





LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

TM), европейский патент (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**(84) Указанные государства** (если не указано иначе, для каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

**Опубликована:**

— без отчёта о международном поиске и с повторной публикацией по получении отчёта

---

**(57) Реферат:** Способ дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата путем подачи с пульта управляющего сигнала на отклонение органов регулирования высоты в соответствии с заданной траекторией полета состоит в том, что задают предельный нижний уровень высоты полета, в процессе полета осуществляют измерение фактической высоты полета, по результатам измерений вычисляют текущее значение вертикальной составляющей скорости летательного аппарата и знак ее изменения, сравнивают фактическую измеренную высоту с заданным уровнем, и если фактическая высота оказывается меньше заданного уровня, осуществляют корректировку управляющего сигнала для компенсации отклонения высоты от заданного уровня посредством сигнала обратной связи по фактическому значению высоты и текущему значению вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости отрицательный, или только по фактическому значению высоты, если знак изменения скорости положительный, и оставляют управляющий сигнал без изменения в случае, если фактическая высота превышает заданный уровень. Устройство для осуществления способа снабжено датчиком (19) измерения высоты и микропроцессором (16), имеющим средство программного обеспечения.

## **Способ дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата и устройство для его осуществления**

Область техники

Изобретение относится к способам управления беспилотными летательными аппаратами и более точно касается способа дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата, особенно в режимах посадки и полета на сверхмалых высотах, а также касается устройства для осуществления такого способа.

Предшествующий уровень техники

Известен способ дистанционного управления высотой полета беспилотного летательного аппарата, а именно, радиоуправляемой модели, путем подачи оператором, находящимся на земле, с пульта управляющих сигналов на отклонение органов регулирования высоты в соответствии с заданной траекторией полета. Известные устройства для осуществления такого способа включают в себя пульт управления, с помощью которого оператор направляет сигналы управления на приемник, расположенный на борту летательного аппарата. Эти сигналы через блок преобразования поступают на привод органов регулирования высоты. Управление высотой оператор производит основываясь на своем опыте, при этом определение действительной высоты полета модели осуществляется визуально. Наиболее сложными этапами управления являются взлет и заход на посадку. Из-за волнения малоопытные пилоты выполняют слишком резкие маневры на малых высотах у поверхности земли. Несмотря на то, что радиоуправляемые модели обычно находятся в поле зрения оператора, точно определить высоту полета над землей при удалении уже на десятки метров достаточно сложно, ошибочное же определение высоты приводит к жесткой посадке или крушению.

Известен также способ управления беспилотным летательным аппаратом, при котором контроль за положением летательного аппарата осуществляют по изображению, передаваемому с бортовой видеокамеры. Однако и в этом случае также довольно сложно оценить действительную высоту полета, и иногда приходится ориентироваться только по линии горизонта, а такая оценка часто бывает ошибочной. В описанных случаях оператор, управляющий полетом, может следить за направлением полета, оценивать препятствия по направлению движения и корректировать траекторию с учетом этих

препятствий, однако, в случае неверной оценки высоты, времени реакции человека может оказаться недостаточно, чтобы избежать крушения. Способы предупреждения сигналом также, как и способы, требующие переключения режима полета недостаточны, поскольку для быстродвижущихся радиоуправляемых летательных аппаратов требуется более высокая скорость реагирования. Возникает необходимость применения способа управления, при котором реагирование на опасное сближение с землей или иной поверхностью происходит автоматически. При этом возможность управления летательным аппаратом с пульта должна оставаться в любой момент, так как внезапная подмена управления может дезориентировать управляющего. Прибор, который можно разместить на легком беспилотном летательном аппарате должен быть небольших размеров и иметь небольшой вес. Размещение дорогостоящих устройств на малых радиоуправляемых моделях было бы нецелесообразно.

В настоящее время также известны способы и системы автоматического управления полетом и, в частности, посадкой, используемые на пилотируемых летательных аппаратах. Такие электронные бортовые системы анализируют множество факторов и автоматизируют процессы с заранее известным сценарием действий, как, например, посадка с использованием наземных радиомаяков. Эти системы характеризуются высокой сложностью. В частности, в патенте US,A,3447765 описана система автоматического управления посадкой летательного аппарата, осуществляющая изменение сигнала управления полетом относительно продольной оси в соответствии с комбинированным сигналом, учитывающим действительную высоту полета, заданное значение скорости снижения и действительное значение скорости снижения. Данная система является достаточно сложной и, кроме того, приспособлена для установки и обеспечения управления посадкой в автоматическом режиме на пилотируемом летательном аппарате. Для радиоуправляемых моделей такие системы не известны.

#### Раскрытие изобретения

В основу изобретения поставлена задача создать такой способ дистанционного управления высотой полета беспилотного летательного аппарата, в частности радиоуправляемой модели, при котором обеспечивалась бы автоматическая коррекция управляющего сигнала, исключая опасное сближение летательного аппарата с поверхностью земли при полете на сверхнизких высотах, а также создать устройство для осуществления такого способа, которое имело бы небольшие габариты и вес, что

позволило бы устанавливать его на борту беспилотного управляемого летательного аппарата с применением стандартных систем дистанционного управления.

