

Số: /2021/TT-BTNMT

Hà Nội, ngày tháng năm 2021

THÔNG TƯ

Quy định kỹ thuật thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số bằng tàu bay không người lái phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia, bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000

Căn cứ Luật Đo đạc và bản đồ ngày 14 tháng 6 năm 2018;

Căn cứ Nghị định số 27/2019/NĐ-CP ngày 13 tháng 3 năm 2019 của Chính phủ quy định chi tiết một số điều của Luật Đo đạc và bản đồ;

Căn cứ Nghị định số 36/2017/NĐ-CP ngày 04 tháng 4 năm 2017 của Chính phủ quy định chức năng, nhiệm vụ, quyền hạn và cơ cấu tổ chức của Bộ Tài nguyên và Môi trường;

Theo đề nghị của Cục trưởng Cục Đo đạc, Bản đồ và Thông tin địa lý Việt Nam, Vụ trưởng Vụ Pháp chế và Vụ trưởng Vụ Khoa học và Công nghệ;

Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành Thông tư Quy định kỹ thuật về thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số bằng tàu bay không người lái phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia, bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000.

Chương I

QUY ĐỊNH CHUNG

Điều 1. Phạm vi điều chỉnh

Thông tư này quy định kỹ thuật về hệ thống thiết bị, thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái, phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia, bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000.

Điều 2. Đối tượng áp dụng

1. Thông tư này áp dụng đối với các cơ quan, tổ chức, cá nhân liên quan đến các hoạt động thu nhận và xử lý dữ liệu ảnh số từ tàu bay không người lái phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia, bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000.

2. Được phép áp dụng Thông tư này trong thành lập các loại bản đồ chuyên đề có yêu cầu tương đương hoặc thấp hơn về độ chính xác.

3. Thông tư này chỉ áp dụng cho dự án có diện tích $\leq 20 \text{ km}^2$. Không được chia nhỏ khu vực dự án thành các phân khu liền kề nhau trong một dự án để áp dụng. Đối với các khu vực như hải đảo, khu vực địa hình hiểm trở khó khăn, khu vực biên giới hay các trường hợp đặc biệt không thể áp dụng phương pháp thi công khác thì có thể mở rộng diện tích bay chụp, nhưng phải được cơ quan quản lý Nhà nước ngành Đo đạc và Bản đồ xem xét và cho phép.

Điều 3. Giải thích từ ngữ và chữ viết tắt

Trong thông tư này, các từ ngữ dưới đây được hiểu như sau:

1. CCD (Charge-Couple Device): là thiết bị cảm biến chuyển đổi hình ảnh quang học sang tín hiệu điện trong các máy chụp ảnh kỹ thuật số.
2. CORS (Continuously Operating Reference Station): là trạm tham chiếu hoạt động liên tục.
3. DEM (Digital Elevation Model): là mô hình số độ cao
4. DSM (Digital Surface Model): là mô hình số bề mặt, thể hiện lớp trên cùng của bề mặt đất nhìn được từ trên xuống.
5. DTM (Digital Terrain Model): là mô hình số địa hình, thể hiện độ cao của bề mặt địa hình.
6. DEM/DTM: là mô hình số độ cao thể hiện độ cao của bề mặt địa hình.
7. EO (Exterior Orientation): là nguyên tố định hướng ngoài của ảnh hàng không.
8. Geoid: là mô hình mặt trọng trường Trái Đất, trên đó thế trọng trường ở mọi điểm có giá trị bằng nhau. Mô hình geoid trùng với bề mặt nước biển trung bình trên các đại dương, giả định kéo dài qua các lục địa; được sử dụng trong xác định độ cao và nghiên cứu khoa học về Trái Đất.
9. GNSS (Global Navigation Satellite System): là Hệ thống vệ tinh dẫn đường toàn cầu.
10. GSD (Ground Sample Distance): là độ phân giải mặt đất.
11. IMU (Inertial Measurement Unit): là thiết bị đo lường quán tính.
12. Pixel (Picture element hay pixel): là đơn vị cơ bản nhất (nhỏ nhất) ghi nhận được trên thiết bị cảm biến của máy chụp ảnh số.

