

УДК [621.396.96+53.082.74]

DOI: [10.26102/2310-6018/2019.27.4.037](https://doi.org/10.26102/2310-6018/2019.27.4.037)

## МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПОСАДКОЙ ВОЗДУШНОГО СУДНА ВЕРТОЛЕТНОГО ТИПА НА НЕПОДГОТОВЛЕННУЮ ЗАСНЕЖЕННУЮ ПЛОЩАДКУ

В.Г. Машков<sup>1</sup>, В.А. Малышев<sup>2</sup>

*Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация*

<sup>1</sup>*e-mail: [mvgblaze@mail.ru](mailto:mvgblaze@mail.ru)*

<sup>2</sup>*e-mail: [vamalyshv@list.ru](mailto:vamalyshv@list.ru)*

**Резюме:** Статья посвящена исследованиям в области моделирования посадки воздушного судна вертолетного типа. Анализ штатных средств обеспечения посадки, установленных на воздушных судах вертолетного типа, в настоящее время показал, что в арктических условиях они не способны обеспечить экипаж информацией о подстилающей поверхности (месте посадки), в частности, глубине снега, наклоне земной поверхности под снежным покровом, наличии препятствий. Моделирование процесса управления посадкой воздушного судна вертолетного типа на неподготовленную площадку со снежным покровом с предлагаемой радиолокационной системой посадки показало, что поставленная задача может быть успешно решена. Для этого производится зондирование подстилающей поверхности (места посадки) и выдача информации экипажу о возможности производства посадки либо отсутствии таковой при сравнении измеренных значений с заданными для конкретного типа воздушного судна. Представлена логическая информационная модель, отражающая автоматизацию процесса управления посадкой с целью повышения вероятности правильного выбора площадки как показателя безопасности посадки воздушного судна вертолетного типа путем радиолокационного определения параметров и характеристик плоскостойких сред, глубины снежного покрова, наличия препятствий и уклона земной поверхности места посадки. Использование модели возможно при разработке радиолокационных систем обеспечения безопасной посадки воздушного судна вертолетного типа на неподготовленную заснеженную площадку в условиях недостаточной информативности закабинного пространства о подстилающей поверхности.

**Ключевые слова:** плоскостойкая среда, подповерхностное зондирование, посадка вертолета, место посадки, неподготовленная площадка.

**Для цитирования:** Машков В.Г., Малышев В.А. Модель управления посадкой воздушного судна вертолетного типа на неподготовленную заснеженную площадку. *Моделирование, оптимизация и информационные технологии*. 2019;7(4). Доступно по: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/MashkovMalishev\\_4\\_19\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/MashkovMalishev_4_19_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.037

## MODEL HELICOPTER-TYPE AIRCRAFT LANDING CONTROL ON AN UNPREPARED SNOW-COVERED AREA

V.G. Mashkov, V.A. Malyshev

*Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russian Federation*

**Abstract:** The article is devoted to research in the field simulation helicopter-type aircraft landing. The analysis the standard means landing, installed on helicopter – type aircraft at the present time showed that in Arctic conditions they are not able to provide the crew with information about the underlying surface (landing site), in particular, the depth snow, the slope the earth's surface under the snow cover, the presence obstacles. Simulation the process controlling the landing a helicopter – type aircraft on an unprepared site with a snow cover with the proposed radar landing system showed that the task can be

successfully solved. To do this, the underlying surface (landing site) is probed and information is given to the crew about the possibility landing, or lack thereof, comparing the measured values with those specified for a particular type aircraft. The logical information model, reflecting the automation the management process fit with the purpose increasing the probability correct site selection as an indicator safety landing an aircraft the helicopter type, by radar determine the parameters and characteristics plane-environments, depth snow cover, obstructions and slope the earth's surface the landing site. The use the model is possible in the development radar systems to ensure the safe landing a helicopter – type aircraft on an unprepared snow-covered area in conditions insufficient information about the underlying surface the cabin space.

**Keywords:** plane-medium, subsurface sensing, landing of the helicopter, a landing place, an unprepared area.

**For citation:** Mashkov V.G., Malyshev V.A. Model helicopter-type aircraft landing control on an unprepared snow-covered area. *Modeling, optimization and information technology*. 2019;7(4). Available by: [https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/MashkovMalishev\\_4\\_19\\_1.pdf](https://moit.vivt.ru/wp-content/uploads/2019/11/MashkovMalishev_4_19_1.pdf) DOI: 10.26102/2310-6018/2019.27.4.037 (In Russ.).

