УДК 629.735.33.001.2

Таврин В.А.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ НА ВЫСОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДПЛА МОНИТОРИНГА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Дистанционно пилотируемых летательных аппаратов (ДПЛА), оснащенные оптико-электронных средствами воздушной разведки (ОЭСВР) или иконическими средствами мониторинга, находят все большее применение для мониторинга поверхности Земли.

Это объясняется своевременностью и достоверностью информации, передаваемой с борта ДПЛА наземному оператору,

Решение задач мониторинга обеспечивается применением ДПЛА различных классов – легких, мини и микро (табл. 1).

Рассматриваемые классы ДПЛА особенно чувствительны к условиям внешней среды (метеорологическим условиям, рельефу местности).

К опасным для ДПЛА явлениям погоды относятся такие явления или значения метеорологических элементов, которые угрожают безопасности полетов или снижают эффективность выполнения боевой задачи [1].

Поэтому минимально безопасная высота полета ДПЛА назначается с учетом влияния погодных условий и рельефа местности, над которой производится полет на воздушную разведку.

Максимальная высота полета ДПЛА ограничивается мощностью силовой установки, взлетной массой и запасом топлива. С другой стороны, максимальная высота полета ДПЛА, оснащенных ОЭСВР, ограничивается нижней кромкой облаков по маршруту полета.

Предположим, что ДПЛА выполняет полет над местностью, на которой отсутствуют препятствия.

В приземном слое (до высоты 200 м) возмущения, возникающие в атмосфере в виде вихрей перемещающихся в воздушном потоке, могут быть самых различных размеров от долей миллиметров до десятков и сотен километров.

Все эти вихри оказывают влияние на ДПЛА, однако болтанку (турбулентность) вызывают только такие возмущения, частота которых имеет диапазон от 0,1 до 10 Гц.

Болтанка ДПЛА вызывается в основном восходящими и нисходящими потоками воздуха. Воздействие горизонтальных пульсаций ветра на ДПЛА примерно в 17 раз меньше чем воздействие вертикальных пульсаций такой же силы [1, 2].

В зависимости от характера и интенсивности болтанки, типа ДПЛА его массы и скорости полета в турбулентном воздухе возможны потеря управления, повреждения ДПЛА, трудности управлением ДПЛА, приводящие к быстрой утомляемости наземных операторов, неточности в показаниях отдельных датчиков, уменьшение скорости полета [1].

При взлете ДПЛА особенно опасны нисходящие потоки воздуха (вертикальные нисходящие порывы ветра), возникающие в утренние часы суток при нагреве поверхности земли.

Кроме того, с определенной высоты (градиентной высоты $h_{гд}$) значение средней скорости ветра W не зависит от шероховатости поверхности [3], то есть при $h \geq h_{гд}$– W

равны над любыми типами местности ($W_А = W_Б = W_В$), находящимися на одной высоте над уровнем моря.

Таблица 1 – Основные массовые и высотные характеристики легких, мини, микро

№ п/п	ДПЛА	Тип	Масса, кг	Диапазон высот полета, м
1	Crekerelle	легкий	120–150	150–3000
2	Phoenix	легкий	175	350–2800
3	CL-289	легкий	190	150–3000
4	Silver Fox	мини	10	до 500
5	Skylark	мини	5,5	до 500
6	АИСТ	микро	2,0	до 500

Следовательно, при полете ДПЛА над местностью, на которой отсутствуют препятствия, необходимо назначать высоту полета равную или большую, чем градиентная высота $h_{гд}$ = 350 м [3].

Таким образом, для рассматриваемого случая минимально безопасная высота полета ДПЛА $H_{вmin} \geq 350$ м.

Передача движущихся изображений от ОЭСВР установленных на борту ДПЛА производится с частотой 25–30 кадров в секунду на ультракоротких волнах, которые распространяются практически прямолинейно [4].

Тогда максимальная дальность телевизионной передачи определяется высотой расположения передающей антенны на борту ДПЛА (рис. 1).

Препятствия классифицируются как естественные (горы, леса), так и искусственные (здания, сооружения).

Таким образом, минимальная высота полета ДПЛА при полете над препятствиями определяется их высотой и возможностью передачи телевизионной информации на землю на максимальную дальность [4], которая должна соответствовать максимальному радиусу действия ДПЛА (табл. 1).

Предположим, что ДПЛА выполняет полет над местностью, на которой есть естественные или искусственные препятствия, а оператор, который принимает информацию с борта ДПЛА, основание препятствия и объект на земле находятся на одной высоте над уровнем моря.

В этом случае высота препятствий определяет минимально безопасную высоту полета ДПЛА.

Предположим, полет ДПЛА над препятствием с превышением 20 % высоты препятствия безопасен, а прием информации оператором (точка А) с борта ДПЛА осуществляется на некотором удалении от препятствия $D_{пр}$, на котором находится основание препятствия, с высоты $H_{нmin}$. Объект наблюдения находится за препятствием на максимальном удалении R_d ДПЛА от оператора. В этом случае минимально безопасная высота полета ДПЛА зависит от расстояния препятствия до оператора и высоты самого препятствия.

