МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт: Горно-металлургический имени О.А. Байконурова

Кафедра: Маркшейдерское дело и геодезия

Касимов Абдулла Касимович

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Проектирование и съемка БПЛ для создания ортофотоплана масштаба 1:1000

5В071100 – геодезия и картография

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт: Горно-металлургический имени О.А. Байконурова

Кафедра: Маркшейдерское дело и геодезия

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой МДиГ
PhD доктор
_____ Б. Б. Имансакипова
"13" 05 2019 г.

НАО «КазНИТУ им. К.И.Сатпаева»
Горно-металлургический институт им. О.А. Байконурова

Дипломная работа

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

На тему: "Проектирование и съемка БПЛ для создания ортофотоплана масштаба 1:1000"

5В071100 – геодезия и картография

Выполнил: Касимов Абдулла Касимович

Научный руководитель
Лектор
Ш. А. Жантуева
_____
(подпись)
"13" 05 2019 г.

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН СӘТБАЕВ УНИВЕРСИТЕТІ

Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И.Сатпаева

Институт: Горно-металлургический имени О.А. Байконурова

Кафедра: Маркшейдерское дело и геодезия

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой МДиГ
PhD доктор
_____ Б. Б. Имансакипова
“ 13 ” 05 2019 г.

ЗАДАНИЕ
на выполнение дипломной работы

Студенту Касимову Абдулле Касимовичу
Тема: Проектирование и съемка БПЛ для создания ортофотоплана масштаба 1:1000

Утверждена приказом Ректора Университета №912 от "08" 10 2018 г.
Срок сдачи законченной работы "___" 05 2019 г.
Исходные данные к дипломной работе:
Краткое содержание дипломной работы:
а) Графическое задание полученное от заказчика;
б) Пункты полигонометрии, а так же предыдущие сведения об участке.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): представлены 10 слайдов презентации работы .
Рекомендуемая основная литература:
1. СН РК 1.02-02-2008, Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила выполнения работ
2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500,ГКИНП-02-033-82 и изменения к ней, исх. №1-1075 от 11 ноября 1987 г., ГУГК при СМ СССР;
3. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000,1:2000, 1:1000, 1:500 (съёмка и составление планов подземных коммуникаций). Москва, Недра, 1975.

ГРАФИК

подготовки дипломной проекта

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечание
Геодезия	10.05.2019	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченный дипломный проект с указанием относящихся к ним разделов проекта.

Наименования разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геодезия	Ш. А. Жантуева	13.05.2019	
Нормоконтролер	М.Т.Н. Нукарбекова Ж. М.	13.05.19.	

Научный руководитель _____ Б. Б. Имансакипова
(подпись)

Научный руководитель _____ Ш. А. Жантуева
(подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся _____ А. К. Касимов
(подпись)

Дата "13" 05 2019 г.

АНДАТПА

Диссертациялық жұмыстың барысында Geoscan 201 ұшағы 1: 1000 масштабтағы жердің топографиялық жоспарын жасау үшін пайдаланылды. Жерді іздестірместен бұрын нүктелерді барлау және жаңа нүктелер қою және нүктелер белгілеу сияқты далалық геодезиялық жұмыстар жүргізілді. Зерттеуден кейін камералдық жұмыстар жасалды және 3D жерді модельдің ортофотомағы алынды.

Жұмыста Геосжан жабдықтары пайдаланылды.

Біз ең аз қате жіберген әдістерді ғана қолдандық.

АННОТАЦИЯ

В ходе выполнения дипломной работы для создания топографического плана местности масштаба 1:1000 был использован беспилотник Геоскан 201. До съёмки местности были выполненны полевые геодезические работы в том числе рекогносцировка пунктов и закладывание новых пунктов и маркирования пунктов. После съёмки были выполнены камеральные работы и получены ортофотоплан, 3D модель местности.

В ходе выполнения работы были использованы оборудования компании Геоскан.

Нами были использованы только те способы, которые дали наименьшую погрешность.