13. Point cloud: là đám mây điểm, tập hợp các điểm có tọa độ, độ cao được xác định qua quá trình xử lý dữ liệu.
14. PPK (Post Procesed Kinematic): đo động xử lý sau.
15. RTK(Real Time Kinematic): đo động thời gian thực.
16. Thiết bị điều khiển mặt đất: là các thiết bị trên mặt đất dùng để điều khiển tàu bay không người lái.
17. Trạm Base: là trạm tham chiếu trên mặt đất.
18. UAV(Unmanned Aerial Vehicles): là tàu bay không người lái.
19. WGS84 (World Geodetic System 1984): là Hệ tọa độ trắc địa toàn cầu 1984.

Chương II

QUY ĐỊNH KỸ THUẬT VỀ HỆ THỐNG THIẾT BỊ VÀ TÀU BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI

Điều 4. Quy định về thiết bị gắn trên tàu bay không người lái

Các thành phần thiết bị chính gắn trên tàu bay không người lái phục vụ xây dựng cơ sở dữ liệu nền địa lý quốc gia, bản đồ địa hình quốc gia tỷ lệ 1:2.000, 1:5.000 và thành lập bản đồ địa hình tỷ lệ 1:500, 1:1.000 bao gồm hệ thống thiết bị máy ảnh số, GNSS/IMU.

Hệ thống GNSS/IMU đảm bảo thu được pha sóng tải, tần số thu tín hiệu tối thiểu 1 Hz; được tích hợp với máy ảnh số để xử lý dữ liệu đo bằng giải pháp RTK/PPK xác định các nguyên tố định hướng ngoài của ảnh.

Điều 5. Quy định về tàu bay không người lái

Tàu bay không người lái phải được quản lý theo Nghị định số 36/2008/NĐ-CP ngày 28 tháng 3 năm 2008 của Chính Phủ về quản lý tàu bay không người lái và các phương tiện bay siêu nhẹ và Nghị định số 79/2011/NĐ-CP ngày 05 tháng 09 năm 2011 của Chính phủ về sửa đổi, bổ sung một số điều của Nghị định số 36/2008/NĐ-CP ngày 28 tháng 3 năm 2008 của Chính phủ về quản lý tàu bay không người lái và các phương tiện bay siêu nhẹ.

Tiêu chuẩn kỹ thuật đối với tàu bay không người lái tuân theo Điều 4, Chương 2, Thông tư số 35/2017/TT-BQP ngày 12 tháng 02 năm 2017 của Bộ Quốc phòng về quy định tiêu chuẩn đủ điều kiện bay; tiêu chuẩn, thủ tục cấp giấy phép cho cơ sở thiết kế, sản xuất, sửa chữa, bảo dưỡng, thử nghiệm tàu bay, động cơ tàu bay, cánh quạt tàu bay và trang bị, thiết bị của tàu bay không người

lái, phương tiện bay siêu nhẹ; khai thác tàu bay không người lái và phương tiện bay siêu nhẹ.

Bộ phận thu phát sóng vô tuyến điện phải được đăng ký tần số theo quy định tại Thông tư số 05/2015/TT-BTTTT ngày 23 tháng 3 năm 2015 của Bộ Thông tin và Truyền thông về quy định chi tiết và hướng dẫn thủ tục cấp phép sử dụng tần số vô tuyến điện; cho thuê, cho mượn thiết bị vô tuyến điện, sử dụng chung tần số vô tuyến điện.

Yêu cầu về tính năng cơ bản của tàu bay không người lái:

- a) Phương pháp điều khiển: tự động và bán tự động.
- b) Trọng lượng cất cánh tối đa của tàu bay: 1,0 kg – 25,0 kg.
- c) Khả năng chống chịu gió tối đa: từ 8 m/s.

Điều 6. Quy định thiết bị điều khiển mặt đất

Thiết bị điều khiển phải có khả năng điều khiển tối thiểu 5km.

Có màn hình hiển thị tối thiểu các thông số: vị trí, độ cao, tốc độ, hướng bay, tình trạng pin; tình trạng hoạt động của máy ảnh, trạng thái hoạt động GNSS, trạng thái kết nối giữa trạm điều khiển và tàu bay; các thông số về khí tượng.

Phần mềm điều khiển bay: có khả năng thiết kế, lập kế hoạch, điều khiển bay chụp ảnh phục vụ thành lập bản đồ.

