



Об утверждении Методики по фотограмметрическим работам при создании цифровых сельскохозяйственных карт

Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 21 октября 2022 года № 335. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 22 октября 2022 года № 30299

Примечание ИЗПИ!

Порядок введения в действие см. п.4

В соответствии с подпунктом 4-9) пункта 1 статьи 14 Земельного кодекса Республики Казахстан ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Утвердить прилагаемую Методику по фотограмметрическим работам при создании цифровых сельскохозяйственных карт.

2. Комитету по управлению земельными ресурсами Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан в установленном законодательством порядке обеспечить:

1) государственную регистрацию настоящего приказа в Министерстве юстиции Республики Казахстан;

2) размещение настоящего приказа на интернет-ресурсе Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан после его официального опубликования.

3. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на курирующего вице-министра сельского хозяйства Республики Казахстан.

4. Настоящий приказ вводится в действие по истечении шестидесяти календарных дней после дня его первого официального опубликования.

*Министр сельского хозяйства
Республики Казахстан*

Е. Карашукеев

"СОГЛАСОВАН"

Министерство цифрового развития,
инноваций и аэрокосмической
промышленности Республики Казахстан

Утверждена приказом
Министр сельского хозяйства
Республики Казахстан
от 21 октября 2022 года № 335

Методика по фотограмметрическим работам при создании цифровых сельскохозяйственных карт

Глава 1. Общие положения

1. Настоящая Методика по фотограмметрическим работам при создании цифровых сельскохозяйственных карт (далее – Методика) разработана в соответствии с подпунктом 4-9) пункта 1 статьи 14 Земельного кодекса Республики Казахстан.

2. Настоящая Методика применяется для фотограмметрических работ при создании цифровых сельскохозяйственных карт.

3. Для фотограмметрической обработки при создании цифровых сельскохозяйственных карт применяются снимки, полученные с космических аппаратов, пилотируемых воздушных судов и беспилотных летательных аппаратов.

4. В настоящей Методике используются следующие основные понятия:

1) аэрофотосъемка – фотографирование местности с воздушных судов и других летательных аппаратов с помощью аэрофотоаппарата в целях использования аэрофотоснимков для картографирования, определения границ землевладений, изучения окружающей среды и ее мониторинга;

2) аэрофотограмметрия – раздел фотограмметрии, относящийся к обработке фотограмметрических снимков, полученных со съемочных систем, установленных на воздушных судах;

3) разграфка – разделение многолистной топографической карты на отдельные номенклатурные листы;

4) данные дистанционного зондирования Земли из космоса – первичные данные, полученные непосредственно с космического аппарата дистанционного зондирования Земли (далее – ДЗЗ), а также материалы, полученные в результате их предварительной обработки (радиометрической и геометрической коррекции);

5) космический снимок – совокупность данных дистанционного зондирования Земли из космоса определенного уровня обработки, полученных с одного космического аппарата одной или несколькими съемочными системами в единой геометрии съемки на одну дату и время съемки, и представляющих собой изображение соответствующего участка земной поверхности;

6) космическая фотограмметрия – раздел фотограмметрии, относящийся к обработке данных дистанционного зондирования Земли из космоса;

7) продольное перекрытие – перекрытие аэрофотоснимков в направлении маршрута ;

8) поперечное перекрытие – перекрытие аэрофотоснимков в направлении перпендикулярном маршруту;

9) перекрытие – части двух соседних фотограмметрических снимков стереопары с изображением одного и того же участка объекта фотограмметрической съемки;

10) мультиспектральные каналы – спектральные каналы, формирующие цветное изображение отдельно по зонам спектра электромагнитного излучения;

11) ортофотоплан – фотографический план местности на точной геодезической основе, полученный на основе аэрофотосъемки или космической съемки с

последующим преобразованием снимков из центральной проекции в ортогональную с помощью метода ортотрансформирования;

12) ортоизображение – математически строгое преобразование исходного изображения (снимка) в ортогональную проекцию и устранение искажений, вызванных рельефом, условиями съемки и типом камеры;

13) ортофотомозаика – единое, бесшовное и тонально сбалансированное изображение, состоящее из нескольких одиночных ортофотоснимков, полученных в результате аэрокосмосъемки;

14) ортотрансформирование – процесс фотограмметрической обработки фотограмметрических снимков, целью которого является преобразование фотограмметрического снимка из исходной проекции в ортогональную;

15) беспилотный летательный аппарат – воздушное судно, выполняющее полет без пилота (экипажа) на борту и управляемое в полете автоматически, оператором с пункта управления или сочетанием указанных способов;

