# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВОЙ АЭРОФОТОСЪЕМКИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

1. **Исходные данные:**
* Масштаб картографирования – $M$;
* Высота сечения рельефа – $h\_{сеч} (м)$;
* Модель беспилотного летательного аппарата (БЛА)
* Модель аэрофотокамеры (АФК);
* Классификация территории АФС: (межселенная территория /многоэтажная застройка);
* Перепад высот на участке (Перепад высот земной поверхности на участке (ΔH) / Высота зданий относительно средней плоскости (Hзд.)
* Фокусное расстояние объектива камеры $f(мм)$\*;
* Размер пикселя матрицы ПЗС (мкм)\*;
* Размеры матрицы ПЗС $l\_{x}$ $l\_{y}$ (мм)\*;
* Размеры матрицы ПЗС $L\_{x}$ $L\_{y}$ (в пикселях)\*;
* Наличие гироплатформы (да/нет)\*;
* Средняя путевая скорость БЛА – $v$ (км/час)\*;
* СКП определения высоты центра проекции аэрофотоснимка –$H\_{m\_{s}}$, м;
* Минимальный интервал фотографирования – $t$min (сек)

\*Необходимо самостоятельно найти значения параметров в сети Интернет в соответствии с моделями БЛА и АФК.

1. **Выполнить:**
* Рассчитать допустимый размер проекции пикселя на местность (Δ);
* Вычислить допустимый масштаб фотографирования $(m)$;
* Рассчитать высоту фотографирования $(H)$;
* Задать продольное перекрытие – *Px* (%) и поперечное перекрытие – *Py* (%) в соответствии с требованиями ГОСТ Р 59328—2021;
* Вычислить базисы фотографирования $b\_{x}$ и $b\_{y}$ (мм) на снимке;
* Вычислить базисы фотографирования $B\_{x}$ и $B\_{y}$ (м) на местности;
* Задать скорость полета и вычислить интервал фотографирования.
1. **Порядок выполнения.**
	1. Расчет допустимого размера пикселя на фотоплане

Для обеспечения качественной печати цифрового фотоплана требуется, чтобы размер пикселя на местности не превышал следующего значения:

$∆=0.07 мм ∙M$ (1)

где $∆$ - допустимый размер пикселя на местности, $M$ – знаменатель масштаба создаваемого фотоплана. Результат вычислений следует выразить в метрах на местности.

* 1. Вычисление допустимого масштаба фотографирования

Предельное значение знаменателя масштаба фотографирования определяется отношением размера пикселя на местности к размеру пикселя на снимке.

$m=\frac{∆}{δ}$ (2)

где $δ$ - размер пикселя на снимке.

* 1. Расчет высоты фотографирования

Высота фотографирования, отвечающая требованиям изготовления фотопланов, вычисляется по следующей формуле:

$H=f∙m$ (3)

где $f$ - фокусное расстояние объектива фотоаппарата.

* 1. Задать продольное перекрытие – Px (%) и поперечное перекрытие – Py (%) в соответствии с требованиями п. 6.2.5 ГОСТ Р 59328—2021;
	2. Вычисление базисов фотографирования на снимке и на местности.

Базис – это расстояние между центрами фотографирования пары снимков одного маршрута ($b\_{x}$), или пары снимков смежных маршрутов ($b\_{y}$). Вычисляются в зависимости от заданного продольного ($P\_{x}$) и поперечного ($P\_{y}$) перекрытия, а также от размеров матрицы ПЗС.

$\left.\begin{array}{c}b\_{x}=\frac{\left(100-P\_{x}\right)}{100}∙l\_{x}\\b\_{y}=\frac{(100-P\_{y})}{100}∙l\_{y}\end{array}\right\}$ (4)

где $l\_{x}$ и $l\_{y}$ размеры матрицы ПЗС в миллиметрах.

Базис на местности выражается в метрах и вычисляется через масштаб АФС.

$\left.\begin{array}{c}B\_{x}=\frac{b\_{x}∙m}{1000}\\B\_{y}=\frac{b\_{y}∙m}{1000}\end{array}\right\}$ (5)

* 1. Вычисление интервала фотографирования.

В зависимости от типа летательного аппарата определить скорость полета (км/час) и рассчитать интервал фотографирования (сек).

$t=3.6∙\frac{B\_{x}}{v}$ (6)

* 1. Рассчитать требуемую точность определения высот по снимкам.

Согласно инструкции по топографическим съемкам эта погрешность не должна превышать 1/5 от высоты сечения рельефа.

$∆\_{h}=\frac{1}{5}h\_{сеч}$ (7)

* 1. Рассчитать допустимую максимальную высоту фотографирования исходя из требований к точности съемки рельефа ($H\_{доп}):$

$H\_{доп}=\frac{L\_{x}(1-{P\_{x}}/{100})}{q}\sqrt{\frac{m\_{h}^{2}-0,5m\_{h\_{s}}^{2}}{3}}$ (8)

где $q$ – СКП измерения координат на цифровом фотоснимке в пикселях (0.33).

* 1. Расчеты выполнить в таблице Microsoft Office Excel.

Контрольный пример приведен в таблице 3.1. В желтые поля заносятся исходные данные.

Таблица 1. Пример расчета параметров фотографирования



Если рассчитанное значение высоты фотографирования $(H)$ превышает допустимую максимальную высоту фотографирования ($H\_{доп}) $необходимо его изменить. При подборе значения высоты АФС необходимо следить за изменением интервала фотографирования, чтобы это значение не оказалось меньше, чем минимальный интервал фотографирования в исходных данных.