагниченная лента удаляется от магнитного датчика 22, который запускает контроллер преобразователя, который вырабатывает все необходимые напряжения для работы устройства. При включении микроконтроллер устройства в первую очередь определяет, сработал магнитный датчик 22 или кнопка 21 при однократном длительном нажатии, или же кнопка 21 при четырех коротких нажатиях. Иными словами, микроконтроллер определяет текущий режим.

Если сработал магнитный датчик, микроконтроллер с помощью аналого-цифрового преобразователя измеряет напряжение батареи и включает на короткий интервал времени один из светодиодов - красный, если напряжение батареи ниже нормы, и зеленый, если напряжение батареи в норме. Эта индикация нужна для определения состояния батареи в режиме предпрыжковой проверки. Далее микроконтроллер формирует фрейм (кодovou последовательность), включающую ID устройства, напряжение батареи и технические характеристики устройства и несколько раз подряд (обычно 5) передает эту последовательность (пакет) с помощью цифрового приемопередатчика ISM диапазона и ненаправленной антенной ISM диапазона, после чего микроконтроллер полностью отключает устройство. Если приемопередатчик в ответ на переданный фрейм получает ответный фрейм, свидетельствующий о том, что отправленный фрейм получен - передача пакета прерывается с целью экономии электроэнергии (т.е. не передается все 5 последовательностей). Максимальный режим передачи полного пакета из 5 последовательностей длится до 10 с, но обычно после передачи 1-2 фреймов приемопередатчик получает ответ и прерывает передачу пакета. В этом случае режим передачи длится 2-4 с, что значительно снижает энергопотребление.

Тестовый режим контроля необходимости обязательной переукладки запасного парашюта запускается при однократном длительном нажатии кнопки, после обнаружения которого микроконтроллер считывает из таймера реального времени значение времени, прошедшего с момента последней переукладки запасного парашюта, и сброса таймера реального времени. Если срок обязательной переукладки еще не наступил - микроконтроллер включает зеленый светодиод, а если до срока осталась одна неделя - включает красный светодиод. После этого устройство отключается.

Режим сброса счетчика времени необходимости обязательной переукладки запускается четырехкратным нажатием кнопки, после обнаружения которого микроконтроллер сбрасывает значения времени в таймере реального времени.

Естественно, что эти два режима носят вспомогательный, сервисный характер.

Устройство поискового прибора содержит микроконтроллер MCU, интерфейс USB, контроллер питания, цифровой приемопередатчик ISM диапазона и направленную антенну ISM диапазона (433 МГц). Микроконтроллер соединен своими входами/выходами с интерфейсом USB и приемопередатчика ISM диапазона, выход которого соединен с направленной антенной ISM диапазона, еще один выход микроконтроллера соединен с входом управления контроллера питания, вход которого соединен с выходом напряжения (линия VBUS) интерфейса USB.

Питание поискового устройства осуществляется от линии питания интерфейса USB, другими словами, от подключенного персонального компьютера, при этом входное напряжение линии VBUS (от 4,2 до 5В) поступает на контроллер питания, где преобразуется в напряжение 3,3В, необходимое для работы приемопередатчика ISM. Команды от персонального компьютера в виде фреймов поступают через интерфейс USB и микроконтроллер в приемопередатчик ISM, и через направленную антенну - в эфир. Полученные приемопередатчиком ответные фреймы передаются обратно в персональный компьютер. Устройство может комплектоваться различными типами направленных антенн ISM диапазона. От их формы и габаритов зависит диаграмма направленности (обычно выбирается около 30°) и коэффициент усиления мощности передатчика и чувствительности приемника (желательно иметь около 4 единиц).

Следует отметить, что поисковое устройство предназначено для работы совместно с современным малогабаритным нетбуком (переносным персональным ноутбуком, оснащенным приемником GPS). На нетбуке устанавливается специальная программа, которая визуализирует на экране спутниковую карту местности, а также может показывать на ней текущее положение самого нетбука (иными словами, поисковой группы) и отцепленного парашюта, рассчитывать и показывать направление (азимут), примерное расстояние и другие необходимые сведения о работе системы, например напряжения питания аккумуляторов радиобуя и автоматического устройства запуска, их индивидуальные номера, информацию о версиях аппаратной и программной реализации и т.п.