### Введение

Необходимость выполнения посадки на заснеженную площадку может быть вызвана выполнением как боевых задач: высадкой десанта, доставкой грузов и боеприпасов, так и в поисково-спасательных операциях, эвакуации раненых и т. д.

Выполнение посадки по-вертолетному на заснеженную площадку осуществляется только при видимости наземных ориентиров или естественного горизонта с предварительным зависанием над площадкой, на высоте, свободной от снежного облака, поднятого струей от несущего винта (НВ), глубине снежного покрова менее 50 см, с присутствием плотного наста на его поверхности, исключающего возможность образования снежного вихря [1]. При этом, уклон поверхности более 15° и неровности высотой более 0,5 м представляют опасность для посадки ВСВТ, особенно при сильном ветре [2]. Особую опасность в момент приземления представляют боковые смещения при толщине снега более 10 см. При отсутствии горизонтальной и вертикальной видимости взлеты и посадки по-вертолетному, висения, подлеты запрещены.

Под обеспечением безопасной посадки воздушного судна вертолетного типа (ВСВТ) понимается исключение проваливания под снег, опрокидывание ВСВТ при посадке днем и ночью, в простых (ПМУ) и сложных (СМУ) метеоусловиях (туман, дымка, дождь, снег, запыленность или задымленность атмосферы), а также в условиях поднятой с грунта пыли или снега его вращающимся винтом [3].

В настоящее время, оценка возможности посадки воздушного судна вертолетного типа на заснеженную площадку, заключается в определении глубины снежного покрова человеком,двигающимся по посадочной площадке [4], это может быть бортовой техник, либо человек из числа спасателей, при этом направление ветра и примерную его скорость у поверхности определяют по дыму, путем выстрела из ракетницы или сбросом дымовой шашки с ВСВТ. В случае отсутствия человека на посадочной площадке вероятность выбора площадки для безопасной посадки ВСВТ минимальна.

В качестве примера имеет смысл привести особенности работы радиовысотомеров, установленных на борту ВСВТ: А-037, А-052, А-053, А-065А, работающих в дециметровом диапазоне длин волн 4,2...4,4 ГГц.

А-037 представляет собой РЛС непрерывного излучения с частотной модуляцией, основанной на явлении отражения радиоволн от земной поверхности. Радиовысотомер позволяет измерять высоты в диапазоне 0...750 м с погрешностью на высоте: Н = 0...20 м – ±2 м, Н = 20...750 м – ±0,1Н м.

Радиовысотомеры А-052, А-053 являются бортовыми РЛС с непрерывным излучением частотно-модулированных радиоволн. Они имеют малые габариты и массу, высокую надежность и достоверность выдаваемой информации, соответствуют требованиям DO-160, TSO-C87 и нормам летной годности самолетов (НЛГС). Радиовысотомеры позволяют измерять высоты в диапазоне 0...1500 м с погрешностью А-052 на высоте: по цифровому выходу  $\pm(0,45+0,01H)$  м, по индикатору  $\pm 2,0$  или  $\pm 0,1H^*$ , где  $H$  – измеряемая высота,  $m^*$  – что больше [5], А-053 на высоте: по цифровому выходу  $\pm 0,45$  или  $\pm 0,02H^*$  м, по индикатору  $\pm(1,5+0,05H)$ , где  $H$  – измеряемая высота,  $m^*$  – что больше [6].

Радиовысотомер А-065А является бортовой РЛС с импульсным излучением радиоволн. Он имеет малые габариты и массу, высокую надежность и достоверность выдаваемой информации. Используется на дистанционно-пилотируемых ВС, но может быть установлен на любой тип ВС. Диапазон измерения высоты – 0,5...2000 м с погрешностью на высоте:  $H \leq 10$  м –  $\pm(0,25+0,01H)$  м,  $H = 10 \dots 2000$  м –  $\pm(0,5+0,01H)$  м [7].

При полете на малых высотах до 50 м над толстым слоем снега (льда) [8], радиовысотомер может измерять высоту с большой ошибкой, т.к. измерение высоты может происходить от нижней кромки снежного (ледяного) покрова, а высота до верхней кромки снежного (ледяного) покрова измеряется только при полетах над влажным или загрязненным снегом, или льдом, а над лесными массивами в зависимости от состава и плотности леса радиовысотомер может измерять высоту до верхней кромки кроны деревьев в густом лесу или до земной поверхности в редком лесу.