Поставленная задача решается тем, что в способе дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата путем подачи с пульта управляющего сигнала на отклонение органов регулирования высоты в соответствии с заданной траекторией полета, согласно изобретению, задают предельный нижний уровень высоты полета, в процессе полета осуществляют измерение фактической высоты полета, по результатам измерений вычисляют текущее значение вертикальной составляющей скорости летательного аппарата и знак ее изменения, сравнивают фактическую измеренную высоту с заданным уровнем, и если фактическая высота оказывается меньше заданного уровня, осуществляют корректировку управляющего сигнала для компенсации отклонения высоты от заданного уровня посредством сигнала обратной связи по фактическому значению высоты и текущему значению вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости отрицательный, или только по фактическому значению высоты, если знак изменения скорости положительный, и оставляют управляющий сигнал без изменения в случае, если фактическая высота превышает заданный уровень.

В предпочтительном варианте осуществления способа дополнительно задают предварительный нижний уровень, превышающий предельный нижний уровень, и, начиная с этого уровня, ограничивают вертикальную скорость установленным допустимым значением, при котором снижение от предельного нижнего уровня является безопасным.

Возможен вариант, при котором дополнительно устанавливают уровень удерживаемой высоты, ниже предварительного нижнего уровня, и в коридоре высот между предварительным нижним уровнем и уровнем удерживаемой высоты осуществляют корректировку управляющего сигнала для компенсации отклонения высоты от заданного уровня посредством сигнала обратной связи по текущему значению вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости положительный, а на высотах ниже уровня удерживаемой высоты осуществляют корректировку управляющего сигнала для компенсации отклонения высоты от заданного уровня посредством сигнала обратной связи по текущему значению вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости отрицательный. В данном варианте

осуществляется удержание предустановленной высоты полета, что может быть необходимо для выполнения отдельных задач или в демонстративных целях.

Целесообразно управляющий сигнал подавать импульсами, а измерение высоты и вычисление текущего значения вертикальной составляющей скорости осуществлять в интервалах между поступающими импульсами управляющего сигнала.

Возможно полет беспилотного летательного аппарата реализовать посредством компьютерного симулятора, в алгоритм которого внедрены операции вышеописанного способа дистанционного управления высотой полета модели летательного аппарата.

Поставленная задача решается также и тем, что устройство дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата, содержащее установленный на пульте управления передатчик сигналов управления положением органов регулирования высоты модели и расположенный на борту модели приемник сигналов передатчика, связанный выходом с приводом перемещения органов регулирования высоты, согласно изобретению, снабжено, по меньшей мере, одним датчиком измерения высоты и микропроцессором, имеющим средство программного обеспечения, выполненное с возможностью анализа полученных от датчика высоты данных о фактической высоте полета, вычисления по этим данным текущего значения вертикальной составляющей скорости летательного аппарата и знака ее изменения, сравнения фактической высоты полета с заданным предельным нижним значением высоты полета и, если она меньше заданного значения, изменения сигнала управления обратно пропорционально значению высоты полета и вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости отрицательный, и обратно пропорционально только значению высоты, если знак изменения скорости положительный.

Желательно, чтобы на пульте управления было предусмотрено средство изменения заданного значения предельного нижнего уровня высоты полета, заданного допустимого значения скорости снижения от этого уровня или значения коэффициента изменения величины сигнала управления (коэффициента усиления). Изменение значения коэффициента изменения величины сигнала управления, подразумевает изменение степени автоматической реакции исполнительного механизма на изменения вертикальной составляющей скорости или высоты в соответствии с описанным способом управления.

В предпочтительном варианте выполнения микропроцессор расположен на пульте управления, снабженном приемником, а на летательном аппарате имеется передатчик для

передачи данных о высоте полета с бортового датчика измерения высоты.

Возможно, чтобы к выходу микропроцессора был подключен блок управления выпуском шасси и средства включения имеющегося на борту летательного аппарата взлетно-посадочного оборудования.

Возможно, чтобы на летательном аппарате было установлено два или более датчиков высоты. Датчики устанавливаются по противоположным краям летательного аппарата и предназначены для изменения сигнала управления приводами рулей, или двигателей, расположенных с той же стороны, что и датчик, с целью устранить возможный крен относительно поверхности земли.

Целесообразно в качестве датчика измерения высоты полета использовать ультразвуковой датчик высоты.

#### Краткое описание чертежей

В дальнейшем изобретение поясняется описанием конкретных вариантов его осуществления и прилагаемыми чертежами, на которых:

фиг.1 изображает структурную схему реализации способа дистанционного управления высотой полета модели летательного аппарата, согласно изобретению;

фиг.2 - блок-схему устройства дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата, согласно изобретению;

фиг.3 - временную диаграмму работы устройства, представленного на фиг.2;

фиг. 4 – вариант установки датчика высоты на модели вертолета;

фиг. 5 – вариант установки двух датчиков высоты на модели самолета;

фиг. 6 – вариант установки четырех датчиков высоты на модели летательного аппарата с четырьмя несущими винтами.

