

## СПОСОБ ОЦЕНИВАНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ БЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Кулешов Ю.В.<sup>1</sup>, Алёхин С.Г.<sup>1</sup>, Удриш В.В.<sup>2</sup>, Рукасов Е.А.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, г. Санкт-Петербург, Россия, vka@mil.ru;

<sup>2</sup> – Гидрометеорологическая служба ВС РФ, г. Москва, Россия;

<sup>3</sup> – Гидрометеорологическая служба Восточного военного округа, г. Хабаровск, Россия

**Аннотация.** Начало XXI века характеризуется интенсивным развитием беспилотных летательных аппаратов (БЛА), в разработку которых вкладываются значительные средства. С помощью БЛА можно значительно повысить эффективность решения различных задач: транспортных, разведки, целеуказания, постановки помех на поле боя, мониторинга районов расположения особо важных объектов, проведения метеорологических и экологических наблюдений. Учет метеорологических условий является важнейшей задачей планирования применения БЛА, так как чаще всего БЛА применяются в тех районах, где не проводятся регулярные метеорологические наблюдения.

Авторы предлагают один из подходов к решению задачи диагностики параметров атмосферы, влияющих на применение БЛА на основе методов обработки климатической информации.

Ключевые слова: метеорологические условия, планирование применения, беспилотный летательный аппарат

Для решения задачи оценивания продолжительности благоприятных метеорологических условий (БМУ) при планировании применения БЛА авторы предлагают «Модель благоприятных метеорологических условий», под которой понимается знаковая форма описания метеорологических условий благоприятных для функционирования некоторого объекта в среде, основанная на выявлении эмпирических свойств этих условий во взаимосвязи с характеристиками этого объекта. При этом «благоприятные метеорологические условия» – это метеорологические условия, которые не препятствуют ведению мониторинга оптическими средствами БЛА с заданной вероятностью.

Решение задачи исследования рассмотрено на примере БЛА, который относится к многофункциональным беспилотным комплексам легкого класса, предназначенным для наблюдения за протяженными и локальными объектами в труднодоступной местности. В состав специального оборудования комплекса входит двухспектральная широкополосная видеокамера, которая позволяет производить съемку в телевизионном (ТВ) и инфракрасном (ИК) участках спектра [1-4]. Считалось, что максимально допустимая скорость попутного/встречного ветра на взлете/посадке БЛА составляет 10 м/с; для ТВ диапазона длин волн МДВ должна быть  $> 5$  км; для ИК –  $> 2$  км, рабочая высота полета БЛА составляет не более 1000 м. Благоприятные метеорологические условия применения БЛА характеризовались повторяемостью значений скорости ветра ( $\tilde{P}_{ff_i < 10}$ ) менее 10 м/с; повторяемостью значений ВНГО ( $\tilde{P}_{H_{\text{нго}} > 1 \text{ км}}$ ) более 1000 м; повторяемостью значений МДВ – для видимого диапазона длин волн ( $\tilde{P}_{S_0 > 5 \text{ км}}$ ) – более 5 км, для инфракрасного диапазона длин волн ( $\tilde{P}_{S_0 > 2 \text{ км}}$ ) – более 2 км.

С использованием разработанной модели проведены численные эксперименты и получены оценки продолжительности благоприятных метеорологических условий для планирования применения БЛА. В качестве формы представления результатов моделирования была выбрана таблица оценок, которая на примере района г. Сочи представлена ниже.

С учетом особенностей климата исследуемых районов [7], анализ представленных результатов численных экспериментов позволил сделать некоторые практические выводы.

Таким образом, при оперативном планировании применения техники, когда важным или решающим фактором является время, руководитель или лицо принимающее решения, должны быть обеспечены полной, объективной и наглядной информацией. Предложенные авторами формы представления продолжительности БМУ являются примером такой информации. Они содержат оценки, которые имеют однозначную трактовку и монотонно связаны с тактико-техническими характеристиками БЛА. Способ формирования таблиц относительно несложен и требует от исследователя только наличия многолетних архивов данных метеорологических наблюдений и знания особенностей применения техники.

**Таблица 1 – Продолжительность БМУ для планирования применения БЛА в районе г. Сочи (зима)**

Задачи БПЛА	Климатические показатели	Сроки											
		декабрь				январь				февраль			
		06-09 ч.	12-15 ч.	18-21 ч.	00-03 ч.	06-09 ч.	12-15 ч.	18-21 ч.	00-03 ч.	06-09 ч.	12-15 ч.	18-21 ч.	00-03 ч.
Взлет/посадка	$\bar{P}_{ff_i < 10}$	0,15	0,07	0,15	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Мониторинг местности в видимом и ИК диапазонах	$\bar{P}_{H_{\text{ниж}} > 1 \text{ км}}$	-0,23	-0,75	-0,23	-0,22	-0,37	-0,40	-0,35	-0,31	-0,23	-0,79	-0,22	-0,22
	$\bar{P}_{S_0 > 5 \text{ км}}$	-0,75	-0,75	-0,75	-0,75	-0,38	0,09	-0,78	-0,75	-0,75	-0,75	0,12	-0,75
	$\bar{P}_{S_0 > 2 \text{ км}}$	0,15	-0,27	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,10	-0,37	0,12	0,10

#### Литература

1. Беспилотная авиация: терминология, классификация, современное состояние / В.С. Фетисов, Л.М. Неугодникова, В.В. Адамовский, Р.А. Красноперов. – Уфа: ФОТОН, 2014. – 217 с.
2. Моисеев В.С. Основы теории эффективного применения беспилотных летательных аппаратов: монография. – Казань: РИЦ «Школа», 2015. – 444 с.
3. Сечина А.Ю., Дракин М.А., Киселева А.С. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. – М.: ЗАО «Ракурс», Ч.2. – 2011.
4. Шевченко О.Ю., Боричевский А.Б. Использование беспилотных летательных аппаратов для ведения мониторинга использования территорий / Экономика и экология территориальных образований. – 2015. – Вып. № 3. – С. 150-152.
5. Климат России / Н.В. Кобышева, Е.М. Акентьева, Э.Г. Богданова и др. – СПб.: Гидрометеиздат, 2001. – 655 с.

## METHOD OF ESTIMATING THE DURATION OF FAVORABLE METEOROLOGICAL CONDITIONS FOR PLANNING-APPLICATION UNMANNED AERIAL VEHICLE

Kuleshov U.V.<sup>1</sup>, Alekhin S.G.<sup>1</sup>, Udrish V.V.<sup>2</sup>, Rukasov E.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> – *Militaryspace Academynamedafter A.F.Mozhaysky, S-Peterburg, Russia, vka@mil.ru;*

<sup>2</sup> – *Hydrometeorological service of the Armed forces, Moscow, Russia,*

<sup>3</sup> – *Hydrometeorological service of the Eastern military district, Khabarovsk, Russia*

**Abstract.** The beginning of the XXI century is characterized by the intensive development of unmanned aerial vehicles (UAV), the development of which is invested heavily. With the help of UAV can be significantly increased the effectiveness of various tasks: transport, intelligence, targeting, jamming on the battlefield, monitoring areas location of particularly important objects, meteorological and environmental observations. Taking into account meteorological conditions is the most important task of UAV application planning, as most often, UAV are used in areas where there are no regular meteorological observations.

The authors propose one of the approaches to solving the problem of diagnostics of atmospheric parameters affecting the used of UAV based on the methods of processing climate information.

Keywords: meteorological conditions, application planning, unmanned aerial vehicle