При полетах над горной местностью [8], когда резкие изменения высоты полета могут выходить за пределы диапазона измеряемых высот, радиовысотомером пользоваться не рекомендуется, поскольку он дает неустойчивые показания, являясь малоинерционным прибором, быстро реагирующим на изменения истинной высоты. Устойчивость отработки высоты радиовысотомером зависит от высоты полета и длины препятствия на маршруте, скорости измерения и отработки высоты на указателе и скорости полета. С увеличением высоты препятствия  $H_p$  и уменьшением его размеров  $D_p$  стрелка указателя высоты не успевает обрабатывать изменения за время пролета препятствия. Чередование впадин и возвышенностей вызывает хаотические движения стрелки указателя. Чем выше скорость полета над пересеченной местностью, тем менее достоверны показания радиовысотомера.

При углах крена и тангажа более  $20^\circ$  погрешность измерения высоты полета увеличивается за счет отклонения направления измерения от нормали к земной поверхности. При углах крена и тангажа более  $40^\circ$  радиовысотомером пользоваться не рекомендуется [8].

Таким образом анализ условий применения ВСВТ показал, что использование приборов, установленных на борту ВСВТ, не позволяет использовать их в интересах посадки на заснеженную поверхность в условиях недостаточной информативности (УНИ) закабинного пространства.

### **Модель управления посадкой воздушного судна вертолетного типа на неподготовленную заснеженную площадку.**

В формализованном виде логическая информационная модель управления посадкой воздушного судна вертолетного типа на неподготовленную заснеженную площадку имеет вид

$$M = \langle H_{\text{изм}}, H_{\text{зад}}, F, R \rangle,$$

где  $H_{изм}$  – счетное множество измеренных значений параметров подстилающей поверхности,  $H_{зад}$  – счетное множество заданных значений подстилающей поверхности,  $F$  – конечное множество априори истинных формул (аксиом),  $R$  – конечное множество отношений между формулами, правила вывода;

$$H_{изм} = \langle h_{см}, \Delta_m, \Psi_m \rangle,$$

где  $h_{см}$  – измеренная глубина снежного покрова в каждом секторе приема,  $\Delta_m$  – измеренная высота препятствий в каждом секторе приема,  $\Psi_m$  – уклон земной поверхности в каждом секторе приема;

$$H_{зад} = \langle h_{с\Delta}, h_{\Delta}, h_{\Psi} \rangle,$$

где  $h_{с\Delta}$  – заданное значение глубины снежного покрова,  $h_{\Delta}$  – заданное значение высоты препятствий,  $h_{\Psi}$  – заданный угол наклона земной поверхности.

$$F = \langle F_1, F_2, \dots, F_n \rangle,$$

где  $F_1, F_2, \dots, F_n$  – априори истинные формулы (аксиомы).

При глубине снежного покрова выше заданного значения в любом из секторов

$$F_1 \rightarrow (h_{см} \geq h_{с\Delta}) \leftrightarrow false,$$

посадку запрещают по превышению заданного значения глубины снежного покрова, аналогично

$$F_2 \rightarrow (\Delta_m \geq h_{\Delta}) \leftrightarrow false,$$

запрещают по превышению высоты препятствий;

$$F_3 \rightarrow (\Psi_m \geq h_{\Psi}) \leftrightarrow false,$$

запрещают по превышению уклона земной поверхности.

При глубине снежного покрова ниже заданного значения во всех секторах

$$F_4 \rightarrow (h_{см} \leq h_{с\Delta}) \leftrightarrow true,$$

разрешают по высоте снежного покрова, аналогично;

$$F_5 \rightarrow (\Delta_m \leq h_{\Delta}) \leftrightarrow true,$$

разрешают по высоте препятствия;

$$F_6 \rightarrow (\Psi_m \leq h_{\Psi}) \leftrightarrow true,$$

разрешают по уклону земной поверхности.