#### Лучшие варианты осуществления изобретения

На структурной схеме, представленной на фиг.1, позицией 1 обозначена операция подачи оператором с пульта сигнала управления высотой, позицией 2 – поступление сигнала от высотомера, осуществляющего измерение текущего значения высоты полета через фиксированные промежутки времени, позицией 3 – задание предустановленного значения высоты, относительно которого осуществляется корректировка сигнала управления, позицией 4 – операция сравнения измеренного высотомером текущего значения высоты и заданного значения высоты, позицией 5 – операция первой коммутации и передачи сигнала о высоте для последующей обработки в том случае, если

сигнал, поступивший с позиции 2 ниже значения, заданного на позиции 3. Позицией 6 обозначена операция определения с помощью блока рассогласования разницы между заданным значением высоты и измеренным высотомером текущим значением высоты, а позицией 7 - операция вычисления вертикальной составляющей скорости по изменению значений сигнала от высотомера между последовательными замерами текущего значения высоты и позицией 8 – операция определения знака этой вертикальной составляющей скорости. На этапе, обозначенном позицией 9 осуществляется вторая коммутация и передача сигнала о скорости для последующей обработки в том случае, если знак, определенный на позиции 8 является отрицательным. Скорректированный управляющий сигнал формируется на позиции 10 – посредством сумматора, на вход которого поступают сигнала управления с позиции 1, сигнал, пропорциональный значению вертикальной скорости, с позиции 9 и сигнал рассогласования между заданным значением высоты и текущим значением высоты с позиции 6. Управляющий сигнал, сформированный с учетом корректирующих поправок поступает с выхода сумматора на исполнительный механизм (позиция 11), осуществляющий соответствующее отклонение органов регулирования высоты или иных механизмов управления вертикальной скоростью летательного аппарата. Позицией 12 обозначена обратная связь, осуществляемая при измерении текущего значения высоты высотомером (позиция 2), которое изменилось в результате работы исполнительного механизма. Представленная схема соответствует более простому из описанных выше вариантов способа корректировки сигнала управления вертикальной скоростью.

Устройство дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата, в соответствии с вышеописанным способом, представлено на фиг.2. Устройство включает в себя пульт 13 управления с передатчиком 14 импульсных управляющих радиосигналов, приемник 15, установленный на борту модели так, что он способен принимать сигналы передатчика 14, микропроцессор 16, ко входу 17 которого подключен приемник 15, а к выходу 18 подключен ультразвуковой датчик 19 высоты (высотомер), подсоединенный своим выходом к информационному входу 20 микропроцессора 16. Выход 21 микропроцессора 16 связан со входом привода 22 перемещения органов регулирования высоты полета летательного аппарата. Кроме того, микропроцессор 16 имеет вход 23 запуска режима программирования с помощью ключа 24 и выход 25, к которому подключен светодиод 26, являющийся индикатором режимов

работы устройства. Ультразвуковой датчик 19 высоты содержит пьезоизлучатель 27, микрофон 28 и усилитель 29 принятого сигнала.

В большинстве устройств дистанционного управления в качестве сигнала, определяющего положение органов регулирования высоты летательного аппарата, используют импульсный сигнал, повторяемый каждые 20 мс, при длительности импульса в пределах от 1 до 2 мс. В описываемом устройстве, корректировка осуществляется путем изменения длительности управляющего сигнала. Если изменения длительности импульса не требуется (в режиме, когда фактическая высота полета превышает нижний предельный уровень), то сразу после окончания поступившего от приемника 15 управляющего импульса (позиция С на временной диаграмме фиг.3) на выходе 21 микропроцессора 16 генерируется импульс аналогичной длительности (позиция D на временной диаграмме). На следующем этапе происходит излучение ультразвукового сигнала в направлении земли (позиция А на временной диаграмме). Ультразвуковой сигнал исходит от пьезоизлучателя 27 ультразвукового датчика 19 и после отражения от поверхности земли улавливается резонансным микрофоном 28 этого же датчика. Задержка между моментом излучения и моментом приема отраженного сигнала определяет фактическую высоту полета. Затухание звукового сигнала в воздухе пропорционально квадрату пройденного расстояния, поэтому усилитель 29 полученного от микрофона 28 сигнала, должен менять уровень усиления с минимального до максимально установленного в период ожидания, либо эту задачу решает встроенный в микропроцессор 16 компаратор или аналоговый вход. В данном варианте устройства период максимального ожидания отраженного сигнала (позиция В на временной диаграмме) является ограниченным и соответственно ограниченной является высота, которая может быть определена. Этот период, по существу, определяет заданный нижний предельный уровень высоты полета. Максимальная высота, которая может быть измерена, составляет в описываемом примере 2,5 метра и в пределах этого значения прибор осуществляет изменение (корректировку) управляющего импульсного сигнала, поступающего на вход привода 22 перемещения органов регулирования высоты полета. В период, обозначенный на временной диаграмме позицией Е, в интервале между импульсами управляющего сигнала, осуществляется вычисление вертикальной составляющей скорости и знака ее изменения (путем сопоставления последних измеренных значений высоты), а также происходит сравнение фактической измеренной высоты с заданным значением. Если, в результате сравнения