16) коэффициенты рационального многочлена (далее – RPC-коэффициенты) – поставляемые вместе с космическим снимком коэффициенты для аппроксимации аналитической функции геопривязки, построенной на строгой геометрической модели съемки;

17) стереопара – два перекрывающихся топографических фотоснимка одного объекта топографической фотосъемки, полученных при различных положениях их центров оптического проектирования;

18) элементы внешнего ориентирования – линейные и угловые параметры фотограмметрического снимка, определяющие его положение и ориентацию относительно и в координатной системе отсчета объекта фотограмметрической съемки в момент съемки;

19) съемочное обоснование – геодезическая сеть, используемая для обеспечения топографических съемок;

20) опорная геодезическая сеть – множество закрепленных точек поверхности объекта фотограмметрической съемки, положение которых определено в общей для них координатной системе отсчета;

21) фотограмметрические работы – камеральных работ, основным назначением которых является создание оригинальных информационных продуктов по результатам фотографической или стереотопографической съемок;

22) взаимное ориентирование снимка – ориентирование фотограмметрических снимков стереопары относительно друг друга;

23) внешнее ориентирование снимка – ориентирование фотограмметрического снимка относительно системы координат объекта фотограмметрической съемки;

24) внутреннее ориентирование снимка – ориентирование фотограмметрического снимка относительно его центра проектирования;

25) базис фотографирования – расстояние между главными точками двух соседних аэрокосмических снимков;

26) фотоплан – точный фотографический план местности, показывающий точное плановое изображение местности;

27) фототон – изображение карты, в котором имеются плавные переходы одного и того же цветового тона;

28) фототриангуляция – метод фотограмметрического сгущения с целью определения координат точек объекта фотограмметрической съемки и значения элементов внешнего ориентирования фотограмметрического снимка в системе координат объекта;

29) фотограмметрический снимок – изображение объекта фотограмметрической съемки в виде аэрофотоснимка или космического снимка, зафиксированное на материальном носителе в аналоговом или цифровом виде, используемое для целей фотограмметрической обработки;

30) цифровая сельскохозяйственная карта (далее – карта) – отраслевая карта, предназначенная для формирования сведений и ведения государственного земельного кадастра, включающая информацию о пространственном расположении, площади, качественном состоянии и фактическом использовании сельскохозяйственных угодий, и отражающая актуальные и достоверные сведения о землях сельскохозяйственного назначения;

31) пространственное разрешение цифровых снимков – размер на местности минимального элемента изображения (пикселя);

32) цифровая фотограмметрическая станция – набор специальных программных и аппаратных средств, предназначенных для фотограмметрической обработки данных ДЗЗ (аэрокосмическая съемка, лазерное сканирование, обработка данных, полученных с беспилотных летательных аппаратов);

33) элементы внутреннего ориентирования – геометрические параметры фотограмметрического снимка, определяющие его положение относительно центра оптического проектирования фотограмметрического снимка (фокусное расстояние съемочной камеры и координаты главной точки фотограмметрического снимка в системе координат снимка).

Глава 2. Подготовительные работы

5. Фотограмметрические работы для создания карт начинаются не позднее, чем через два года с момента производства аэрокосмосъемочных работ.

6. Фотограмметрической обработке данных ДЗЗ при создании карт предшествуют подготовительные работы, которые включают:

1) изучение и оценку исходных съемочных данных;

2) изучение и оценку точек опорной геодезической сети и точек планово-высотного обоснования;

3) изучение и оценку доступных цифровых моделей рельефа;

4) подготовку материалов и исходных данных;

5) составление рабочего проекта процессов обработки снимков.

7. Исходными материалами при создании карт являются материалы ДЗЗ (с пространственным разрешением цифровых снимков 0,35 (ноль целых тридцать пять сотых) - 0,6 (ноль целых шесть десятых) метров (далее – м) для масштабов 1:10000, 1:25000 и 1 м – для масштаба 1:50000), материалы планово-высотной подготовки снимков.

8. В состав исходных данных для программы фототриангуляции при аэрофотограмметрии входят:

1) паспорт аэрофотосъемки;

2) паспортные данные съемочной камеры с элементами внутреннего ориентирования;

3) каталог координат пунктов опорной геодезической сети и точек планово-высотного обоснования;

4) элементы внешнего ориентирования аэрофотоснимков, в виде линейных и угловых параметров ориентирования.