При глубине снежного покрова выше заданного значения в любом из секторов, либо наличии препятствий в любом из секторов, либо уклоне земной поверхности выше заданного в любом из секторов приема, посадку запрещают

$$R_1 \rightarrow F_1 \vee F_2 \vee F_3 \leftrightarrow false;$$

$$R_1 \rightarrow (h_{см} \geq h_{с\Delta}) \vee (\Delta_m \geq h_{\Delta}) \vee (\Psi_m \geq h_{\Psi}) \leftrightarrow false.$$

При глубине снежного покрова меньше заданного значения во всех секторах, при высоте препятствий меньше заданных во всех секторах, уклоне земной поверхности меньше заданного во всех секторах приема, посадку разрешают

$$R_2 \rightarrow F_4 \wedge F_5 \wedge F_6 \leftrightarrow true;$$

$$R_2 \rightarrow (h_{см} \leq h_{с\Delta}) \wedge (\Delta_m \leq h_{\Delta}) \wedge (\Psi_m \leq h_{\Psi}) \leftrightarrow true.$$

Модель управления посадкой реализует способ выбора площадки для посадки воздушного судна вертолетного типа. Данный способ относится к области радиолокации

и может быть использован при разработке систем обеспечения безопасной посадки ВСВТ на неподготовленную заснеженную площадку в условиях УНИ закабинного пространства о подстилающей поверхности.

Техническим результатом применения способа выбора площадки для посадки ВСВТ является повышение вероятности выбора площадки за счет радиолокационного определения глубины снежного покрова, наличия препятствий и уклона земной поверхности места посадки, который в свою очередь влияет на уровень общей безопасности полетов при посадке.

Сущность способа состоит в том, что при наличии снежного покрова определяют глубину снежного покрова, наличие препятствий и уклон земной поверхности в каждом секторе приема, сравнивают их с заданными значениями и принимают решение на посадку ВСВТ при отсутствии препятствий, глубине снежного покрова и уклоне земной поверхности меньше заданных во всех секторах, с целью повышения вероятности выбора площадки и обеспечения безопасной посадки ВСВТ на неподготовленную заснеженную площадку.

На Рисунке 1 представлено положение ВСВТ и обозначено: точка на земной поверхности с полярными координатами

$$\alpha_m = \alpha_{m-1} + \frac{2\pi}{M} \text{ и } \beta = \arctg \frac{R}{h_{\text{ВСВТ}}},$$

где  $m = 1 \dots M$ ,  $\alpha_0 = 0$ ,  $R$  – радиус зоны посадки, куда направляется ось ДН  $m$ -ой антенны приемника, установленного в секторе

$$\alpha = \frac{2\pi}{M};$$

зона приема эхо-сигналов, ограниченная шириной ДН антенны

$$\theta = 2 \arctg \frac{R}{h_{\text{ВСВТ0}}},$$

где  $h_{\text{ВСВТ0}}$  – высота зависания ВСВТ перед началом этапа посадки его  $m$ -ой антенны;  $h_c$  – глубина снежного покрова.

В процессе вертикального снижения при наличии снежного покрова осуществляют зондирование и прием отраженных эхо-сигналов, например [9], от границы раздела сред «снежный покров – земная поверхность» с несущей частотой  $f_1$ , от границы раздела сред «тропосфера – снежный покров» с несущей частотой  $f_2$  и модуляционной составляющей на частоте  $f_m$  с абсолютными фазами  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  с угловых направлений  $M$  приемниками, установленными на борту в секторах

$$\alpha = \frac{2\pi}{M},$$

и по нормали, определяют глубину снежного покрова в каждом секторе приема  $h_{\text{см}}$  и сравнивают с их с заданным значением глубины снежного покрова  $h_{\text{сД}}$ , при значении меньше допустимого определяют наличие препятствий в каждом секторе приема измерением  $\Delta m$  и сравнивают с заданной высотой препятствия  $h_{\text{Д}}$ , при значении меньше допустимого определяют уклон земной поверхности в каждом секторе приема  $\Psi_m$  и сравнивают их с заданным углом наклона земной поверхности  $h_{\Psi}$ , при угле наклона меньше допустимого принимают решение на посадку ВСВТ, при глубине снежного покрова выше заданного в любом из секторов, либо наличии препятствий в любом из секторов, либо уклоне земной поверхности выше заданного в любом из секторов приема

больше заданных, посадку запрещают с отображением рекомендацией летному составу на многофункциональном индикаторе и в головных телефонах.