Кроме того, специализированная программа может иметь базу данных, в которой хранятся все данные о парашютистах, совершающих прыжки: их фамилии, имена, отчества, адреса и телефоны, количество прыжков, цвета их парашютов и т.п., и самое главное - идентификационные номера их устройств. Эти номера устройств однозначно ассоциируются с соответствующим парашютистом при его начальной регистрации.

Отметим, что аккумуляторные батареи устройств радиобуя и автоматического запуска могут заряжаться через кабель и интерфейс USB персонального компьютера или от распространенного сетевого зарядного устройства с выходным разъемом USB, либо от аналогичного автомобильного устройства. Желательное время заряда - более 4 ч.

Отметим также, что используемый во всех трех устройствах приемопередатчик Si4432 фирмы Silicon Laboratories работает в диапазоне ISM (Industrial Scientific Medical), т.е. не лицензируемом диапазоне 433 МГц при мощности до 100 мВт и не требует получения какого-либо разрешения. При этом он обеспечивает связь устройств на расстоянии до 2 км на поверхности земли и до 6-8 км (в зависимости от погодных условий) - во время полета парашюта.

Изобретение иллюстрируется рядом чертежей.

На фиг. 1 показано место расположения кожаного шарика вытяжного парашюта - "Медузы", внутри которого располагается радиобуй;

на фиг. 2 - кожаный шарик с радиобуем;

на фиг. 3 - схематичный разрез радиобуя;

на фиг. 4 - место расположения устройства автоматического запуска;

на фиг. 5 - структурная схема радиобуя;

на фиг. 6 - структурная схема устройства автоматического запуска;

на фиг. 7 - структурная схема поискового устройства.

Устройство радиобуя, структурная схема которого показана на фиг. 5, содержит GPS активную антенну 4, GPS приемник 3, микроконтроллер MCU 11, контроллер питания 12, аккумуляторную батарею 13, энергонезависимую Flash память данных 10, интерфейс USB 6, кнопку запуска 5, таймер реального времени RTC 14, цифровой приемопередатчик ISM диапазона (433 МГц) 15, аналого-цифровой преобразователь ADC 16, ненаправленную антенну ISM 17.

Выход активной GPS антенны 4 соединен со входом приемника GPS 5, выход которого соединен с одним из входов микроконтроллера MCU 11, другие входы-выходы которого соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой Flash памяти данных 10, входами/выходами USB интерфейса 6, входами/выходами таймера реального времени RTC 14, входами/выходами цифрового приемопередатчика ISM диапазона 15, выход микроконтроллера MCU 11 соединен со входом управления контроллера питания 12, другие входы которого соединены с выходами интерфейса USB 6 и кнопки запуска 5, а еще одни входы/выходы с входами/выходами аккумуляторной батареи 13, еще два выхода которой соединены соответственно со входом GPS приемника (энергозависимой памяти данных) 3 и входом аналого-цифрового преобразователя ADC 16, выход которого соединен со входом микроконтроллера 11, а выход цифрового приемопередатчика ISM диапазона 15 соединен с ненаправленной антенной ISM

диапазона 17.

Устройство автоматического запуска, структурная схема которого показана на фиг. 6, содержит микроконтроллер MCU 18, энергонезависимую Flash память данных 19, интерфейс USB 20, кнопку запуска 21, магнитный датчик (геркон) 22, красный светодиод 23, зеленый светодиод 24, контроллер питания 25, аккумуляторную батарею 26, таймер реального времени RTC 27, цифровой приемопередатчик ISM диапазона 28, аналого-цифровой преобразователь ADC 29, ненаправленную антенну ISM 30.