Chương III

QUY ĐỊNH KỸ THUẬT THU NHẬN DỮ LIỆU ẢNH SỐ UAV

Điều 7. Quy trình thu nhận dữ liệu

Quy trình thu nhận dữ liệu gồm các bước công việc chính như sau:

- Bước 1. Công tác chuẩn bị
- Bước 2. Thiết kế bay chụp
- Bước 3. Xây dựng và đo nội trạm Base, đo không chế ảnh
- Bước 4. Bay chụp ảnh
- Bước 5. Xử lý dữ liệu sau bay chụp

Điều 8. Công tác chuẩn bị

1. Khảo sát địa hình

Trước khi tổ chức bay chụp ảnh, phải tiến hành khảo sát các điều kiện về địa hình, địa vật, khí tượng (mây, mưa, gió), nơi cất hạ cánh. Phải chọn khu vực đủ rộng, thoáng, ít người qua lại để làm nơi cất và hạ cánh của UAV. Chỉ được bay chụp ảnh khi các điều kiện bay được đáp ứng đầy đủ và đặc biệt máy bay phải có độ cao bay cách các đỉnh cột điện, cột thu phát sóng, cao ốc, đỉnh núi hay các địa vật có độ cao đột xuất khác lớn hơn 20m.

2. Xin giấy phép bay

Giấy phép bay do cơ quan có thẩm quyền cấp.

Điều 9. Thiết kế bay chụp

1. Yêu cầu về độ chính xác sản phẩm ảnh gốc và độ cao bay chụp ảnh

Sản phẩm ảnh gốc thu nhận là file ảnh số được chụp bằng các máy ảnh gắn trên UAV và lưu trữ ở dạng ảnh số theo định dạng của phần mềm đi kèm máy ảnh. Ảnh gốc được thu nhận phải có độ tương phản, độ sáng, độ nét, màu sắc đối tượng đảm bảo chất lượng cho quá trình xử lý dữ liệu. Trên ảnh gốc phải nhận biết được rõ ràng các đối tượng trên ảnh bằng trực quan. Ảnh gốc có định dạng theo phần mềm đi kèm loại máy sử dụng và được lưu trữ, chuyển giao nguyên trạng. Độ phân giải mặt đất của ảnh gốc được thu nhận phải đáp ứng yêu cầu về độ chính xác mặt phẳng và độ cao tương ứng với tỷ lệ và khoảng cao đều của bản đồ cần thành lập.

Yêu cầu về độ chính xác sản phẩm ảnh gốc và độ cao bay chụp ảnh:

a) Độ chính xác mặt phẳng: độ phân giải mặt đất GSD của ảnh gốc phải có kích thước tương ứng với tỷ lệ bản đồ cần thành lập và được tính theo công thức:

$$GSD \leq (0.1 \times M_b) / 1000 \quad m \quad [1]$$

Trong đó: M_b là mẫu số tỷ lệ bản đồ cần thành lập.

b) Độ chính xác độ cao: độ phân giải mặt đất của ảnh gốc phải có kính thước thỏa mãn yêu cầu độ chính xác xác định về độ cao bằng công nghệ đo vẽ ảnh số và được ước tính theo công thức:

$$GSD \leq M_h \cdot C_x \cdot (100\% - P\%) \cdot n / f \quad m \quad [2]$$

Trong đó:

- M_h là sai số trung phương xác định độ cao yêu cầu của bản đồ cần thành lập, được quy định tùy thuộc vào địa hình và khoảng cao đều đường bình độ cơ bản của bản đồ cần thành lập theo quy phạm, quy định hiện hành (m)

- Cx là kích thước mảng CCD của máy ảnh theo hướng đường bay (mm)
- P% là độ phủ dọc giữa 2 tấm ảnh liền kề trong một tuyến bay
- f là chiều dài tiêu cự ống kính máy chụp ảnh (mm)
- n là mẫu số ước tính sai số trung phương xác định thị sai ngang (MΔp) so với kích thước điểm ảnh (S), với $M\Delta p = S/n$, tùy điều kiện (sự tương phản của mặt đất, thực phủ, độ phủ của ảnh) n được xác định từ 1÷3. Theo thiết kế đối với khối ảnh chụp bằng UAV, độ phủ của ảnh giữa 2 tuyến bay liền kề độ phủ ngang của ảnh thường từ 60%÷70%, 70%÷ 80% và độ phủ dọc $\geq 70\%$. Trong điều kiện bay tiêu chuẩn, tầng dày không chế ảnh bằng các phần mềm khớp ảnh tự động lúc này chọn n tương ứng là 1, 2, 3 với 3 dải độ phủ nói trên.