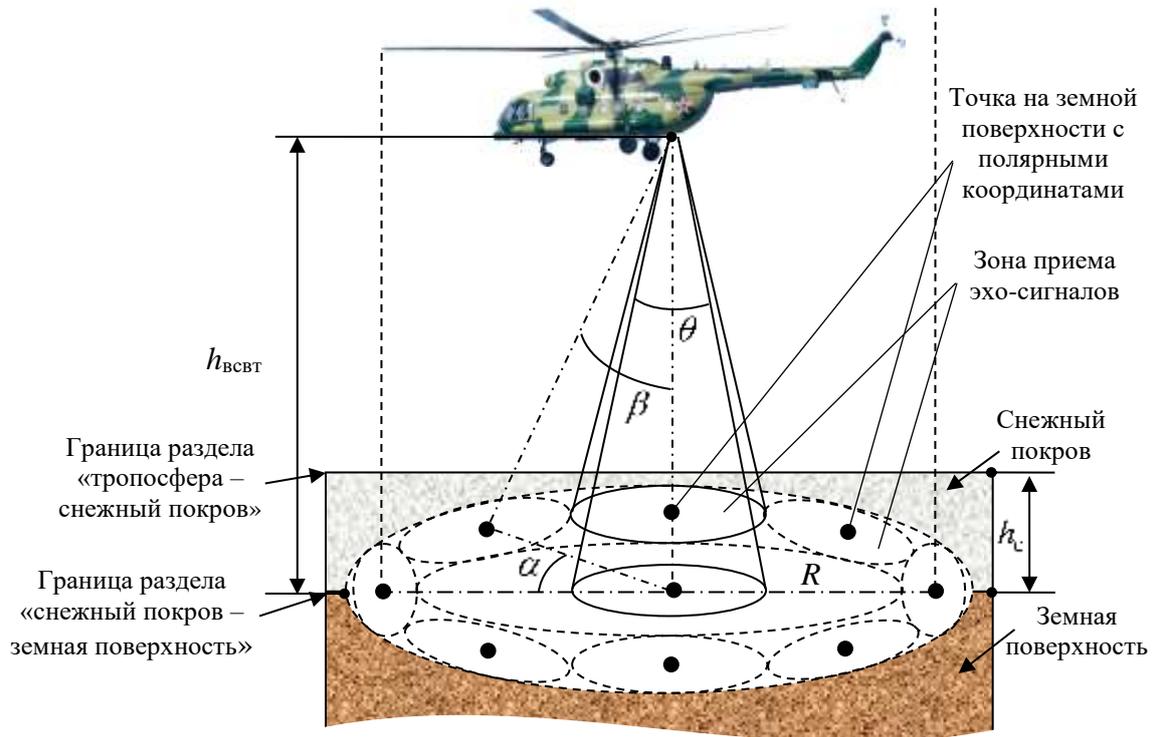


Рисунок 1 – Положение ВСВТ над заснеженной площадкой  
 Figure 1 – The position of the high-altitude airways above the snowy area

Выбор частотного диапазона радиолокационной системы посадки ВСВТ обусловлен глубиной проникновения в снег на частотах 2...8 ГГц порядка 1 метра и разрешающей способностью около 4 см в диапазонах С...S (3,75...15 см).

Способ выбора площадки для посадки ВСВТ может быть реализован, например, с помощью устройства, размещаемого в нижней части фюзеляжа ВСВТ, схема которого приведена на Рисунке 2,

где обозначено:

- 1 – передающее устройство;
- 2 – приемное устройство;
- 3 – блок определения глубины снежного покрова  $t$  секторах;
- 4 – схема сравнения с заданным значением снежного покрова  $h_{сД}$ ;
- 5 – решающее устройство;
- 6 – блок определения безопасной глубины снежного покрова в месте посадки;
- 7 – блок определения наличия препятствий  $\Delta_m$  в  $M$  секторах;
- 8 – схема сравнения с заданным значением препятствий  $h_{\Delta}$ ;
- 9 – блок определения наличия препятствий в месте посадки;
- 10 – блок определения угла наклона земной поверхности  $\Psi_m$  в  $M$  секторах;
- 11 – схема сравнения с заданным значением угла наклона земной поверхности  $h_{\Psi}$ ;
- 12 – блок определения безопасного угла наклона земной поверхности в месте

посадки.