фактической измеренной высоты с заданным нижним предельным уровнем полета, фактическая измеренная высота оказывается меньше предельного заданного уровня и знак изменения скорости отрицательный, на соответствующий вход средства формирования управляющего сигнала, например, сумматора (на чертеже условно не показан) поступает сигнал обратной связи по фактическому значению высоты и текущему значению вертикальной составляющей скорости или только по фактическому значению высоты, если знак изменения скорости положительный. При этом соответственно изменяется длительность управляющего импульса D на выходе 21 микропроцессора 16. Если в результате сравнения фактическая измеренная высота превышает заданный предельный уровень (2,5 м.), управляющий сигнал повторяется без изменений. В период, обозначенный на временной диаграмме буквой F, вычисляется длительность исходящего управляющего импульса D.

Перед запуском модели на земле устройство переводят в режим программирования, замыканием ключа 24. В этом режиме в память средства программного обеспечения микропроцессора 16 с пульта 13 управления заводят данные, определяющие нейтральную позицию, максимальные отклонения руля высоты в обоих направлениях, величину допустимого значения скорости снижения, величину предельного нижнего уровня высоты полета, значение предварительного нижнего уровня. Светодиод 26 отображает серией вспышек текущий режим при программировании, а в процессе эксплуатации периодичность вспышек отображает фактическую высоту полета.

Устройство, согласно изобретению, автоматически обеспечивает следующие режимы полета модели:

1) на высоте, превышающей нижний заданный предельный уровень (более 2,5 м.) управляющий сигнал повторяется без изменения;

2) на высоте, меньшей заданного предельного нижнего уровня (менее 2,5 м.) сигнал изменяется с расчетом увеличения высоты в режиме снижения обратно пропорционально высоте и пропорционально скорости снижения;

3) на высоте, меньшей заданного предельного нижнего уровня (менее 2,5 м.) сигнал изменяется с расчетом увеличения высоты и обратно пропорционально только высоте, в режиме набора высоты.

Реализация режима удержания высоты так же реализуется на базе прибора, представленного на фиг. 2, но с изменением программы, заложенной в микропроцессор

16.

При выполнении программы удержания высоты устройство автоматически обеспечивает следующие режимы полета модели:

1) на высоте, превышающей нижний заданный предельный уровень (более 2,5 м.) управляющий сигнал повторяется без изменения;

2) на высоте, меньшей заданного предельного нижнего уровня (менее 2,5 м.), но выше уровня удерживаемой высоты (1,5 м.) сигнал изменяется с расчетом уменьшения высоты и пропорционально скорости подъема;

3) на высоте, меньше уровня удерживаемой высоты (1,5 м.) сигнал изменяется с расчетом увеличения высоты и пропорционально скорости снижения.

Устройство, согласно изобретению, является конструктивно достаточно простым, имеет малый вес и может быть установлено на различные авиамодели. На моделях крылатых летательных аппаратов устройство устанавливают в цепи управления рулем высоты. На моделях вертолетов устройство устанавливают в цепи управления коллективным шагом основного ротора, при этом для управления оборотами двигателя должен применяться гувернер. Модель вертолета с установленным устройством, согласно изобретению, способна выполнять безопасную посадку в режиме авторотации, а также выполнять полеты на малой высоте в пилотажном режиме, когда обороты двигателя сохраняются постоянными благодаря гувернеру.

Способ дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели беспилотного летательного аппарата, согласно изобретению, станет понятным из описания работы устройства.

Работа устройства описывается на примере управления полетом легкой радиоуправляемой модели самолета. Устройство не подменяет ручного управления, но осуществляет относительное отклонение руля высоты. Начиная с заданного значения высоты 10 метров (заданный предварительный нижний уровень) следит чтобы скорость снижения не превышала 5 метров в секунду (установленное допустимое значение скорости снижения от нижнего предельного уровня); ниже высоты 2,5 метра происходит постепенное смещение позиции руля высоты, с таким расчетом, что бы нейтральное положения штурвала соответствовало полету на высоте не менее 2,5 метра (нижний предельный уровень). Посадка от предельного нижнего уровня осуществляется за счет снижения горизонтальной составляющей скорости полета модели, при этом

увеличивается угол атаки и постепенно снижается скорость модели до посадочной (все значения высот устанавливаются в зависимости от конструкции модели самолета). Если в результате холмистого характера поверхности земли датчик 19 высоты зафиксирует внезапное и значительное увеличение высоты, то возвращение руля высоты в положение, соответствующее положению штурвала происходит постепенно, а если оператор переводит рукоятку управления в нейтральное положение, то дальнейшее управление происходит в обычном режиме. Для того, чтобы работа устройства не вызвала кабрирования при резком снижении величина отклонения руля высоты уменьшается, как только высота полета начнет увеличиваться. Таким образом модель плавно набирает требуемую высоту. Для предотвращения сваливания из-за значительной потери скорости горизонтального полета модели крылатого летательного аппарата возможно подключение датчика горизонтальной скорости, для устранения возможных опасных кренов летательного аппарата возможна установка на борт гироскопического или иного электронного устройства стабилизации. В другом варианте крен относительно поверхности земли может быть устранен за счет применения двух или более комплектов описываемого прибора на одном летательном аппарате. Например, на модели самолета два прибора устанавливаются на концах крыльев и изменяют сигнал управления закрылками (флаперонами) каждый для своего крыла. При такой схеме установки желательно синхронизировать работу блоков ультразвукового измерения высоты. Функция синхронизации сигналов управления предусмотрена в системах дистанционного управления «Spectrum», выпускаемых компанией Horizon Hobby inc.