ANNOTATION

In the course of carrying out the thesis, the Geoscan 201 drone was used to create a topographic plan of the terrain on a scale of 1: 1000. Before surveying the area, field geodetic works were carried out, including reconnaissance of points and laying of new points and marking of points. After the survey, cameral work was performed and an orthophotomap, a 3D terrain model, was obtained.

In the course of the work, Geoscan equipment was used.

We used only those methods that gave the smallest error.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение
1 Аэрофотосъёмка 10
1.1 Общее понятие об аэрофотосъёмке 10
1.1.1 Этапы проведения аэрофотосъёмки 11
1.1.2 Технология 12
1.1.3 Техническое содержание для создания топографического алана местности 1:1000 12
1.1.4 Физико-географические условия 13
2. Рекогносцировка 15
2.1 Создание планово-высотного обоснования 20
2.1.1 Производство аэрофотосъёмочных работ 23
2.1.2 Полевые работы АФС работы 25
2.1.3 Обеспечение аэрофотосъёмки 25
2.1.4 Выполнение АФС работ 26
2.1.5 Этапы АФС работ 32
2.1.6 Методика выполнения камеральных фотограмметрических работ 34
2.1.7 Agisoft PhotoScan 38
2.1.8 Metashape для аэрофотосъёмки 42
3 Калибровка 46
4 Ортофотоплан 47
5 Методика выполнения дешифровочных работ 50
6 Создание топографического плана масштаба 1:1000 53
ЗАКЛЮЧЕНИЕ
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
Приложение А
Приложение Б
Приложение В
Приложение Г
Приложение Д

ВВЕДЕНИЕ

Понятие аэрофототопография охватывает комплекс процессов по созданию топографических карт по фотоснимкам местности, полученным с авиационного летательного аппарата. Сюда входят лётно-съёмочные работы, привязка снимков, дешифрирование, построение сетей фототриангуляции, изготовление фотоосновы карты, стереоскопическая съёмка рельефа, составление топографической карты и др.

В условиях космических съёмок применяют динамические съёмочные системы. Первыми динамическими съёмочными системами были телевизионные и тепловизионные сканеры. Геометрия сканерных снимков отличается от обычных аэрофотоснимков тем, что процесс построения проекции местности в пределах снимка растянут по времени и значительно зависит от подвижности носителя.

В настоящее время широко используются беспилотные летательные аппараты.

1 Аэрофотосъёмка

1.1 Общее понятие об аэрофотосъёмке

Аэрофотосъемка – это процесс получения аэрофотоснимков территории с высоты от сотен метров до десятков километров с помощью специального оборудования (аэрофотоаппарата, цифрового фотоаппарата) установленного на летательном аппарате (спутнике, самолёте, вертолёте, беспилотном летательном аппарате и пр.)

Понятие аэрофотосъемка появилась в середине 19 века, с появлением возможности человека подниматься в воздух. Толчком в ее истории, для широкого использования в геодезии и картографии, стала Первая мировая война. В настоящее время, с появлением беспилотных летательных аппаратов, человечество может более всесторонне и глубже изучить объект съемки и решить многие задачи в геодезии.

В состав аэрофотосъемочных работ входит:

- развитие высокоточных геодезических сетей;
- запуск беспилотных летательных аппаратов (БПЛА);
- фотограмметрическая обработка данных;
- дешифрирование аэрокосмических материалов;
- создание топографического плана местности.

Одним из способов применений фотографии это над земное и космическое фотографирование, то есть получение снимков земной поверхности с помощью БПЛ – самолетов, вертолетов, искусственных спутников Земли и др.

Разница от традиционной аэрофотосъёмки цифровая аэрофотосъёмка осуществляется следующими методами: летно-съемочные работы, где используют камеры с ПЗС линейками, где обязательно присутствуют две системы GPS + INS, то есть Глобальная система позиционирования и Инерциальная система, для вычисления положения изображения ПЗС-линейки в изометрическом пространстве в каждый момент времени полёта. Эта система так же часто используется при космических съёмках. Бортовой компьютер и программное обеспечение позволяют переводить и передавать обработку данных с помощью GPS -приёмника и данных INS – инерциальной системы и объединить перенести изображение по ним в полные снимки и соответствующее разрешение.