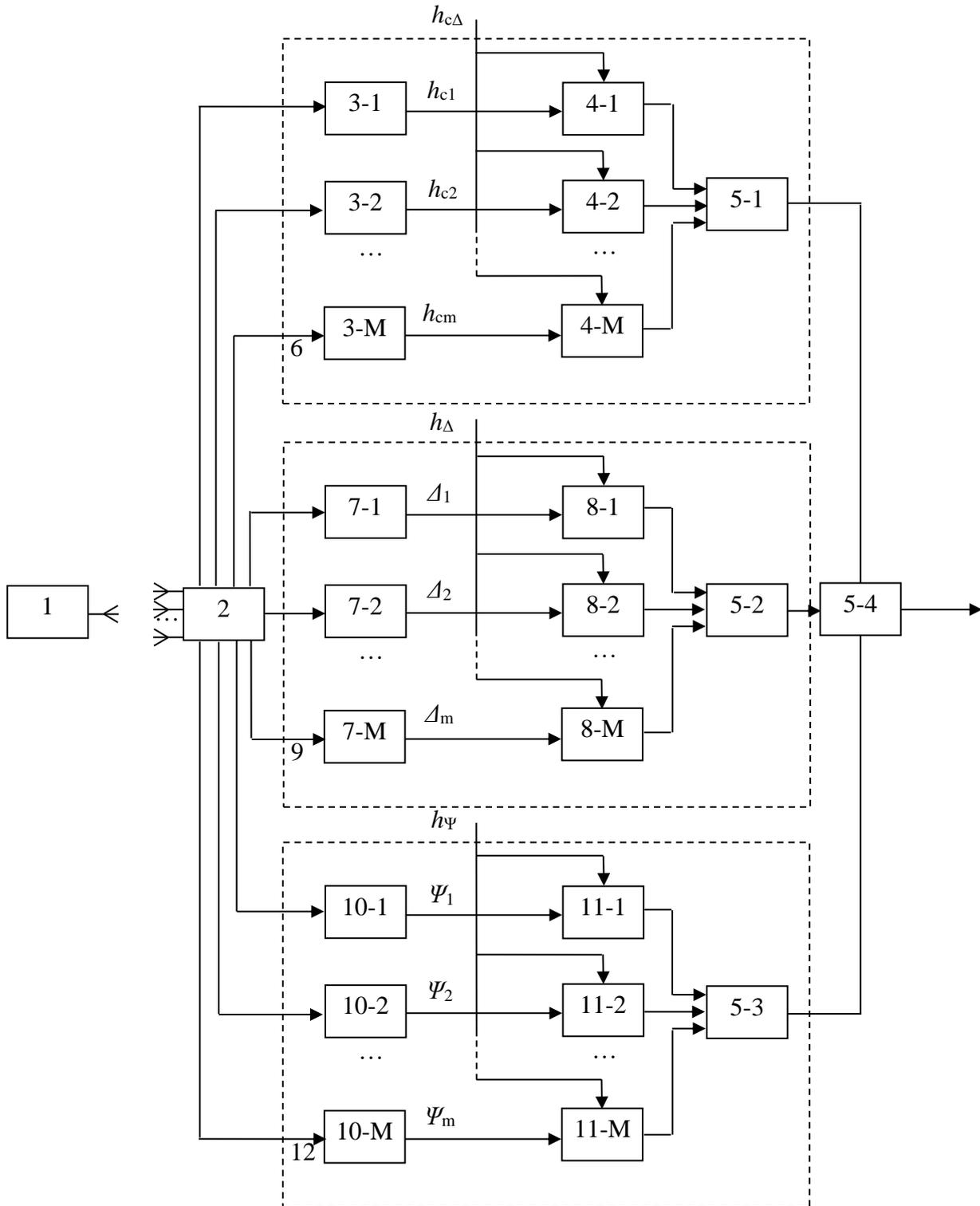


Рисунок 2 – Схема способа выбора площадки для посадки ВСВТ на заснеженную площадку

Figure 2 – Diagram of a method for selecting a site for landing aircraft on a snowy site

Блок 3 осуществляет определение глубины снежного покрова  $h_{cm}$  возникающей разностью расстояний, которые проходят зондирующие сигналы по формуле

$$h_{\text{см}} = \frac{(\phi_1 - \phi_2)c}{4\pi f_M},$$

где  $\phi_1$  – абсолютная фаза модуляционной составляющей на частоте  $f_M$  огибающей отраженного сигнала с несущей частотой  $f_1$  электромагнитной волны сантиметрового диапазона, на которой происходит отражение от границы раздела «снежный покров – земная поверхность»;

$\phi_2$  – абсолютная фаза модуляционной составляющей на частоте  $f_M$  огибающей отраженного сигнала с несущей частотой  $f_2$ , электромагнитной волны оптического диапазона, на которой происходит отражение от границы раздела «тропосфера – снежный покров»;