На фигуре 4 представлен вариант установки ультразвукового датчика 30 измерения высоты на модели вертолета. Датчик 30 размещен между посадочными лыжами на днище корпуса. Описанный выше прибор, изменяющий сигнал управления, подключается к каналу управления коллективным шагом несущего винта. При этом обязательно наличие на модели гироскопа, предотвращающего вращение модели по вертикальной оси и наличие стабилизатора оборотов двигателя (governor). Для более точного управления вертолетом с применением различных типов микширования сигналов и выбора нескольких режимов пилотирования необходимо применить описанный выше способ, в котором установленное значение высоты посредством радиосвязи передается с модели на приемник, установленный на пульте управления, где и осуществляется более сложное микширование сигналов управления.

На фигуре 5 представлен вариант установки двух ультразвуковых датчиков измерения высоты на модели самолета. Датчики 31 и 32 установлены на концах крыльев. На каждом крыле имеются закрылки 33 и 34, управляемые отдельными исполнительными механизмами. Сигнал управления закрылками 33 и 34 корректируется в соответствии с определенными датчиками 31 и 32 значениями 35 и 36 высоты. Раздельное управление закрылками 33 и 34 позволяет устранить боковой крен модели относительно взлетно-посадочного полотна. При выпуске закрылок увеличивается подъемная сила крыла и снижается горизонтальная скорость полета.

В случае установки одного датчика высоты на модели самолета он устанавливается по центру фюзеляжа и, как правило, используется для коррекции сигнала управления рулем высоты.

На фигуре 6 схематически представлена модель летательного аппарата с четырьмя несущими винтами 37, 38, 39 и 40. В этом случае целесообразна установка четырех ультразвуковых датчиков 41, 42, 43 и 44 высоты. Сигнал управления шагом или оборотами каждого из четырех несущих винтов 37 – 40 корректируется в соответствии со значением высоты соответствующим датчиком 41 - 44, расположенным с той же стороны. Для стабилизации данной модели по вертикальной оси так же обязательно применение электронного гироскопа. Такая же схема установки ультразвуковых датчиков высоты применима для моделей с ионными двигателями.

Для начинающих пилотов большинство разбитых моделей приходится на взлеты и посадки, в то время как применение описываемого устройства обеспечивает правильный запуск модели с земли или с рук, а главное идеальную посадку, как для моделей вертолета, так и планера, который сможет автоматически лечь на траву с минимальной скоростью, даже если модель вышла из зоны контроля. Кроме того, даже опытному пилоту бывает сложно точно определить высоту полета модели над холмистым полем уже на расстоянии в 50 метров. Устройство дает возможность радиоуправляемой модели лететь и маневрировать над гладкой поверхностью на высоте в десятки сантиметров, что было бы невозможно в ином случае, так как при изменении скорости и траектории полета было бы необходимо синхронно и пропорционально управлять шаг/газом несущего винта вертолета или мгновенно реагировать на любой крен крылатого летательного аппарата. Для удержания заданной высоты предусмотрен дополнительный режим работы прибора, описанный выше. В данном режиме модель свободно спускается до уровня заданной

удерживаемой высоты, и далее удерживается на этом уровне. Для осуществления посадки в данном режиме достаточно сбавить обороты двигателя, а для подъема необходимо подать команду на подъем большей величины, нежели потребовалось бы в обычном режиме управления.

Вариант выполнения устройства, в котором с выхода микропроцессора поступает сигнал на выпуск шасси и запуск другого взлетно-посадочного оборудования (например, посадочных огней, закрылков и др.) позволяет осуществлять указанные операции автоматически в зависимости от режима полета. Фиксированные значения поступающих на выход сигналов для режимов полета у поверхности земли и на высоте задаются заранее с пульта, в режиме программирования устройства.

В том случае, когда управление моделью требует сложного микширования сигналов управления для нескольких исполнительных механизмов, наиболее удобным является вариант выполнения устройства, в котором на борту летательного аппарата установлен радиопередатчик данных о высоте, а пульт дистанционного управления оснащен приемником и микропроцессором и осуществляет микширование каналов с учетом сигнала отклонения, основанного на данных о высоте полета. Например, в некоторых моделях вертолетов рукоятка шаг/газа микшируется сразу на четыре канала управления исполнительными механизмами и способ микширования зависит от установленного режима полета.

В настоящее время обучение пилотированию радиоуправляемых моделей осуществляют на компьютерных симуляторах. Внедрение функций описанного устройства в алгоритм компьютерного симулятора позволяет не только повысить эффективность обучения, но и дает новые возможности в отношении полетов на низкой высоте и определения оптимальных режимов работы устройства для выбранной модели.