9. При космической фотограмметрии исходными данными для программы фототриангуляции являются:

1) перечень космических снимков и их основные параметры (пространственное разрешение цифровых снимков, дата съемки, облачность, углы наклона съемки, уровень продукта);

2) схема покрытия границ картографируемой территории космическими снимками;

3) метаданные космических снимков и их RPC-коэффициенты;

4) каталог координат пунктов опорной геодезической сети и точек планово-высотного обоснования;

5) цифровая модель рельефа (далее – ЦМР) из внешних источников.

10. Изучение и оценка материалов аэрокосмической съемки проводится с целью выявления:

1) полноты и качества материалов аэрокосмических съемочных работ;

2) обеспеченности снимками границ картографируемой территории;

3) качества фотографического и фотограмметрического материалов;

4) наличия полноты паспортных данных использованных съемочных систем (дисторсия объектива, элементы внутреннего ориентирования), параметров съемочных камер и дополнительной бортовой информации (пространственное разрешение

цифровых снимков, координаты центров проектирования снимков, направление залета, количество кадровых аэроснимков, наличие метаданных космических снимков, мультиспектральных каналов и RPC-коэффициентов).

11. Изучение и оценка материалов полевых топографо-геодезических работ проводится с целью выявления:

1) комплектности материалов и наличия абрисов или цифровых изображений расположения точек опорной геодезической сети и точек планово-высотного обоснования;

2) соответствия схемы фактического размещения пунктов опорной геодезической сети и точек планово-высотного обоснования техническому проекту;

3) качества опознавания на снимках точек опорной геодезической сети и точек планово-высотного обоснования;

4) точности определения плановых координат и высот точек опорной геодезической сети и точек планово-высотного обоснования.

12. Подготовка материалов и исходных данных для выполнения работ заключается в их изготовлении и подборе.

Для фотограмметрической обработки при создании карт подбираются следующие материалы и данные:

1) исходные материалы ДЗЗ (черно-белые (панхроматические) и/или цветные (мультиспектральные));

2) каталоги координат и высот пунктов государственной геодезической сети, геодезических сетей сгущения и точек планово-высотного обоснования, полученных геодезическими методами, составляемые по номенклатурным листам международной разграфки;

3) материалы планово-высотной подготовки снимков, с описанием в исходных материалах абриса или цифрового изображения опорных точек. Координаты опорных точек задаются в системе координат, составляемых карт;

4) исходные данные при аэрофотограмметрии: паспорт аэрофотосъемки со значениями элементов внутреннего/внешнего ориентирования, сведениями о дисторсии объектива (при наличии), среднего значения высоты фотографирования, масштабе аэрофотосъемки, типе и номере аэросъемочной камеры;

5) при космической фотограмметрии: перечень космических снимков и параметры каждого из них, схема покрытия, RPC-коэффициенты и метаданные космических снимков.

13. Фотограмметрические работы выполняются с применением программного обеспечения для фотограмметрической обработки ДЗЗ.

Используемые при этом компьютерные программы обеспечивают:

1) максимальную автоматизацию основных процессов ориентирования снимков, построения фотограмметрической модели и получения цифровой информации о местности;

2) обработку цифровых изображений (черно-белых и цветных) в несжатых и сжатых (с различной степенью) форматах;

3) использование для ортотрансформирования информации о рельефе, представленную в виде горизонталей, пикетов, ЦМР;

4) выполнение автоматического выравнивания плотностей ортофотомозаик при формировании из них фотоплана и ортофотоплана;

5) стабильные результаты точности независимо от масштаба картографирования и физико-географических условий района работ.

Глава 3. Фотограмметрическое сгущение опорной сети

Параграф 1. Построение фотограмметрических сетей при аэрофотограмметрии

14. Процесс обработки аэрофотоснимков для изготовления фотопланов и ортофотопланов при создании карт включает в себя фотограмметрическое сгущение опорной сети.

15. Фотограмметрическое сгущение съемочного обоснования выполняется путем построения блочных или маршрутных фотограмметрических сетей. При многомаршрутной (площадной) аэрофотосъемке формируются и уравниваются блочные сети.

16. Для построения маршрутных фотограмметрических сетей необходимо, чтобы фактическое продольное перекрытие снимков составляло не более 60 (шестидесяти) % от размера снимка. Для блочных фотограмметрических сетей при таком же продольном перекрытии снимков поперечное перекрытие составляет не более 30 (тридцати) % (при обработке снимков, полученных пилотируемыми воздушными судами).