c) Độ cao bay chụp ảnh: là độ cao bay so với mặt đất khi chụp ảnh, được tính toán từ độ phân giải mặt đất của ảnh theo công thức:

$$H = f.GSD.1000/S \quad m \quad [3]$$

Trong đó:

- f là chiều dài tiêu cự ống kính máy chụp ảnh (mm)
- S là kích thước điểm ảnh (μm)
- GSD là độ phân giải mặt đất của ảnh (m)

2. Phần mềm sử dụng cho thiết kế bay chụp

Sử dụng phần mềm đi kèm các hệ thống UAV để thiết kế bay chụp. Phần mềm thiết kế phải đảm bảo các tính năng cơ bản: chọn được hệ thống máy bay và máy ảnh, nhập được các thông số cơ bản dùng cho thiết kế bay, ảnh nền, tự động thiết kế tuyến bay theo phạm vi xác định.

3. Các thông số cơ bản dùng trong thiết kế:

- a) Độ phân giải mặt đất.
- b) Độ cao bay chụp.
- c) Độ phủ dọc, ngang của ảnh.
- d) Thông số chụp ảnh của máy ảnh.
- e) Hướng của tuyến bay.

4. Sản phẩm thiết kế tuyến bay:

- a) Sơ đồ thiết kế tuyến bay.
- b) Các thông số bay chụp.
- c) Số lượng tuyến bay, số lượng ảnh.

Điều 10. Xây dựng và đo nội trạm Base, đo không chế ảnh

1. Xây dựng và đo nội trạm Base

Trạm Base ưu tiên bố trí ở trung tâm khu bay chụp, cách ranh giới của khu bay không quá 10 km, ở vị trí thông thoáng đủ điều kiện thu nhận tín hiệu GNSS.

Trạm Base phải được đánh dấu bằng cọc hoặc mốc theo thiết kế kỹ thuật.

Việc đo nội tọa độ và độ cao trạm Base bằng phương pháp đo đạc trực tiếp: GNSS, toàn đạc điện tử, thủy chuẩn hình học.

Độ chính xác xác định tọa độ của điểm trạm Base nhỏ hơn 0,1 mm ở tỷ lệ bản đồ và về độ cao là 0,1 khoảng cao đều cần thành lập.

Ví dụ: bản đồ tỷ lệ 1/2000 với khoảng cao đều 1m

Độ chính xác mặt phẳng $m_{xy} \leq 0,2m$

$M_h \leq 0,2 m$

2. Thiết kế và đo đạc không chế ảnh, điểm kiểm tra

Trong mỗi khu bay, thông thường phải thiết kế ít nhất 5 điểm không chế (mặt phẳng, độ cao), 4 điểm ở khu vực các góc và một điểm ở trung tâm. Trường hợp khu bay có hình dạng phức tạp cần bố trí thêm các điểm không chế ảnh ở các góc.

Trong mỗi khu bay bố trí ít nhất 01 điểm kiểm tra tại vị trí xa các điểm không chế ảnh.

Điều 11. Quy định về công tác bay chụp

1. Tổ chức thực hiện bay chụp

Chỉ các tổ chức có giấy phép thu nhận dữ liệu ảnh hàng không do cơ quan có thẩm quyền cấp mới được tổ chức và thực hiện bay chụp ảnh. Tổ chức hiệp đồng bay thực hiện theo giấy phép bay chụp.

Ngay trước khi triển khai bay chụp ảnh, phải kiểm tra sự hoạt động của máy bay và các thiết bị lắp đặt trên máy bay, đặc biệt là kiểm tra thời gian hoạt động còn lại của pin. Thực hiện các bước kiểm tra theo quy định của từng hệ thống bay chụp, hiệp đồng bật thu tín hiệu GNSS tại điểm trạm Base.

Khi thực hiện bay chụp ảnh phải bay chụp theo đúng thiết kế, phải đảm bảo an toàn tối đa cho người dân và thiết bị. Phải liên tục theo dõi thiết bị bay, thiết bị điều khiển bay, nếu có trục trặc phải có biện pháp xử lý kịp thời.

Dữ liệu GNSS và IMU được thu nhận trên UAV có định dạng và tổ chức ghi nhận khác nhau theo từng loại máy. Dữ liệu GNSS và IMU được lưu trữ và chuyển giao theo nguyên trạng.