Входы-выходы микроконтроллера MCU 18 соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой Flash памяти данных 19, входами/выходами USB интерфейса 20, входами/выходами таймера реального времени RTC 27 и входами/выходами цифрового приемопередатчика ISM диапазона 28, один из выходов микроконтроллера MCU 18 соединен со входом управления контроллера питания 25, другие входы которого соединены с выходами интерфейса USB 20 (используется для заряда аккумуляторной батареи 26 через интерфейс USB), кнопки запуска 21 и магнитного датчика (геркона) 22, а еще одни входы/выходы с входами/выходами аккумуляторной батареи 26, еще один выход которой соединен со входом аналого-цифрового преобразователя ADC 29, выход которого соединен со входом микроконтроллера 18, а выход цифрового приемопередатчика ISM диапазона 28 соединен с ненаправленной антенной ISM диапазона 30. Еще два выхода контроллера 18 соединены со входами двух светодиодов, красного 23 и зеленого 24. С выходов контроллера питания 25 необходимые напряжения питания поступают на все узлы устройства.

Устройство поискового прибора, структурная схема которого показана на фиг. 7, содержит микроконтроллер MCU 31, интерфейс USB 32, контроллер питания 33, цифровой приемопередатчик ISM диапазона 34, направленную антенну ISM диапазона (433 МГц) 35.

Микроконтроллер 31 соединен своими входами/выходами с интерфейсом USB 32 и приемопередатчиком ISM диапазона 34, выход которого соединен с направленной антенной ISM диапазона 35, еще один выход микроконтроллера 31 соединен с входом управления контроллера питания 34, вход которого соединен с выходом напряжения (линия VBUS) интерфейса USB 32.

Изобретение (система) в целом работает следующим образом.

При подготовке к прыжкам все аккумуляторные батареи устройств должны быть заряжены, а используемые устройства зарегистрированы в поисковой системе, т.е. их ID ассоциированы с определенным парашютистом.

Вся система может работать в автоматическом и ручном режимах и находиться в состоянии ожидания и поиска.

Режим ожидания означает, что приемопередатчик поискового устройства постоянно работает в режиме приема.

Режим поиска строится на принципах командно-информационных сетей [10], в которых одно из устройств - поисковое, является ведущим, и периодически отправляет адресные команды всем остальным устройствам (радиобуям), а они отвечают на полученные команды только в случае совпадения их собственного уникального индивидуального номера ID с ID, содержащимся в командном фрейме. Такой режим обмена, с одной стороны, позволяет максимально снизить интенсивность обмена, и соответственно - энергопотребления, а с другой стороны, он позволяет одновременно работать одному поисковому устройству с группой парашютистов (т.е. радиобуев).

Обычно система работает в автоматическом режиме, ручной режим предназначен в основном для целей тестирования.

Обычно перед началом прыжков или после запуска программы поисковая система (поисковое устройство, нетбук и специализированная программа) находится в автоматическом режиме в состоянии ожидания, при этом приемопередатчик 34 поискового устройства работает в режиме приема. Само поисковое устройство находится на земле перед руководителем прыжков, рядом с которым находится и поисковая группа.

Парашютист, совершая прыжок, дергает за кожаный шарик вытяжного парашюта - "медузы", в котором находится устройство радиобуя. При натяжении матерчатых лент, за которые шарик крепится к вершине "медузы", они нажимают на кнопку 5 и включают устройство радиобуя. Устройство радиобуя после включения переходит в экономичный режим приема, в котором оно будет находиться заданное при регистрации устройства время, если к нему не поступит никакая команда, изменяющая время работы, т.е. при нормальном завершении прыжка (без отцепки). Обычно это время составляет 20-30 мин. Это время выбирается руководителем прыжков в зависимости от вида прыжков, характера местности и расстояния от места расположения поисковой группы до точки прыжков. Аппаратура позволяет устанавливать это время в диапазоне от 1 до 255 мин. После истечения этого времени устройство радиобуя выключается.