При обработке снимков, полученных с беспилотных летательных аппаратов, для построения маршрутных фотограмметрических сетей необходимо, чтобы фактическое продольное перекрытие снимков составляло не менее 60 (шестидесяти) % от размера снимка. Для блочных фотограмметрических сетей при таком же продольном перекрытии снимков поперечное перекрытие составляет не менее 30 (тридцати) %.

17. Фотограмметрическое сгущение съемочного обоснования заключается в идентификации и обозначении (нанесении) точек фотограмметрической сети. Фотограмметрические сети включают:

1) пункты геодезических сетей и точки съемочного обоснования;

2) основные фотограмметрические точки (в углах моделей), используемые как опорные или контрольные при последующей обработке отдельных моделей или снимков на процессах составления оригинала и трансформирования снимков;

3) ориентировочные точки, по которым осуществляется внешнее ориентирование снимков и создаются отдельные модели, то есть элементарные звенья сети;

4) связующие точки, лежащие в зоне тройного перекрытия снимков и служащие для соединения соседних элементарных звеньев при формировании маршрутной или блочной сети;

5) точки для связи со смежными участками;

6) точки на урезах вод и наиболее характерные точки местности, отметки которых подписаны на карте или плане.

18. Точки выбираются и обозначаются на экране монитора по цифровым изображениям снимков.

Идентификация и обозначение (нанесение) фотограмметрических точек ведется в зонах перекрытия аэрофотоснимков с увеличением в четыре-шесть раз.

19. Обработка стереопар осуществляется последовательно согласно их расположения в маршрутной схеме.

20. Связующие точки для взаимного ориентирования снимков размещают группами по две-три точки в шести стандартных зонах стереопары.

21. Число связующих точек для соединения моделей в маршрутную сеть составляет не менее пяти-шести в полосе тройного продольного перекрытия.

22. Связующие точки для соединения маршрутов в блок размещают равномерно по всей полосе поперечного перекрытия. Количество точек зависит от ширины полосы, но с каждой стороны стереопары следует намечать не меньше трех точек при 30 (тридцати) % поперечном перекрытии и не менее шести точек при 60 (шестидесяти) % поперечном перекрытии.

23. Фотограмметрические точки разного назначения по возможности совмещаются. Общее число точек на стереопару, при стандартном продольном и поперечном перекрытии, составляет не менее 30 (тридцати) точек.

24. При выборе точек следует соблюдать следующие требования:

1) выбранная точка изображается на большем числе смежных снимков;

2) точки в зонах тройного перекрытия снимков располагаются не на одной прямой (линии);

3) точка, изобразившаяся на нескольких маршрутах, включается в фототриангуляционную сеть в каждом из них;

4) не допускается располагать точки на краях снимка;

5) максимальное количество точек не ограничено.

25. Точки намечаются на плоских участках местности, не имеющих ощутимых наклонов и кажущихся горизонтальными. Не допускается выбор точек на крутых скатах, затененных участках оврагов и лощин.

При автоматическом отождествлении идентичных точек, точки выбираются с учетом требований программного обеспечения (схожесть на всех перекрывающихся

снимках по геометрии, фототону, разности контрастов), с последующим исключением точек, не отвечающих требованиям точности.

Параграф 2. Особенности фотограмметрической обработки космических снимков

26. Особенности фотограмметрической обработки космических снимков связаны с видом их проекции, форматом, углом поля зрения, величиной перекрытия.

27. Космические снимки обеспечивают следующее:

1) уровень предварительной обработки космических снимков представляет собой геометрически откорректированное изображение, приведенное к картографической проекции;

2) единовременность (1-3 месяца) исходной информации на всю запрашиваемую территорию;

3) недопустимость отображения на снимках облаков и атмосферной дымки, затрудняющих или исключающих процесс дешифрирования;

4) недопустимость появления значительных (более 15 (пятнадцати) градусов) углов наклона снимков для местности с резким перепадом высот, (более 30 (тридцати) градусов) углов наклона снимков – для равнинной местности.

28. Задача получения информации о контурах решается путем обработки одиночных снимков.

29. При обработке космических снимков выполняется пространственная триангуляция, в задачи которой входит взаимное и внешнее ориентирование снимков с использованием планово-высотного обоснования. На данном этапе проводится геометрическая коррекция снимков (устранение искажений, вызванных инструментальным влиянием, кривизной поверхности Земли и углом съемки) для получения изображений, имеющих равномерную точную геопривязку.

30. При обработке космических снимков для их внешнего ориентирования используются программные модули, учитывающие влияние кривизны Земли.