Khi thực hiện bay chụp ảnh phải có nhật ký ghi lại toàn bộ quá trình bay chụp, ghi dấu các đường đã bay theo ca bay, ngày bay cụ thể.

Khi thực hiện xong ca bay, thu hồi thiết bị bay sau khi hạ cánh, kiểm tra thiết bị UAV, GPS/IMU và máy ảnh. Tiến hành các bước kiểm tra trước khi bay theo quy định cho lần cất cánh tiếp theo.

2. Đo GNSS tại trạm Base trong quá trình bay chụp

Trong quá trình bay chụp phải tiến hành đặt máy thu GNSS liên tục tại các trạm Base suốt thời gian bay chụp. Máy thu GNSS phải được bật, thu tín hiệu trước thời điểm UAV cất cánh và chỉ được tắt sau khi UAV hạ cánh tối thiểu 5 phút. Dữ liệu GNSS thu tại trạm Base từ máy thu 2 tần số, thu tín hiệu 1 giây. Có thể sử dụng dữ liệu GNSS tại trạm CORS của hệ thống trạm định vị vệ tinh quốc gia thay thế dữ liệu GNSS thu tại trạm Base.

Độ cao ăng ten GNSS phải được đo 3 lần: trước, giữa và sau khi kết thúc đến mm. Giá trị độ cao ăng ten trung bình được đưa vào tính toán xử lý sau.

Dữ liệu GNSS được định dạng theo loại máy sử dụng, lưu trữ và chuyển giao theo nguyên trạng.

Điều 12. Xử lý dữ liệu sau bay chụp

1. Sao lưu dữ liệu

Dữ liệu ảnh thô từ máy ảnh, dữ liệu đo GNSS từ trạm Base và dữ liệu GNSS/IMU từ máy thu trên máy bay.

2. Tính toán tọa độ tâm ảnh và các nguyên tố định hướng ảnh

3. Kiểm tra đánh giá kết quả bay chụp

a) Điều kiện bay chụp: tốc độ máy bay, cấp độ gió, thời gian chụp;

b) Độ chòem ảnh ra biên khu chụp hoặc tiếp biên với các khu khác;

c) Độ phủ dọc, độ phủ ngang của ảnh;

d) Chất lượng ảnh chụp: độ rõ nét hình ảnh, độ tương phản, điều kiện ánh sáng, bóng nắng, bóng mây che khuất.

d) Chất lượng của các điểm khống chế ảnh: chất lượng hình ảnh dấu mốc, độ phủ ảnh tại các vị trí điểm khống chế ảnh, kiểm tra (nếu có);

4. Bay bù, bay bổ sung

Sau khi kiểm tra kết quả bay chụp tại thực địa, tiến hành bay bù, bay bổ sung nếu sản phẩm chưa đạt yêu cầu.

Chương IV

QUY ĐỊNH KỸ THUẬT XỬ LÝ DỮ LIỆU

Điều 13. Quy trình công nghệ xử lý dữ liệu

1. Quy trình xử lý dữ liệu UAV gồm các công đoạn chính sau:

Bước 1. Tạo Project và nhập dữ liệu ảnh;

Bước 2. Chọn hệ tọa độ;

Bước 3. Xử lý bước đầu;

Bước 4. Chích điểm KCA, tối ưu hóa định hướng khối ảnh;

Bước 5. Tạo đám mây điểm dày đặc;

Bước 6. Tạo mô hình số độ cao, DSM và bình đồ ảnh;

Bước 7. Kiểm tra, chỉnh sửa kết quả, xuất báo cáo.

2. Tạo Project và nhập dữ liệu ảnh

Trước khi xử lý ảnh cần tạo project cho khối ảnh, đặt tên, chọn vị trí lưu dữ liệu sau xử lý có dung lượng thích hợp.

Nhập dữ liệu ảnh chụp vào Project. Ảnh chụp không được chứa bất kỳ ký hiệu nào như thông tin về thời gian và ngày tháng. Không chỉnh sửa ảnh chụp bằng một phần mềm khác, ví dụ như chỉnh sáng, xoay ảnh, v.v ... Không sử dụng ảnh chụp trong khi cất cánh hoặc hạ cánh.

Ảnh chụp được nhập theo định dạng quy định của phần mềm thông thường có thể được nhập dưới dạng *.jpg, *.jpeg, *.tif hoặc *.tiff.