В случае необходимости отцепки основного парашюта - парашютист дергает за "подушку" механизма отцепки, при этом прикрепленный на ней гибкий намагниченный материал запускает в работу устройство автоматического запуска, которое несколько раз сообщает на землю на поисковое устройство информацию о том, что парашют с определенным индивидуальным номером ID отцеплен, а следова-

тельно, ассоциированный с этим ID парашютист отцепил основной парашют. После передачи полного или укороченного (в случае ответа) пакета сообщений - устройство автоматического запуска отключается. Переданная этим устройством информация принимается и устройством радиобуя улетающего отцепленного парашюта, и поисковым устройством. После приема этой информации устройством радиобуя отцепленного парашюта он также дублирует эту информацию в виде пакета ответов. Поисковый прибор отображает на экране поискового нетбука информацию о том, что парашют с определенным ID отцеплен и улетаает, и, соответственно, что ассоциированный с определенным идентификационным номером ID парашютист отцепил основной парашют. Поисковая программа начинает автоматический поиск парашюта с указанным ID номером. Многократные передачи данных об отцепке, сперва от устройства автоматического запуска, а затем - от устройства радиобуя повышают надежность работы системы. Такая сложная схема запуска системы в режим поиска позволяет многократно снизить потребление энергии от аккумуляторов устройств автоматического запуска и радиобуя, и соответственно, обеспечить необходимое время работы (без подзарядки) при минимальных габаритных размерах. Еще в полете отцепленного парашюта поисковое устройство передает команду устройству радиобуя на включение GPS приемника. Это также позволяет повысить надежность определения координат, т.к. в полете условия для определения более подходящие - определенное положение шарика GPS антенной вверх (в сторону спутников) стабилизируется за счет тормозящего эффекта "медузы", а также в полете нет преград, которые могут оказаться на земле (например, густые и мокрые деревья, кусты, устройство может упасть в ямку, щель и т.п.). Поисковый прибор будет периодически запускать GPS приемник радиобуя с целью коррекции текущих координат до тех пор, пока измерение координат в течение минуты не достигнет величины, меньшей, чем точность определения координат GPS приемником (примерно 50 м). При этом считается, что парашют упал и лежит без движения. В случае, если поисковый прибор перемещается вместе с лицами, осуществляющими поиск, на экране поискового нетбука постоянно обновляется карта местности, а также указывается взаимное расположение поискового прибора и парашюта, азимут, расстояние и т.п. В ближней зоне, т.е. в радиусе примерно 50-100 м от падения парашюта, поиск производится и с помощью поворота направленной антенны до получения максимальных значений сигналов приема RSSI (Radio Signal Strength Indicator) в приемном устройстве, и в устройстве радиобуя. Цифровой сигнал RSSI - это оцифрованная амплитуда принятого сигнала. Она свидетельствует об уровне принимаемого сигнала. Сигналы RSSI искомого устройства радиобуя и поискового устройства также отображаются на экране специальной программы поискового нетбука вместе с картой местности. При этом, за счет узкой диаграммы направленности антенны поискового прибора, можно с большой вероятностью сказать, что поисковая группа приближается к упавшему парашюту, если оба сигнала RSSI максимальны. Это проверяется поворотом в стороны направленной антенны поискового прибора. После завершения поиска оператор поискового нетбука должен перейти в состояние конца поиска, при этом отключится питание устройства радиобуя, а поисковое устройство перейдет в режим ожидания. Рабочая программа при соответствующей небольшой доработке может осуществлять одновременный поиск сразу нескольких отцепленных парашютов.

Следует отметить, что в случае, если по какой-то причине GPS приемник устройства радиобуя вообще не смог определить координаты отцепленного парашюта (например, в случае выхода из строя GPS модуля, очень плохих погодных условий, отрицательно сказывающихся на определении координат, падании устройства радиобуя в яму или под густые мокрые деревья и т.п.), возможно осуществлять поиск отцепленного парашюта, ориентируясь только по сигналам RSSI приемопередатчиков, как это делается в спортивных играх "Охота на лис" [6, 7].

В заключение отметим, что система реализована на современных миниатюрных электронных компонентах, при этом устройство радиобуя вместе с аккумуляторной батареей размещается в шарообразном корпусе в диаметре около 40 мм, а устройства автоматического запуска и поисковое устройство имеют размеры около 24×47×5 мм, т.е. значительно меньше стандартного спичечного коробка.