31. Продуктами фотограмметрической обработки космических снимков являются ортоизображение, ортофотомозаика и ортофотоплан.

Параграф 3. Построение фотограмметрических сетей при фотограмметрической обработке космических снимков

32. Фотограмметрическая обработка стандартных продуктов ДЗЗ из космоса (прошедших геопривязку и первичную радиометрическую коррекцию в системе координат съемочного устройства, в том числе сопровождаемые RPC-коэффициенты) (далее – уровень 1) для изготовления фотопланов и ортофотопланов при создании карт осуществляется в зависимости от покрытия (количества) космическими снимками картографируемой территории.

33. При фотограмметрической обработке одиночного космического снимка, стереопары космических снимков, блока из нескольких космических снимков уровня 1, покрывающих всю картографируемую территорию, осуществляется:

- 1) идентификация (нанесение) на космический снимок пунктов опорной геодезической сети и/или точек планово-высотного обоснования;
- 2) идентификация (нанесение) связующих точек равномерно в зоне перекрытия космических снимков (для обработки стереопары или блока космических снимков);
- 3) уравнивание фототриангуляционной сети с использованием RPC-коэффициентов ;
- 4) оценка точности результатов фототриангуляции;
- 5) создание ЦМР, путем редактирования цифровой модели местности, извлеченной из стереопары космических снимков (для обработки стереопары или блока космических снимков);
- 6) ортотрансформирование космического снимка с использованием ЦМР (в случае сложного пересеченного рельефа с перепадами высот на территории в пределах сцены космического снимка) или на среднюю высоту плоскости сцены космического снимка с обеспечением необходимого заданного уровня точности ортофотоснимка (если равнинный рельеф не имеет резких и значительных перепадов высот) – для обработки одиночного космического снимка или блока из нескольких космических снимков.

При фотограмметрической обработке стереопары космических снимков для ортотрансформирования выбирается космический снимок из стереопары, с наименьшим углом отклонения от надира.

34. Фотограмметрическое сгущение съёмочного обоснования заключается в выборе и обозначении точек фототриангуляционной сети. Фототриангуляционные сети включают:

- 1) пункты геодезических сетей и точки съёмочного обоснования;
- 2) связующие точки;
- 3) точки на урезах вод и наиболее характерные точки местности, отметки которых подписаны на карте или плане.

35. Точки выбираются и обозначаются на экране монитора по цифровым изображениям снимков.

36. Обработку космических снимков в блоке ведут последовательно согласно их расположению. В этом случае обработанные космические снимки будут защищены от порчи, так как редактирование положения точек будет выполняться только на правом снимке.

37. Связующие точки для взаимного ориентирования снимков размещаются равномерно по всей зоне перекрытия снимков.

При выборе точек следует соблюдать следующие требования:

- 1) выбранная точка изображается на большем числе смежных снимков;

2) точки в зонах тройного перекрытия снимков располагаются не на одной прямой (линии);

3) точка, изобразившаяся на нескольких космических снимках, включается в фототриангуляционную сеть в каждом из них.

38. Точки намечаются на плоских участках местности, не имеющих ощутимых наклонов и кажущихся горизонтальными. Не допускается выбор точек на крутых скатах, затененных участках оврагов и лощин.

При автоматическом отождествлении идентичных точек точки выбираются с учетом требований программного обеспечения (схожесть на всех перекрывающихся снимках по геометрии, фототону, разности контрастов).

Параграф 4. Уравнивание фототриангуляционных сетей

39. Фототриангуляционные сети создаются посредством совместного уравнивания полной совокупности геодезических, фотограмметрических и других измерений на всю сеть.

40. Исходная информация для уравнивания переносится в компьютерный файл с помощью вспомогательных программных средств, прилагаемых к программе фототриангуляции или текстовых редакторов. Комплектование материалов для обработки и сама обработка ведутся в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации используемой программы.

Используемая программа для уравнивания фотограмметрических сетей обеспечивает:

1) надежное определение пространственных координат точек сети, предоставляет возможность интерактивного редактирования исходных данных (включение, исключение, изменение данных);

2) точность сгущения, выраженную в масштабе снимков, независимо от масштаба картографирования, физико-географических условий района работ и условий аэросъемки.

41. На блок среднего размера (10 (десять) маршрутов по 15 (пятнадцать) стереопар) оптимальной схемой расположения опорных геодезических точек является: два в начале маршрута, два в середине, два в конце и по одному через четыре-пять базисов, через маршрут.