Nhập tọa độ tâm ảnh ảnh: bao gồm tọa độ vị trí chụp ảnh, góc xoay và độ chính xác (nếu có) của ảnh. Tọa độ tâm ảnh phải phù hợp với tọa độ đã khai báo của khối ảnh (lưu ý: Một số phần mềm có thể xử lý ảnh mà không cần tọa độ tâm chụp).

Lựa chọn camera chụp ảnh (thông số máy ảnh). Thông thường các thông số của camera chụp ảnh được tự động đọc từ thư viện của phần mềm dựa vào ảnh chụp. Tuy nhiên cần kiểm tra và tùy chỉnh các thông số của máy ảnh một cách chính xác. Các thông số cần kiểm tra bao gồm: độ dài tiêu cự, kích thước CCD (pixel, mm) và tỷ lệ kích thước cảm biến, điểm chính ảnh, các thông số hiệu chỉnh máy ảnh (nếu có).

3. Chọn hệ tọa độ

Hệ quy chiếu và Hệ tọa độ quốc gia VN-2000, múi chiếu, kinh tuyến trực thực hiện theo quy định tại Thông tư số 973/2001/TT-TCĐC ngày 20 tháng 6 năm 2001 của Tổng cục Địa chính hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN-2000.

Hệ độ cao sử dụng trong xây dựng mô hình số độ cao là hệ đo cao quốc gia hiện hành.

4. Xử lý bước đầu

Liên kết, định hướng khối ảnh sơ bộ. Khối ảnh sau định hướng sơ bộ sẽ tạo ra đám mây điểm sơ bộ, báo cáo kết quả xử lý ảnh bước đầu. Tổng số ảnh đưa vào khối ảnh phải xử lý được 98% tổng số lượng ảnh, đồng thời không có ảnh không xử lý được ở giữa khối, trường hợp đặc biệt có thể cho phép 1-2 ảnh ở giữa khối không thể xử lý nhưng không được liền kề nhau.

5. Chích điểm không chế ảnh, bình sai khối ảnh

Chọn, chích toàn bộ điểm không chế ảnh vào các ảnh có xuất hiện tiêu không chế ảnh. Các điểm chích ảnh cần đạt độ chính xác nhỏ hơn 1 pixel, trường hợp khó khăn có thể lên tới 2 pixel.

Tối ưu hóa định hướng khối ảnh. Bình sai khối ảnh bằng cách hiệu chỉnh lại thông số của máy ảnh khi đã chích xong điểm không chế (Bước này tùy thuộc vào từng phần mềm có thể thực hiện hoặc không).

6. Tạo đám mây điểm dày đặc

Tạo đám mây điểm dày đặc từ đám mây điểm đã tạo ở Bước 4;
Xuất dữ liệu đám mây điểm theo kích thước mặc định, định dạng *.las.

7. Tạo mô hình số độ cao DSM và bình đồ ảnh

Tạo mô hình số độ cao DSM, yêu cầu cần đặt khoảng cách mắt lưới theo yêu cầu thông thường bằng 5-10 lần GSD, định dạng *.geoTiff;

Tạo bình đồ ảnh trực giao, đặt độ phân giải theo yêu cầu, thông thường bằng GSD, định dạng *.geoTiff.

8. Kiểm tra, chỉnh sửa kết quả, xuất báo cáo

Kiểm tra lại kết quả mô hình số độ cao; bình đồ ảnh theo yêu cầu về hình học, tính toàn vẹn và độ chính xác.

Độ chính xác về mặt phẳng các điểm không chế sau bình sai nhỏ hơn 01 pixel, độ chính xác về độ cao nhỏ hơn 02 pixel. sai số trung phương điểm kiểm

tra về mặt phẳng và độ cao cần nhỏ hơn 1/4 lần sai số cho phép của bản đồ cần thành lập.

Xuất báo cáo xử lý ảnh từ phần mềm, định dạng *.pdf.

Điều 14. Quy định về sản phẩm và độ chính xác trong xử lý dữ liệu

1. Quy định về sản phẩm:

Sản phẩm của xử lý dữ liệu UAV bao gồm: đám mây điểm, mô hình số bề mặt DSM, bình đồ ảnh, mô hình số địa hình DEM/DTM (nếu có).