#### Промышленная применимость

Способ дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата и устройство для его осуществления, выполненные согласно настоящему изобретению, могут быть использованы на моделях самых различных летательных средств.

## Формула изобретения

1. Способ дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата путем подачи с пульта управляющего сигнала на отклонение органов регулирования высоты в соответствии с заданной траекторией полета, отличающийся тем, что задают предельный нижний уровень высоты полета, в процессе полета осуществляют измерение фактической высоты полета, по результатам измерений вычисляют текущее значение вертикальной составляющей скорости летательного аппарата и знак ее изменения, сравнивают фактическую измеренную высоту с заданным уровнем, и если фактическая высота оказывается меньше заданного уровня, осуществляют корректировку управляющего сигнала для компенсации отклонения высоты от заданного уровня посредством сигнала обратной связи по фактическому значению высоты и текущему значению вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости отрицательный, или только по фактическому значению высоты, если знак изменения скорости положительный, и оставляют управляющий сигнал без изменения в случае, если фактическая высота превышает заданный уровень.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно задают предварительный нижний уровень, превышающий предельный нижний уровень, и, начиная с этого уровня, ограничивают скорость снижения установленным допустимым значением, при котором снижение от заданного предельного нижнего уровня является безопасным.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что дополнительно задают уровень удерживаемой высоты, ниже предварительного нижнего уровня, и в коридоре высот между предварительным нижним уровнем и уровнем удерживаемой высоты осуществляют корректировку управляющего сигнала для компенсации отклонения высоты от заданного уровня удерживаемой высоты посредством сигнала обратной связи по текущему значению вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости положительный, а на высотах ниже уровня удерживаемой высоты осуществляют корректировку управляющего сигнала для компенсации отклонения высоты от заданного

уровня посредством сигнала обратной связи по текущему значению вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости отрицательный.

4.Способ по любому из п.п. 1 - 3, отличающийся тем, что полет модели летательного аппарата реализуют посредством компьютерного симулятора, в алгоритм которого внедрены операции управления высотой полета модели согласно любому из предшествующих пунктов.

5.Устройство дистанционного управления высотой полета радиоуправляемой модели летательного аппарата, содержащее установленный на пульте (13) управления передатчик (14) сигналов управления положением органов регулирования высоты и расположенный на модели летательного аппарата приемник (15) сигналов передатчика (14), связанный выходом с приводом (22) перемещения органов регулирования высоты, отличающееся тем, что оно снабжено, по меньшей мере, одним датчиком (19) измерения высоты и микропроцессором (16), имеющим средство программного обеспечения, выполненное с возможностью анализа полученных от датчика (19) высоты данных о фактической высоте полета, вычисления по этим данным текущего значения вертикальной составляющей скорости полета модели летательного аппарата и знака ее изменения, сравнения фактической высоты полета с заданным предельным нижним значением высоты полета и, если она меньше заданного значения, изменения сигнала управления обратно пропорционально значению высоты полета и вертикальной составляющей скорости, если знак изменения скорости отрицательный и обратно пропорционально только значению высоты, если знак изменения скорости положительный.