42. При фототриангуляции космических снимков на одиночном космическом снимке определяют не менее 5 (пяти) опорных точек опорной геодезической сети или плано-высотного обоснования.

При большем количестве космических снимков в блоке количество опорных геодезических точек увеличивается. При этом дополнительные опорные геодезические точки располагаются в середине сторон блока и равномерно по его площади.

Оптимальная схема расположения опорных геодезических точек на блоке космических снимков: по краям блока космических снимков, в середине и в зонах перекрытия снимков.

Параграф 5. Контроль процесса построения сетей пространственной фототриангуляции

43. На точность окончательных результатов процесса построения сетей влияют в большей степени погрешности съёмочного обоснования и измерений, проводимых при фототриангуляции на аэрокосмических снимках. Повышение качества изготовления картографической продукции добиваются за счет сокращения погрешностей измерений

44. Процесс построения сетей пространственной фототриангуляции контролируется путем анализа значений и распределения погрешностей измеренных величин и их функций, выявленных на всех этапах построения и уравнивания:

- 1) внутреннего ориентирования снимков;
- 2) взаимного ориентирования снимков;
- 3) построения маршрутных сетей;
- 4) соединения смежных маршрутов;
- 5) построения блочных сетей.

Критерием точности служат значения максимальных и средних погрешностей измеренных и определяемых величин. Для выявления грубых погрешностей на каждом этапе построения сети руководствуются не только ее значением на точке, но и положением этой точки на снимке и положением в сети относительно других точек.

45. На стадии внутреннего ориентирования аэрофотоснимков величина коэффициентов деформации отличается от единицы не более чем на несколько единиц четвертого после десятичной точки знака. Если разность больше, выявляется причина и устраняется ее влияние.

46. На стадии взаимного ориентирования аэрофотоснимков среднее значение остаточных поперечных параллаксов составляет не более 7 (семи) микрометров (далее – мкм). На стадии построения свободной маршрутной сети средние квадратические расхождения координат связующих точек, вычисленных в смежных стереопарах допускаются не более 15 (пятнадцати) мкм в плане, а по высоте – 15 (пятнадцать) мкм, умноженных на отношение фокусного расстояния фотокамеры к базису фотографирования на снимке. Средние квадратические значения остаточных погрешностей условий коллинеарности на точках снимках в свободной маршрутной сети – не более 10 (десяти) мкм.

47. Средние погрешности переноса общих точек с маршрута на маршрут, выявленные при уравнивании свободного фототриангуляционного блока, составляют не более 40 (сорока) мкм при цифровой идентификации общих точек.

48. Качество сетей, уравненных по опорным данным оценивается по следующим критериям:

- 1) по остаточным расхождениям фотограмметрических и геодезических координат на опорных точках;
- 2) по расхождениям фотограмметрических и геодезических координат контрольных геодезических точек, не использованных при уравнивании сетей;
- 3) по разностям бортовых данных и фотограмметрических значений соответствующих величин;
- 4) по остаточным погрешностям условий коллинеарности.

49. Остаточные средние погрешности высот на опорных геодезических точках после внешнего ориентирования маршрутной или блочной сети не допускаются более 0,15 (ноль целых пятнадцать сотых) высоты сечения рельефа, а плановых координат 0,2 (ноль целых две десятых) миллиметра (далее – мм) в масштабе карты.

Средние расхождения уравненных высот и геодезических отметок контрольных точек не допускаются более:

- 1) 0,25 (ноль целых двадцать пять сотых) высоты сечения рельефа (0,625 (ноль целых шестьсот двадцать пять тысячных м) – при съемках с высотой сечения рельефа 2,5 (две целых пять десятых) м;
- 2) 0,35 (ноль целых тридцать пять сотых) высоты сечения рельефа (1,75 (одна целая семьдесят пять сотых м) и 3,5 (три целых пять десятых) м соответственно при съемках с высотой сечения рельефа 5 (пять) и 10 (десять) м.

50. Средние погрешности в плановом положении контрольных точек – не более 0,3 (ноль целых три десятых) мм.

Предельно допустимые погрешности, равные удвоенным средним, могут встречаться не чаще чем в 5 (пяти) % случаев в открытых районах и 10 (десяти) % – в залесенных районах.

51. Средние расхождения высот на общих точках смежных маршрутов не допускаются более:

- 1) 0,5 (ноль целых пять десятых) высоты сечения рельефа (1,25 м (одна целая двадцать пять сотых) – при съемках с высотой сечения рельефа 2,5 (две целых пять десятых) м;
- 2) 0,7 (ноль целых семь десятых) высоты сечения рельефа (3,5 (три целых пять десятых) м и 7 (семь) м соответственно при съемках с высотой сечения рельефа 5 (пять) и 10 (десять) м).