2. Quy định về độ chính xác trong xử lý dữ liệu

a) Sai số trung phương vị trí mặt phẳng và độ cao của các điểm khống chế ảnh ngoại nghiệp sau bình sai khối tầng dày phải bảo đảm về mặt phẳng không vượt quá 0,2 mm tính theo tỷ lệ bản đồ, về độ cao không vượt quá 1/4 khoảng cao đều cơ bản.

b) Số chênh giữa tọa độ, độ cao tầng dày và tọa độ, độ cao đo ngoại nghiệp của các điểm kiểm tra không vượt quá 0,4 mm trên bản đồ về mặt phẳng và 1/2 khoảng cao đều đường bình độ cơ bản về độ cao.

3. Sản phẩm đám mây điểm

Định dạng *.las hoặc tương đương, thông tin thuộc tính của đám mây điểm ngoài tọa độ, độ cao cần phải có thông số màu sắc của mỗi điểm tương ứng. Độ chính xác của đám mây điểm tương ứng với độ chính xác của bản đồ cần thành lập (về mặt phẳng nhỏ hơn 01 GSD, về độ cao nhỏ hơn 02 GSD).

4. Sản phẩm mô hình số bề mặt DSM

Định dạng *.GeoTiff hoặc tương đương, mô hình số DSM chứa thông tin về tọa độ, độ cao của các địa vật, thực vật... trong khu vực bay chụp. Yêu cầu độ chính xác về độ cao nhỏ hơn 02 lần độ phân giải mặt đất (GSD). Mô hình số độ cao được cắt chòem khung khu vực đo 0,1mm *M và không được có dữ liệu trống (hole) bên trong khu vực đo.

5. Sản phẩm bình đồ ảnh

Định dạng *.GeoTiff hoặc tương đương, bình đồ ảnh phải có màu sắc tự nhiên hài hòa không quá sáng hoặc quá tối, không bị lóa, không có mây mù. Yêu cầu độ chính xác về tọa độ nhỏ hơn 01 lần độ phân giải mặt đất (GSD). Bình đồ ảnh phải được cắt chòem khung khu vực đo 0,1mm *M và không được có dữ liệu trống (hole) bên trong khu vực đo.

6. Sản phẩm mô hình số địa hình DTM

a) Sai số tiếp biên giữa các mảnh DTM khác phân khu bay quét không được vượt quá 1,5 lần sai số cho phép của DEM cuối cùng

Sai số cho phép của DEM cuối cùng không được vượt quá so với quy định theo bảng 1 tương ứng với các khoảng cao đều đường bình độ cơ bản và tỷ lệ bản đồ.

Bảng 1

Khoảng cao đều \ Tỷ lệ	Sai số DEM về độ cao (m)			
	1:500	1:1.000	1:2.000	1:5.000
0,5 m	0,12	0,12	0,12	0,12
1,0 m	0,2	0,2	0,2	0,2
2,5 m		0,7	0,7	0,7
5,0 m			1,5	1,5

Đối với khu vực ẩn khuất và đặc biệt khó khăn các sai số trên được phép tăng lên 1,5 lần.

b) Sai số tuyệt đối của DEM được đánh giá thông qua các điểm đo kiểm tra ở thực địa. Sai số trung phương về độ cao của tập hợp điểm kiểm tra giữa độ cao đo so với độ cao nội suy từ DEM không được vượt quá sai số cho phép của DEM cuối cùng. Sai số giới hạn không được vượt quá 2 lần sai số trung phương. Các sai lệch của các trị đo kiểm tra không được vượt quá sai số giới hạn, số lượng các trị đo có giá trị nằm trong khoảng (70% - 100%) sai số giới hạn không được vượt quá 10%.

c) Điểm kiểm tra thực địa DEM được đo bằng phương pháp đường chuyền đo góc cạnh, đường chuyền treo, phương pháp giao hội nghịch sử dụng máy toàn đạc điện tử hoặc công nghệ đo GNSS tĩnh, kỹ thuật đo GNSS động với độ cao trạm gốc (Base) được lấy từ điểm thuộc lưới đo vẽ cấp 2 trở lên.

d) Mô hình số độ cao DEM được lưu trữ ở 2 định dạng GRID nhị phân và ASCII kèm theo siêu dữ liệu (Metadata).