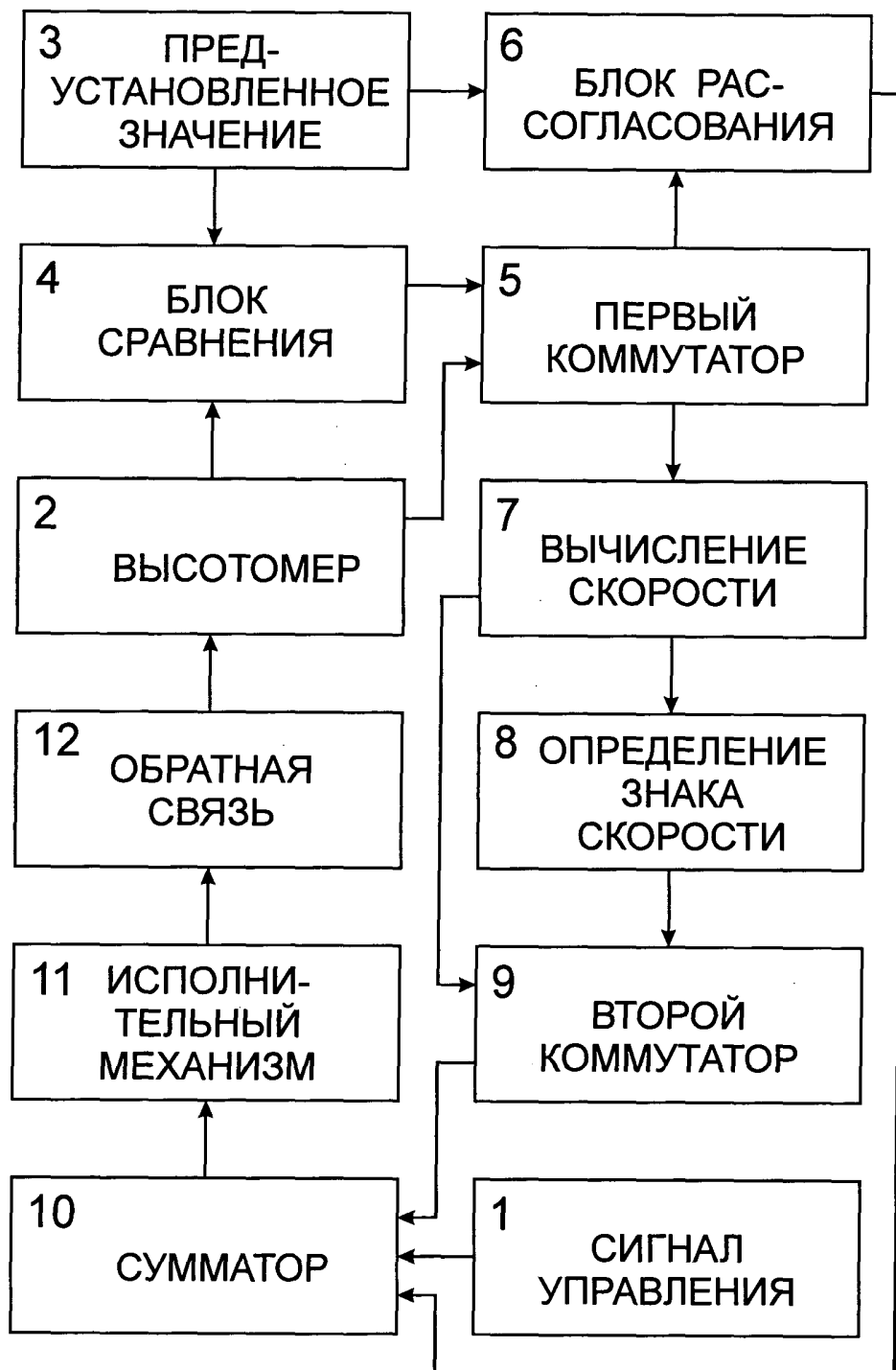
6.Устройство по п.5, отличающееся тем, что на пульте управления имеется средство изменения заданного значения предельного нижнего уровня высоты полета, заданного допустимого значения скорости снижения от этого уровня или значения коэффициента изменения величины сигнала управления.

7.Устройство по п.5, отличающееся тем, что микропроцессор расположен на пульте

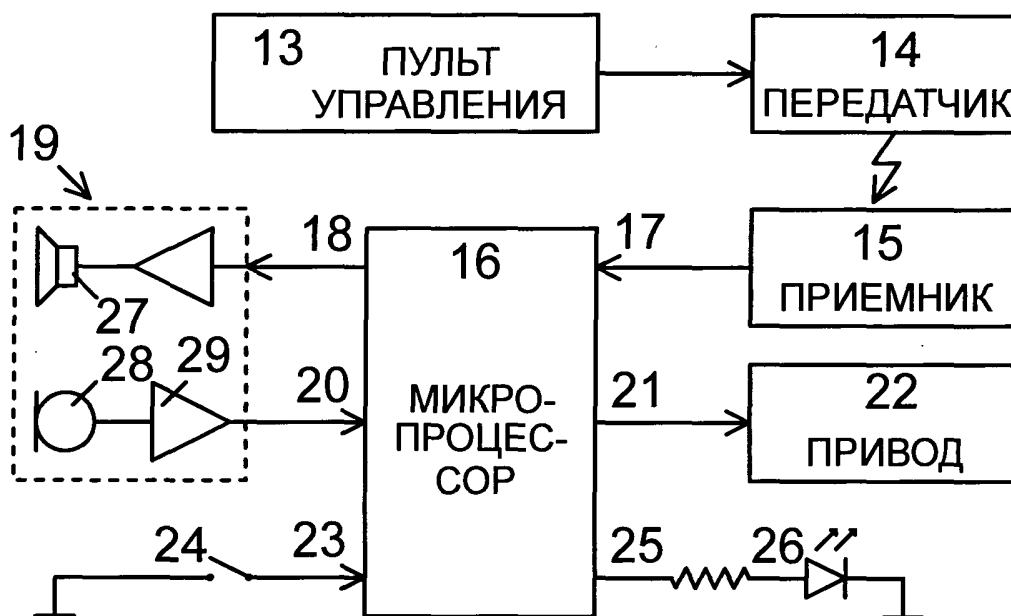
управления, который снабжен приемником, а на летательном аппарате имеется средство передачи данных о высоте полета с бортового датчика измерения высоты на этот приемник.

8. Устройство по п.5, отличающееся тем, что к выходу микропроцессора подключен блок управления выпуском шасси и средства включения другого имеющегося на борту летательного аппарата взлетно-посадочного оборудования.

9. Устройство по п.5, отличающееся тем, что снабжено по меньшей мере одним дополнительным датчиком (31, 32) высоты и выполнено с возможностью изменения двух или более сигналов управления положением органов регулирования высоты летательного аппарата.