Средние расхождения в плановом положении общих точек смежных маршрутов – не более 0,5 (ноль целых пять десятых) мм в масштабе карты.

52. При превышении допустимых значений погрешностей анализируют измерения, полученные в результате счета в фотограмметрической программе, а также правильность координат опорных и контрольных точек. При выявлении погрешностей

или грубых ошибок результаты корректируются, а процесс уравнивания фототриангуляции (счет) выполняется повторно. При повторении процесса уравнивания блочной сети результаты каждого предыдущего счета следует использовать как стартовые для очередного, последующего счета.

53. Если программное средство фототриангуляции имеет функциональные возможности автоматически оценивать средние квадратические значения поправок в измеренные положения связующих точек для каждого снимка, оценка средних расхождений координат на общих точках между стереопарами не является обязательной.

54. Если ориентированные снимки создаются для последующих определений только плановых координат, требования к точности высот не предъявляются.

55. Исходные данные и полученные результаты фототриангуляции отражают в отчете, сохраняя их в текстовом формате и форматах программ обработки путем создания архивной копии файлов на машинных носителях.

Отчет включает:

1) схему аэрофотосъемки с границами картографируемого объекта и границами блоков фототриангуляции или схему покрытия космическими снимками с указанием их основных параметров;

2) данные калибровки (самокалибровки) съемочных фотокамер;

3) каталог значений координат и высот съемочной сети в системе координат создаваемой карты;

4) абрисы, схема расположения или цифровое изображение опорных точек;

5) сведения о количестве снимков в блоках фототриангуляции, количестве опорных и контрольных точек;

6) каталог значений элементов внешнего ориентирования аэрофотоснимков;

7) данные оценки точности фототриангуляции;

8) величины расхождений координат в плане и по высоте на опорных точках, а также средние значения расхождений;

9) величины расхождений координат в плане и по высоте на контрольных точках, а также средние значения расхождений;

10) величины отклонений уравненных значений элементов внешнего ориентирования от исходных значений и средние значения отклонений.

Глава 4. Изготовление фотопланов и ортофотопланов

56. Фотопланы и ортофотопланы изготавливаются как самостоятельный вид картографической продукции и как основа для сбора по ней цифровой информации при создании карт.

57. Фотопланы и ортофотопланы изготавливаются в пределах границ номенклатурного листа международной разграфки топографических карт.

58. Процесс получения цифрового фотоплана и ортофотоплана (по аэрофотоснимкам) включает следующие основные этапы:

- 1) ориентирование снимков;
- 2) получение информации о рельефе;
- 3) выбор фрагментов для трансформирования (ортотрансформирования);
- 4) ортотрансформирование или простое трансформирование по фрагментам;
- 5) сшивка фрагментов мозаик с выравниванием фототона, коррекции изображения;
- 6) получение трансформированного изображения в пределах заданной трапеции или границ;
- 7) оформление.

59. Значения параметров внешнего ориентирования цифровых снимков, необходимые для выполнения процессов цифрового трансформирования, получают путем непосредственной фотограмметрической обработки стереопар и одиночных снимков на цифровых фотограмметрических станциях.

60. Информацию о рельефе, необходимую для цифрового трансформирования снимков, получают по ЦМР для существующих топографических карт и планов, создают из стереопар обрабатываемой аэрофотосъемки или получают из внешних источников.

Точность и плотность узлов ЦМР обеспечивают определение высот элементарных участков цифрового трансформированного снимка с погрешностями не более величины, полученной в результате вычислений по формуле:

$$\Delta h_{\text{пред}} = 0,3 \times f \times M_k / r,$$

где:

$Dh_{\text{пред}}$ – погрешность высот элементарных участков цифрового трансформированного снимка (м);

0,3 (ноль целых три десятых) мм – графическая точность карты (плана);

f – фокусное расстояние съемочной камеры (мм);

M_k – знаменатель масштаба создаваемого фотоплана;

r – максимальное удаление точки снимка от точки надира (мм).

Тип создаваемой ЦМР определяется требованиями используемого для цифрового трансформирования программного обеспечения для фотограмметрических работ.

При получении цифровой модели рельефа используются автоматический или ручной режим сбора информации о ЦМР либо их комбинация. В зависимости от характера рельефа шаг регулярной сетки ЦМР меняется в пределах участка работ и стереопары.