Тогда минимально безопасная высота полета ДПЛА для заданных условий определяется из подобия треугольников АВС и АВ´С´ $\frac{H_{п\,min}}{R_д} = \frac{H_п}{D_{пр}}$ (рис. 1). Отсюда:

$$H_{п\,min} = \frac{R_д H_п}{D_{пр}}. \quad (1)$$

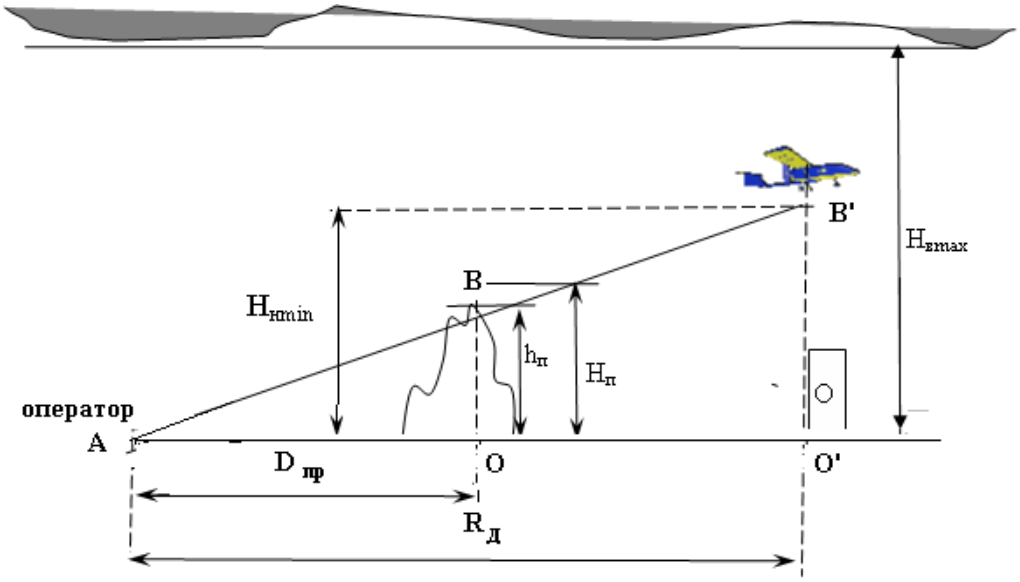

Рисунок 1 – Минимально безопасная высота полета микро БЛА при полете над препятствием $D_{пр}$ – дальность до препятствия; $R_д$ – максимальная дальность передачи информации (соответствует радиусу действия ДПЛА), $h_п$ – высота препятствия, $H_п$ – высота полета над препятствием ($H_п$ равна $1{,}2h_п$), $H_{нmin}$ – минимально безопасная высота полета ДПЛА, $H_{вmax}$ – максимальная высота полета ДПЛА по условию видимости объекта на земле, О – объект наблюдения

Если значение минимально безопасной высоты полета ДПЛА (определено возможностью передачи телевизионной информации на землю на максимальную дальность при полете над препятствием) меньше значения минимальной высоты полета ДПЛА по условию видимости объекта на земле $H_{пmin} \leq H_{вmin}$, тогда определяющей является $H_{вmin}$=350 м. Во всех других случаях, когда $H_{пmin} > H_{вmin}$, минимально безопасная высота полета ДПЛА определяется возможностью передачи телевизионной информации на землю или задача поиска ОЭСВР невыполнима.

Для микро ДПЛА "АИСТ" радиус действия 5000 м (табл. 1).

Предположим в первом случае высота препятствия 40 м, а расстояние от препятствия до оператора 4500 м $H_{пmin}$ при данных условиях составляет 53,3 м.

Во втором случае расстояние от препятствия до оператора 500 м при прочих равных условиях. В этом случае $H_{пmin}$ составляет 480 м

В третьем случае радиус действия (объект наблюдения находится за препятствием) составляет, предположим, 600 м, расстояние от препятствия до оператора 500 м. Тогда $H_{пmin}$ составляет 57 м.

Если значение минимально безопасной высоты полета ДПЛА определенно возможностью передачи телевизионной информации на землю на максимальную дальность меньше значения минимально безопасной высота полета ДПЛА по погодным условиям $H_{пmin} \leq H_{вmin}$, тогда определяющей является $H_{вmin}$=350 м.

Во всех других случаях, когда $H_{пmin} > H_{вmin}$, минимально безопасная высота полета ДПЛА определяется возможностью передачи телевизионной информации на землю.

Поэтому для первого и третьего рассмотренных случаев назначается высота полета $H_{вmin}$=350 м, а во втором случае назначается высота $H_{пmin}$=480 м.

Характеристики ОЭСВР определяются максимально и минимально возможными высотами применения БЛА $H_{нmax}$ и $H_{нmin}$.

Это, в первую очередь, определяет ширину полосы захвата В (рис. 2) [5].

Так как ДПЛА – носитель ОЭСВР чувствителен к погодным условиям, необходимо, чтобы характеристики ОЭСВР соответствовали выбранному диапазону высот полета. Вершина этого угла находится в центре входного отверстия приемной оптической системы ОЭСВР.