$f_M$  – частота опорного модулирующего сигнала;

$c$  – скорость распространения электромагнитных волн в свободном пространстве, от границы раздела сред «снежный покров – земная поверхность» с несущей частотой  $f_1$ , от границы раздела сред «тропосфера – снежный покров» с несущей частотой  $f_2$  и модуляционной составляющей на частоте  $f_M$  с абсолютными фазами  $\phi_1$ ,  $\phi_2$  с угловых направлений  $M$  приемниками, установленными на борту в секторах

$$\alpha = \frac{2\pi}{M}.$$

Полученные значения глубин снежного покрова  $h_{\text{см}}$  во всех секторах в блоке 4 сравниваются с заданным значением снежного покрова  $h_{\text{сд}}$ . Решающее устройство 5-1 (или) принимает решение о превышении заданного порогового значения.

Блок 7 осуществляет определение наличия препятствий  $\Delta_m$  разностью полученных высот  $\Delta_m = |h_{\text{всвт}} - h_{\text{всвтом}}|$  в  $M$  секторах, например, фазовым методом [10] относительно границы раздела «снежный покров – земная поверхность».

$$h_{\text{всвт}} = \frac{\Delta\phi \cdot c}{4\pi f_M},$$

где  $\Delta\phi$  – измеряемая разность фаз между принятым и опорным колебаниями на частоте модуляции  $f_M$  огибающей отраженного сигнала с несущей частотой  $f_1$  электромагнитной волны сантиметрового диапазона, на которой происходит отражение от границы раздела «снежный покров – земная поверхность»;

$f_M$  – частота опорного модулирующего сигнала;

$c$  – скорость распространения электромагнитных волн в свободном пространстве.

Полученные значения высот препятствий  $\Delta_m$  во всех секторах в блоке 8 сравниваются с заданным значением высоты препятствия  $h_{\Delta}$ . Решающее устройство 5-2 (или) позволяет выявить превышение заданного порогового значения.

Блок 10 осуществляет определение угла наклона  $\Psi_m$  земной поверхности в радиусе  $R$  зоны посадки в  $M$  секторах

$$\Psi_m = \arctg \frac{\Delta_m}{R},$$

разностью полученных высот  $\Delta_m = |h_{\text{всвт}} - h_{\text{всвтом}}|$  в  $M$  секторах. Полученные значения углов наклона  $\Psi_m$  земной поверхности в радиусе  $R$  зоны посадки во всех секторах в

блоке 11 сравниваются с заданным значением угла наклона  $h_{\varphi}$ . Решающее устройство 5-3 (или) принимает решение о превышении заданного порогового значения. Решающее устройство 5-4 (или) принимают решение на посадку ВСВТ при отсутствии препятствий, при глубине снежного покрова и уклоне земной поверхности в каждом секторе приема меньше заданных. Выход с блока 5-4 является выходом устройства.

### Заключение

Модель управления посадкой воздушного судна вертолетного типа на неподготовленную заснеженную площадку реализующая способ выбора площадки для посадки ВСВТ на заснеженную площадку в условиях недостаточной информативности закабинного пространства в зоне посадки ВСВТ обеспечивает принятие решения о возможности производства посадки, либо отсутствии таковой, посредством измерения глубины снежного покрова, определения наличия препятствий и наклона земной поверхности за счет приема эхо-сигналов непосредственно из зоны посадки ВСВТ с выдачей рекомендации летному составу на многофункциональный индикатор и в головные телефоны о возможности посадки ВСВТ на заснеженную площадку, либо отсутствие таковой.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности взлетов и посадок на пыльных, песчаных или заснеженных площадках [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.svvaul.ru/component/k2/600-osobennosti-vzletov-i-posadok-na-pylnykh-peschanykh-ili-zasnezhennykh-ploshchadkakh>. Дата обращения 07.12.2017.
2. Сажаем вертолет вслепую: обзор технологий синтетического зрения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/280278/>. Дата обращения 07.12.2017.
3. Приказ Минтранса РФ от 31 июля 2009 г. № 128 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации».
4. Меры безопасности при применении вертолетов: [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://studopedia.ru/10\\_104903\\_meri-bezopasnosti-pri-primenenii-vertoletov.html](https://studopedia.ru/10_104903_meri-bezopasnosti-pri-primenenii-vertoletov.html) (дата обращения: 07.12.2017).
5. Малогабаритный авиационный радиовысотомер А-052: [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyy\\_aviatsionnyy\\_radiovy\\_sotomer\\_a-052](http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyy_aviatsionnyy_radiovy_sotomer_a-052). Дата обращения 14.09.2019.
6. Малогабаритный авиационный радиовысотомер А-053: [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyy\\_aviatsionnyy\\_radiovy\\_sotomer\\_a-053](http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyy_aviatsionnyy_radiovy_sotomer_a-053). Дата обращения 14.09.2019.
7. Малогабаритный авиационный радиовысотомер А-065А: [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyy\\_aviatsionnyy\\_radiovy\\_sotomer-a-065a](http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyy_aviatsionnyy_radiovy_sotomer-a-065a). Дата обращения 14.09.2019.
8. Самойлов Ю.Б., Хизев Г.Ю. Радиоэлектронное оборудование вертолетов. Радиоэлектронное оборудование вертолета Ми-8МТ: учеб. пособие. Сызрань: Филиал ВУНЦ ВВС «ВВА» (г. Сызрань). 2017:114.
9. Патент RU 2262718 «Способ измерения толщины снежного покрова», опубл. 20.10.2005, МПК G01S13/95].
10. Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. М.: Советское радио. 1975:79–84.