Для получения информации о рельефе используются цифровые карты смежных масштабов. При этом точность такой информации составляет вдвое меньше величины $Dh_{пред}$, рассчитанной для высот элементарных участков.

61. Для ортотрансформирования ДЗЗ из космоса, получаемые с космических аппаратов оптико-электронного наблюдения необходимо использовать ЦМР со следующими значениями средней квадратической ошибкой определения высоты произвольной точки местности:

- 1) до 6 (шести) м для карт масштаба 1:10 000;
- 2) до 15 (пятнадцати) м для карт масштаба 1:25 000;
- 3) до 30 (тридцати) м для карт масштаба 1:50 000.

62. Для изготовления фотопланов и ортофотопланов используется цифровой метод трансформирования снимков.

Трансформирование аэрофотоснимков проводят в пределах полезной площади, ограниченной линиями, проведенными через середину продольного и поперечного перекрытий смежных снимков.

63. Формирование цифрового фотоплана и ортофотоплана производят из смежных цифровых трансформированных снимков с одинаковыми размерами элементарных участков по выбранным границам фрагментов (линиям порезов), полученным со смежных снимков. Границы порезов выбирают посередине зон перекрытий снимков. Линия пореза не может пересекать высотные объекты и объекты, служащие ориентирами, а также проходить вдоль границ объектов разного тона. При наличии таких линейных объектов, как дороги, реки, линию пореза проводят посередине объектов. При пересечении линейных объектов и четких контуров линию пореза проводят под прямым углом к этим объектам.

64. Для выравнивания фототона фрагментов, снимков в пределах фотоплана наиболее используется автоматический метод, предусмотренный используемой фотограмметрической программой.

65. Оформление изготовленного фотоплана и ортофотоплана заключается в нанесении координатной сетки с рамкой листа карты и опорных геодезических пунктов, которые отображаются на фотоплане и ортофотоплане условными знаками.

В случае, если фотопланы и ортофотопланы изготавливаются как самостоятельный вид картографической продукции, выполняется зарамочное оформление фотоплана и ортофотоплана.

66. Точность получения пространственных координат (X, Y, H) объектов местности зависит от масштаба и параметров обрабатываемых снимков, а также методов их фотограмметрической обработки.

67. Средние погрешности в положении на карте предметов и контуров местности с четкими очертаниями относительно ближайших точек планового съемочного обоснования, выраженные в масштабе создаваемой карты, не превышают:

- 1) 0,5 (ноль целых пять десятых) мм – при создании карт равнинных, всхолмленных и пустынных районов с преобладающими уклонами местности до 6 (шести) градусов;
- 2) 0,7 (ноль целых семь десятых) мм – при создании карт горных и высокогорных районов.

Средние погрешности – погрешности, равные средней квадратической погрешности, умноженной на коэффициент 0,71 (ноль целых семьдесят одна сотая).

68. Точность созданных цифровых фотопланов и ортофотопланов оценивается по опорным и контрольным фотограмметрическим точкам, по линиям соединения фрагментов (порезам), полученным со смежных снимков, и сводкам со смежными фотопланами. Контроль планового положения опорных и контрольных фотограмметрических точек выполняется по разности плановых координат изображений этих точек на фотоплане и их значений, выбранных из соответствующих каталогов.

Средние величины погрешностей в плановом положении опорных и контрольных точек составляют в масштабе создаваемого фотоплана и ортофотоплана 0,5 (ноль целых пять десятых) мм в равнинных и всхолмленных районах и 0,7 (ноль целых семь десятых) мм – в горных.

Несовмещение контуров по линии соединения фрагментов снимков не допускается более 0,7 (ноль целых семь десятых) мм, а в горных районах – 1,0 (одной целой ноль десятых) мм.

Предельно допустимые величины несовмещений контуров при контроле по сводкам со смежными фотопланами составляют 1,0 (одну целую ноль десятых) мм в равнинных и всхолмленных районах и 1,5 (одну целую пять десятых) мм – в горных районах. В равнинных районах допускаются расхождения по сводкам до 1,5 (одной целой пять десятых) мм (не более 5 (пяти) %).

Не допускается выпуск фотопланов и ортофотопланов без сводки со смежными фотопланами и ортофотопланами того же масштаба. При съемках в масштабах 1:10000 и 1:25000 выполняется сводка с ранее изданными картами.

69. Размеры сторон и диагоналей фотоплана могут отличаться от теоретических не более чем на 0,2 (ноль целых две десятых) мм.