Điều 15. Quy định về phần mềm xử lý

Phần mềm xử lý dữ liệu thu nhận từ tàu bay không người lái có thể tự phát triển hoặc sử dụng phần mềm của các Hãng thương mại. Tuy nhiên phải đáp ứng

các yêu cầu về chất lượng cũng như các chủng loại sản phẩm đầu ra bao gồm: bình đồ ảnh, mô hình số độ cao DSM, đám mây điểm.

Khuyến cáo một số phần mềm có thể phục vụ xử lý ảnh: Agisoft metashape, Pix4d Mapper, ContextCapture, PhotoMesh, Capture Reality...

Ngoài phần mềm xử lý ảnh, một số hãng sản xuất UAV có thể sử dụng thêm phần mềm khác để xử lý tọa độ tâm ảnh chính xác. Phần mềm này sẽ do Nhà cung cấp khuyến cáo sử dụng, tuy nhiên phải đảm bảo về độ chính xác khi xác định tọa độ tâm ảnh. Một số phần mềm thường được sử dụng như Trimble Business Center, Topcon Tools, Wingtra Hub, Tool rtkpost.

Điều 16. Kiểm tra, thẩm định, nghiệm thu chất lượng sản phẩm

Công tác kiểm tra, thẩm định, nghiệm thu chất lượng sản phẩm được thực hiện theo quy định tại Thông tư số 24/2018/TT-BTNMT ngày 15 tháng 11 năm 2018 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về kiểm tra, thẩm định, nghiệm thu chất lượng sản phẩm đo đạc và bản đồ.

Điều 17. Giao nộp dữ liệu, sản phẩm

Các sản phẩm giao nộp gồm:

1. Sản phẩm đo nối điểm không chế ảnh, điểm trạm base:
 - a) Số liệu đo điểm không chế ảnh, điểm trạm base, điểm kiểm tra;
 - b) Kết quả tính toán điểm không chế ảnh, điểm trạm base, điểm kiểm tra;
 - c) Ảnh chụp mô tả vị trí điểm không chế ảnh, điểm trạm base;
 - d) Sơ đồ bố trí điểm không chế ảnh;
 - đ) Sơ đồ đo nối điểm không chế ảnh, điểm trạm base;
2. Sản phẩm bay chụp ảnh:
 - a) Ảnh chụp;
 - b) Kết quả đo GNSS tại trạm base, file đo GNSS trên UAV;
 - c) Kết quả tính tọa độ tâm ảnh, nguyên tố định hướng ảnh.
3. Sản phẩm xử lý ảnh:
 - a) Mô hình số bề mặt DSM;
 - b) Bình đồ ảnh số;
 - c) Mô hình số địa hình DEM/DTM.
4. Báo cáo tổng kết kỹ thuật

Nêu chi tiết về thiết bị sử dụng, phần mềm xử lý, các thông số bay chụp ảnh, đánh giá sai số ở các bước tính toán, xử lý, độ phân giải của DSM, DEM và bình đồ ảnh.

Chương V

ĐIỀU KHOẢN THI HÀNH

Điều 18. Hiệu lực thi hành

Thông tư này có hiệu lực thi hành từ ngày tháng năm 2021.

Điều 19. Tổ chức thực hiện

1. Bộ, cơ quan ngang Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ, Ủy ban nhân dân các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương và các tổ chức, cá nhân có liên quan chịu trách nhiệm thi hành Thông tư này.

2. Trong quá trình thực hiện, nếu có vướng mắc, đề nghị phản ánh kịp thời về Bộ Tài nguyên và Môi trường để xem xét, quyết định./.

BỘ TRƯỞNG

Nơi nhận:

- Thủ tướng, các Phó Thủ tướng Chính phủ;
- Văn phòng Quốc hội;
- Văn phòng Chính phủ;
- Các Bộ, cơ quan ngang Bộ, cơ quan thuộc Chính phủ;
- Viện Kiểm sát nhân dân tối cao;
- Tòa án nhân dân tối cao;
- UBND các tỉnh, thành phố trực thuộc trung ương;
- Cục kiểm tra văn bản QPPL - Bộ Tư pháp;
- Bộ trưởng, các Thứ trưởng Bộ TN&MT;
- Sở TN&MT các tỉnh, thành phố trực thuộc Trung ương;
- Công báo; Cổng thông tin điện tử Chính phủ;
- Các đơn vị trực thuộc Bộ TN&MT, Công TTĐT Bộ TN&MT;
- Lưu: VT, PC, KHCN, ĐDBĐVN.

Trần Hồng Hà