## REFERENCES

1. *Osobennosti vzlyotov i posadok na pyl'nyh, peschanyh ili zasnezhennyh ploshchadkakh* [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.svvaul.ru/component/k2/600-osobennosti-vzlyotov-i-posadok-na-pyl'nykh-peschanykh-ili-zasnezhennykh-ploshchadkakh>. Data obrashcheniya 07.12.2017.
2. *Sazhaem vertolet vslepyu: obzor tekhnologij sinteticheskogo zreniya* [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <https://geektimes.ru/post/280278/> Data obrashcheniya 07.12.2017.
3. Priказ Mintransa RF ot 31 iyulya 2009 g. № 128 «*Ob utverzhdenii Federal'nyh aviacionnyh pravil «Podgotovka i vypolnenie polyotov v grazhdanskoj aviacii Rossijskoj Federacii»*».
4. *Mery bezopasnosti pri primenenii vertolyotov*: [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: [https://studopedia.ru/10\\_104903\\_meri-bezopasnosti-pri-primenenii-vertoletov.html](https://studopedia.ru/10_104903_meri-bezopasnosti-pri-primenenii-vertoletov.html) (data obrashcheniya: 07.12.2017).
5. *Malogabaritnyj aviacionnyj radiovysotomer A-052*: [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyj-aviatsionnyj-radiovysotomer-a-052>. Data obrashcheniya 14.09.2019.
6. *Malogabaritnyj aviacionnyj radiovysotomer A-053*: [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyj-aviatsionnyj-radiovysotomer-a-053>. Data obrashcheniya 14.09.2019.
7. *Malogabaritnyj aviacionnyj radiovysotomer A-065A*: [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: <http://www.upkb.ru/production/68/malogabaritnyj-aviatsionnyj-radiovysotomer-a-065a>. Data obrashcheniya 14.09.2019.
8. Samojlov YU.B. Hizyov G.YU. *Radioelektronnoe oborudovanie vertolyotov. Radioelektronnoe oborudovanie vertoleta Mi-8MT*: ucheb. posobie. Syzran': Filial VUNC VVS «VVA» (g. Syzran'). 2017:114.
9. Patent RU 2262718 «*Sposob izmereniya tolshchiny snezhnogo pokrova*», opubl. 20.10.2005, MPK G01S13/95].
10. Belocerkovskij G.B. *Osnovy radiolokacii i radiolokacionnye ustrojstva*. M.: Sovetskoe radio. 1975:79–84.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATIONS ABOUT AUTHORS

**Машков Виктор Георгиевич**, докторант 112 кафедры, кандидат технических наук, доцент Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

**Victor G. Mashkov**, doctoral student of the 112th department, candidate of technical sciences, associate professor, Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russian Federation.

**Малышев Владимир Александрович**, заместитель начальника 93 кафедры, доктор технических наук, профессор, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», Воронеж, Российская Федерация.

**Vladimir A. Malyshev**, deputy chief 93 departments, doctor of engineering, professor, Military Educational-Research Centre of Air Force «Air Force Academy named after professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarin», Voronezh, Russian Federation.