ФИГ. 1

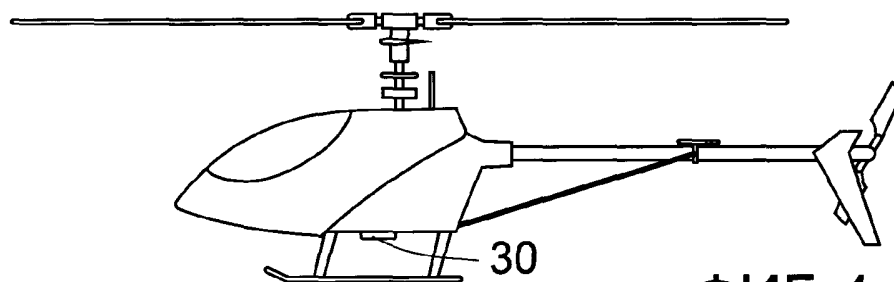


ФИГ. 2

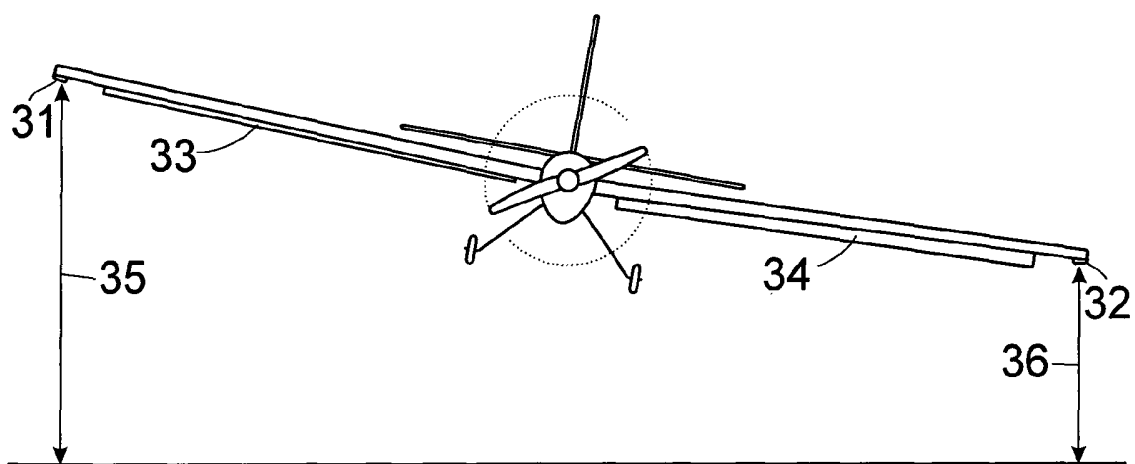
A				
	B			
		C		
			D	
	E		F	

ФИГ. 3

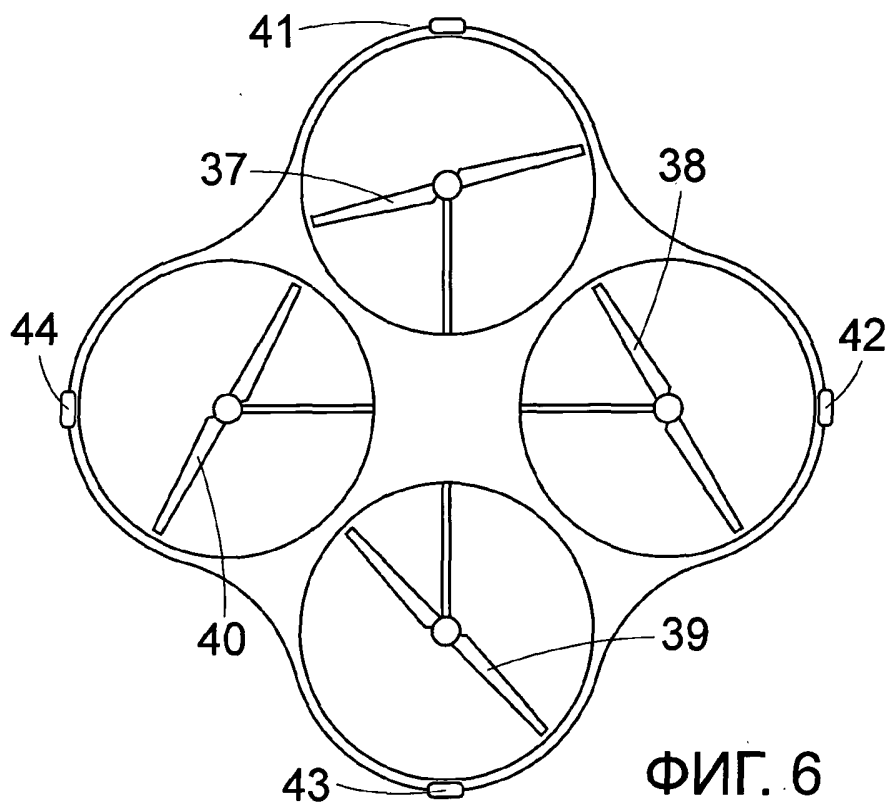
3/3



ФИГ. 4



ФИГ. 5



ФИГ. 6