Угол поля зрения β характеризует ширину полосы захвата разведываемой местности, которая так же пропорциональна высоте Н ведения воздушной разведке. Угол измеряется в градусах.

Ширина полосы захвата В определяет ширину полосы местности, которая просматривается ОЭСВР [6].

Она связана с полем обзора соотношением:

$$B = 2\,H \times \mathrm{tg}\,\beta\,. \qquad (2)$$

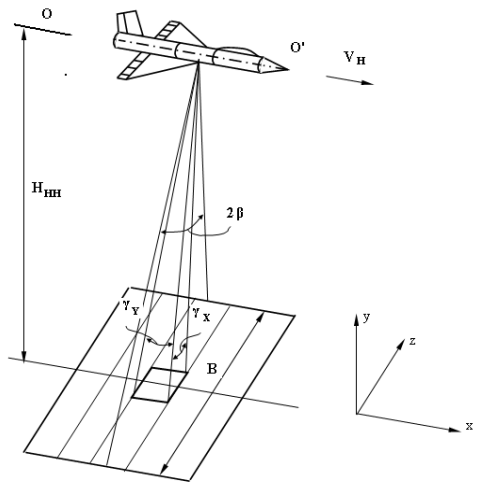

Рисунок 2 – Схема сканирования аэроландшафта одноканальной ИК-системой

Ширина полосы захвата В находится в диапазоне от 0,2 $H_н$ до 9 $H_н$ [5].

Таким образом, предложена методика определения высоты полета легких, мини и микро ДПЛА, которая позволяет назначить диапазон высот полета.

Тем самым обеспечить безопасный пролет над естественными и искусственными препятствиями, а также определить ширину полосы захвата бортовыми ОЭСВР в зависимости от их типа (инфракрасных, лазерных, телевизионных).

В том случае, когда высота препятствий по маршруту полета ДПЛА на максимальный радиус действия приближается к максимальной высоте полета, по условию передачи информации от бортовых ОЭСВР наземному оператору, необходимо задачу передачи информации решать с использованием ДПЛА-ретранслятора.

Литература

1. Кравченко И.В. Летчику о метеорологии. – М.: Воениздат, 1982. – 256 с.

2. Лернер Э. Коварный сдвиг ветра будет побежден // Аэрокосмическая техника. – 1987. – № 3. – С. 20–24.

3. Климов Ф.Я. Нижний слой атмосферы в условиях опасных явлений погоды. – Ленинград: Гидрометеоиздат. 1978. – 255 с.

4. Поповских П.Я., Кукушкин А.В., Аспанин В.Н. и др. Подготовка войскового разведчика. – Москва: Воениздат,1993. – 335 с.

5. Ребрин Ю.К. Оптико-электронное разведывательное оборудование летательных аппаратов. – К.: КВВАИУ, 1988. – 452 с.

6. Афинов В., Ольгин С. Авиационные оптико-электронные средства разведки наземных целей // ЗВО. – 2003. – №4. – С. 44–45.

Bibliography (transliterated)

1. Kravchenko I.V. Letchiku o meteorologii. – M.: Voenizdat, 1982. – 256 p.

2. Lerner E. Kovarnyiy sdvig vetra budet pobezhden. Aerokosmicheskaya tehnika. – 1987. – # 3. – P. 20–24.

3. Klimov F.Ya. Nizhniy sloy atmosferyi v usloviyah opasnyih yavleniy pogodyi. – Leningrad: Gidrometeoizdat. 1978. – 255 p.

4. Popovskih P.Ya., Kukushkin A.V., Aspanin V.N. i dr. Podgotovka voyskovogo razvedchika. – Moskva: Voenizdat,1993. – 335 p.

5. Rebrin Yu.K. Optiko-elektronnoe razvedyivatelnoe oborudovanie letatelnyih apparatov. – K.: KVVAIU, 1988. – 452 p.

6. Afinov V., Olgin S. Aviatsionnyie optiko-elektronnyie sredstva razvedki nazemnyih tseley. ZVO. – 2003. – #4. – P. 44–45.

УДК 629.735.33.001.2

Таврін В.А.

МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПОГОДНИХ УМОВ І РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ НА ВИСОТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДПЛА МОНІТОРИНГА ПОВЕРХНІ ЗЕМЛІ

Розглядається методика оцінки впливу погодних умов і рельєфу місцевості на висотні характеристики дистанційно пілотованих літальних апаратів. Призначення мінімальної та максимальної висоти польоту визначається умовами безпеки польоту розглянутих типів дистанційно пілотованих літальних апаратів та характеристиками іконічних засобів моніторингу.

Tavrin V.

THE TECHNIQUE OF AN ESTIMATION OF INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS AND TERRAIN ON HIGH-RISE PROPERTIES OF UAV MONITORING THE EARTH'S SURFACE

The methodology of assessing the impact of weather and terrain in high-altitude characteristics of remotely piloted aircraft. The assignment of minimum and maximum flight altitude is determined by the conditions of flight safety are considered types of unmanned aerial vehicles and characteristics iconic monitoring tools.