Достоинствами системы являются:

1. Обеспечена возможность поиска отцепленных парашютов.
2. Обеспечен автоматический режим поиска.
3. Повышение точности поиска за счет указания на реальной карте реальных координат радиобуя отцепленного парашюта и поискового прибора, азимута и расстояния, а также RSSI радиобуя и поискового прибора.
4. Достигнуто снижение энергопотребления за счет разнесения функций запуска и собственно радиобуя, а также за счет командно-информационной процедуры обмена данными, импульсного разнесения по времени включения основных потребителей нагрузки и автоматического отключения устройств после завершения выполнения их функций.
5. За счет снижения энергопотребления и оптимизации аппаратных затрат удалось значительно снизить вес и габаритных размеров устройств.

Литература

1. Патент РФ № 2258940 "Спутниковая система для определения местоположения судов и самолё-

тов, потерпевших аварию".

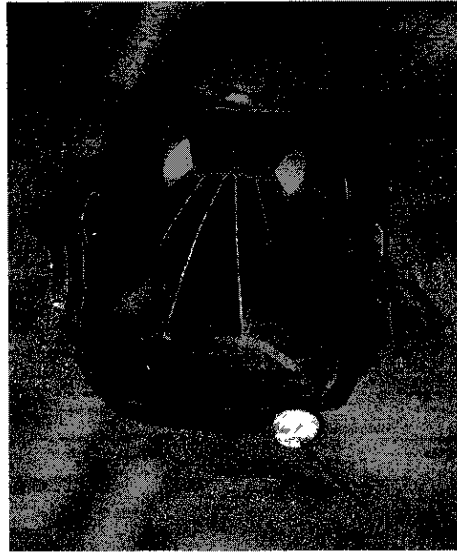
2. Патент РФ № 2355603 "Аварийно-сигнальная система".
3. Патент РФ № 2101217 "Катапультное кресло".
4. Патент РФ № 2282870 "Аварийный радиобуй".
5. Патент РФ № 2240575 "Аварийный радиобуй".
6. Что такое "Охота на лис" <http://www.logovo.info/main.mhtml?Part=4&PubID=45>
7. "Охота на лис" для начинающих <http://r-active.ru/rdf/r-school/0000166.html>
8. Аварийный авиационный катапультируемый радиобуй "Вешка-Р"; Разработчик НИИ точных приборов. М., 1995.
9. "Руководство по технической эксплуатации самолета ТУ-154М", раздел 025.64.00, С.3, 4, издание АНТК им. А.Н.Туполева, 1985.
10. О. Николайчук Современные средства автоматизации (Монография ISBN: 5-98003-287-8) / М.: ООО "СОЛОН", 2006, 256 с.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

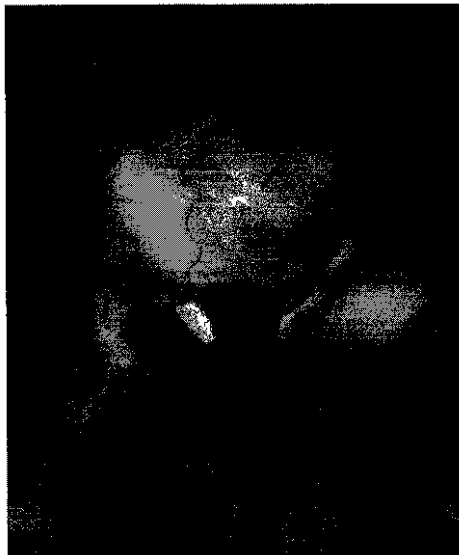
1. Аварийная система поиска отцепленных парашютов, содержащая устройство радиобуя, расположенное в шарике вытяжного парашюта, содержащее активную GPS антенну, GPS приемник, микроконтроллер, контроллер питания и аккумуляторную батарею, причем выход активной GPS антенны соединен со входом GPS приемника, а его выход со входом микроконтроллера, один из выходов которого соединен с входом контроллера питания, второй вход которого соединен с выходом аккумуляторной батареи, а выходы которого соединены со всеми узлами устройства, отличающаяся тем, что в устройство радиобуя дополнительно введены аналого-цифровой преобразователь, энергонезависимая память, интерфейс USB, кнопка запуска, таймер реального времени, цифровой ISM приемопередатчик, ненаправленная ISM антенна, причем еще один выход аккумуляторной батареи соединен с входом аналого-цифрового преобразователя, выход которого соединен с вторым входом микроконтроллера, входы/выходы которого соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой памяти, интерфейса USB, таймера реального времени, цифрового ISM приемопередатчика, выход которого соединен с ненаправленной ISM антенной, причем еще один выход аккумуляторной батареи соединен с входом приемника GPS, а еще два входа контроллера питания соединены с выходами USB интерфейса и кнопки запуска.

