

фическое приложение с поддержкой средств Windows. Результатом расчета является отчет в виде документа MS Office, отформатированный в соответствии с требованиями экспертной организации.

Программа предусматривает выполнение расчета двух больших групп устройств: сосуды и аппараты, стационарные котлы и трубопроводы пара и горячей воды. Программа осуществляет запрос всех необходимых параметров, затем формирует итоговый отчет, в котором приводится остаточный срок службы устройства.

В дальнейшем, по результатам расчета остаточного ресурса, эксперт соответствующей области аттестации формирует заключение, с указанием срока возможной безопасной эксплуатации.

1. Федеральный закон от 21.07.1997 № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"// Опубликован 08.07.2016 на официальном интернет-портале правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>.
2. Приказ Ростехнадзора от 14.11.2013 №538 "Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности "Правила проведения экспертизы промышленной безопасности"// Опубликован 29.07.2016 на официальном интернет-портале правовой информации <http://www.pravo.gov.ru>.

## **АЛГОРИТМЫ РАБОТЫ КАНАЛОВ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕКТОРА ВЕТРА НА СТОЯНКЕ И ВЗЛЕТНО- ПОСАДОЧНЫХ РЕЖИМАХ ВЕРТОЛЕТА**

Атаманов Э.В., Глушкова Н.В., Никитин А.В.\*

Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н. Туполева – КАИ, г.Казань, Россия

\*E-mail: [nikitin.rf@mail.ru](mailto:nikitin.rf@mail.ru)

## **ALGORITHMS CHANNELS OF ONBOARD MEASUREMENT SYSTEM OF PARAMETERS OF WIND VECTOR IN THE PARKING AND TAKEOFF AND LANDING MODES OF HELICOPTER**

Atamanov E.V., Glushkova N.V., Nikitin A.V.

Kazan national research technical university named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia

Annotation. The features of construction and algorithms of information processing at parking, taxiing and maneuvering on the earth's surface, during takeoff and landing are shown.

Учитывая специфику работы [1] системы измерения параметров вектора ветра на стоянке и взлетно-посадочных режимах одновинтового вертолета, связанной с влиянием индуктивного потока вихревой колонны несущего винта на воспринимаемую первичную аэрометрическую информацию, предложено [2] построить ее на основе неподвижного, пространственно распределенного (комбинированного) аэрометрического приемника с использованием дополнительной информации о положении вектора скорости результирующего воздушного потока вихревой колонны несущего винта.

Тогда при маневрировании по земле и на взлетно-посадочных (полетных) режимах, за меру величин составляющих вектора скорости ветра  $\mathbf{W}$  и вектора истинной воздушной скорости  $\mathbf{V}_в$  вертолета принимается угловое положение воздушного потока вихревой колонны относительно оси симметрии аэрометрического приемника [2].

На стояночном режиме величина  $W$  и угол направления  $\psi$ , а следовательно, продольная  $W_x$  и боковая  $W_z$  составляющие вектора скорости ветра  $\mathbf{W}$ , а также статическое давление  $P_{H_0}$  определяются по давлениям  $P_i$  и  $P_{ст.д}$ , воспринимаемым посредством трубок полного давления и кольцевого приемника дросселированного статического давления с использованием выражения вида [3]

$$W = \sqrt{\frac{2}{\rho_{H_0}} (P_{i_{max}} - P_{H_0})} = \sqrt{\frac{2P_{H_0}T_0}{P_0T_{H_0}} (P_{i_{max}} - P_{H_0})}, \text{ где } \rho_{H_0} = \rho_0 \frac{P_{H_0}T_0}{P_0T_{H_0}} - \text{плотность воз-}$$

духа на уровне высоты стоянки  $H_0$ ;  $P_{H_0}$ ,  $T_{H_0}$  – статическое давление и абсолютная температура на высоте стоянки  $H_0$ ;  $P_0=760$  мм.рт.ст = 101325 Па;  $T_0=288,15K$  – статическое давление и абсолютная температура на нулевой высоте стандартной атмосферы.

Угловая координата  $\psi$  вектора скорости ветра  $\mathbf{W}$  относительно продольной оси вертолета определяется выражением [3]  $\psi = \psi_{mi} \pm (\Theta_{max} - \Theta_x)t_0$ , где  $\psi_{mi}$  – первое приближение угловой координаты направления вектора скорости ветра  $w$  в соот-

ветствии с соотношением  $\psi_{mi} = \frac{360^\circ}{n}i$  (где  $n$  – количество расположенных под

одинаковым углом трубок полного давления;  $i$  – номер трубки полного давления, в которой давление  $P_i$  наибольшее);  $\Theta_{max}$  и  $\Theta_x$  – угловые координаты сплайн функции [3], аппроксимирующей угловые характеристики трубок полного давле-

ния,  $t_0 = \frac{360^\circ}{n}$  – шаг введенной системы координат.

Параметры вектора ветра и вектора истинной воздушной скорости вертолета при рулении и маневрировании по земной поверхности и на взлетно-посадочных режимах вычисляются в соответствии с уравнениями приведенными в работах [2, 3].

Предлагаемая система измерения параметров вектора ветра позволяет решить задачу информационного обеспечения экипажа вертолета на стоянке, при маневрировании по земной поверхности, на взлетно-посадочных режимах. Использование бортовой системы позволит повысить безопасность эксплуатации одновинтовых вертолетов различного класса и назначения.

1. Ерусалимский М.А., Егоров В.Н. Экипажам вертолетов – информационную поддержку // Авиасоюз, №2 (35), С. 24-25, (2011).
2. Патент РФ на изобретение № 2427884, МПК G 01 P 5/14. Система воздушных сигналов вертолета / В.В. Солдаткин, В.М. Солдаткин, А.А. Поронов, А.В. Никитин, Н.Н. Макаров, В.И. Кожевников, В.П. Белов, Д.А. Истомина. Заявл. 09.03.2010. Оpubл. 27.08.2011. Бюл. №4.
3. Никитин А.В., Солдаткин В.В. Известия вузов. Авиационная техника, №1. С. 48-53, (2012).

## **АНАЛИЗ ТРЕБОВАНИЙ К ИЗМЕРЕНИЮ ВЕЛИЧИНЫ И УГЛА НАПРАВЛЕНИЯ ВЕКТОРА ВЕТРА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВЕКТОРА ВЕТРА НА БОРТУ ОДНОВИНТОВОГО ВЕРТОЛЕТА**

Ахметшина Л.М., Рамзаев Е.В., Никитин А.В.\*

Казанский национальный исследовательский технический университет  
имени А.Н. Туполева – КАИ, г.Казань, Россия

\*E-mail: [nikitin.rf@mail.ru](mailto:nikitin.rf@mail.ru)

## **REQUIREMENTS ANALYSIS TO MEASURE THE MAGNITUDE AND DIRECTION ANGLE OF WIND VECTOR OF MEASURING SYSTEM PARAMETERS OF WIND VECTOR ON BOARD THE SINGLE-ROTOR HELICOPTER**

Ahmetshina L.M., Ramzaev E.V., Nikitin A.V.

Kazan national research technical university named after A.N. Tupolev-KAI, Kazan, Russia

Annotation. Requirements for measuring magnitude and direction angle of wind vector on board the single-rotor helicopter at parking, starting and takeoff and landing modes are describes.

Полеты вертолетов происходят в приземном слое атмосферы и безопасность их эксплуатации определяется как надежностью конструкции планера, работы силовой установки, агрегатов и систем, так и нарушением эксплуатационных режимов вследствие воздействия опасных внешних возмущений [1].