2. Система по п.1, отличающаяся тем, что в нее дополнительно введено устройство автоматического запуска, закрепленное на внутренней стороне лямки ранца парашюта под подушкой устройства отцепки, а на подушке закреплена гибкая намагниченная лента, при этом устройство автоматического запуска содержит микроконтроллер, контроллер питания, аккумуляторную батарею, аналого-цифровой преобразователь, энергонезависимую память, интерфейс USB, таймер реального времени, приемопередатчик ISM диапазона, ненаправленную ISM антенну, кнопку запуска, магнитный датчик и два светодиода, причем входы/выходы микроконтроллера соединены с соответствующими входами/выходами энергонезависимой памяти, интерфейса USB, таймера реального времени и приемопередатчика ISM диапазона, выход которого соединен с ненаправленной ISM антенной, другие выходы микроконтроллера соединены с входами первого и второго светодиодов и контроллера питания, другие входы которого соединены с выходами интерфейса USB, кнопки запуска, магнитного датчика, входы/выходы контроллера питания соединены с аккумуляторной батареей, выход которой также соединен с входом аналого-цифрового преобразователя, а его выход с еще одним входом микроконтроллера, причем выходы контроллера питания соединены со всеми узлами устройства.

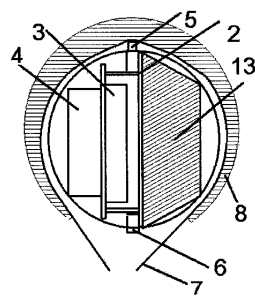
3. Система по п.1, отличающаяся тем, что в нее дополнительно введено поисковое устройство, соединенное с малогабаритным носимым персональным компьютером, оснащенным GPS приемником, причем поисковое устройство содержит микроконтроллер, интерфейс USB, приемопередатчик ISM диапазона, направленную антенну ISM диапазона и контроллер питания, причем входы/выходы микроконтроллера соединены с соответствующими входами/выходами интерфейса USB и приемопередатчика ISM диапазона, выход которого соединен с направленной антенной ISM диапазона, выходы микроконтроллера и интерфейса USB соединены с входами контроллера питания, выходы которого соединены со всеми узлами устройства.



Фиг. 1



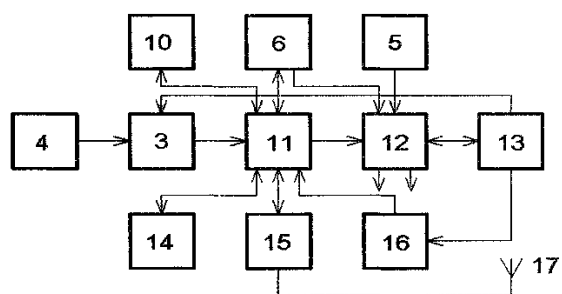
Фиг. 2



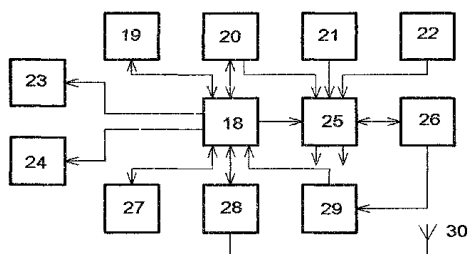
Фиг. 3



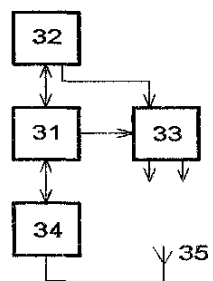
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