Вариант самолётного изменения в высоте платформы, на которой установлена камера, сложно предсказать. И, в связи с этим разработан второй технический подход – матричный сенсор. Летно-съемочные работы, осуществляемые на основе матричного сенсора, в какой-то момент напоминают обычный аналоговый метод аэрофотосъёмки, когда все элементы без исключения матриц синхронно экспонируются. Этот метод использует внутри себя пиксельную геометрию, которая известна своей строгостью определения, чем линейные технологии, в которых размер

пикселя меняются в зависимости от продольной скорости носителей. В настоящее время проблема матричной технологии в том, что большие матричные решётки очень сложны в производстве и транспортировке. И в связи с этим совмещают: делают больше по площади из нескольких маленьких по площади, а так же метод транспортировки. К примеру, четыре. Четыре линзовых объектива создают четыре отдельных изображения, которые не схожи друг с другом, а так же которые трансформируют в центральную проекцию по середине и автоматически стыкуют их. Эти снимки проходят обработку по существующим программам схожими с программами обработки.

Результатом же цифровой аэрофотосъёмки являются цифровые аэрофотоснимки, и их зафиксированные в полете элементы по которым осуществляются внешние ориентиры (линейные - Xs, Ys, Zs – элементы центрального фотографирования; угловые - α, β, γ - положение камеры относительно по оси координат).

Следуя правилам центрального проектирования, согласно которым строится изображение поверхности местности, аэро-снимок поверхности содержит множество искажений, результаты которых вычисляются углом наклона оптической оси аэро-фотоаппарата и колебанием рельефа поверхности местности. Удалением подобных искажений выполняется во время их фотограмметрической обработки, особенно во время трансформированиея. В результате чего использование аэро-снимков без их первоначального трансформирования для картографического обеспечения осуществляемых работ, за одно в качестве основы ГИС, не может выходить за рамки влияния указанных искажений.

Аэрофотосъемочные работы выполняются специальными направлениями топографо-геодезической или землеустроительной организациями с помощью специально оборудованных аппаратах.

1.1.1 Этапы проведения аэрофотосъёмки

Аэрофотосъемочные работы имеют три этапа:

- предварительный;
- полевой;
- камеральный.

На предварительном этапе идет сбор информации о предыдущих аэросъемках, топогеодезических материалов прошлых работ. После изучения фондовых данных составляют план проведения аэрофотосъемки.

В полевой этап входит непосредственно:

выполнение аэрофотосъемки;

геодезические работы на местности;

распознавание и географическая привязка различных объектов изображений к объектам на местности (дешифрирование).

В период камеральной обработки аэрофотоснимки проходят обработку в специальных программных обеспечениях для получения фото-топопланови ортофотопланов. Приемники GPS/ГЛОНАСС, установленные на беспилотном летательном аппарате, позволяют получить точность привязки снимков до 5 см.

1.1.2 Технология

Согласно законам центрального проектирования, в которых изображается вычисляемая поверхность, аэроснимки содержат множество различных искажений, а величины вычисляются колебанием рельефа изучаемой поверхности и углом наклона оптической оси аэрофотоаппарата. Удаление этих искажений выполняется в процессе их программной фотограмметрической обработки, а так же в частности – фотографического или цифрового переобразования, которая называется преобразованием структур. Поэтому использование аэроснимков без их преобразования структур для картографического обеспечения сделанных работ, и в том числе ГИС, не выходит за пределы влияния указываемых искажений.

Сведения специальных оборудований, зафиксированные в процессе аэрофотосъемки, обеспечивают стабилизацию съемочной камеры в полете или последующее определение по ним пространственного положения аэроснимков в абсолютной или относительной системе координат с целью последующего их использования при выполнении фотограмметрических работ и преобразовании аэроснимков в планы и карты. К таким приборам относятся системы глобального позиционирования, оборудование для определения высоты полета, превышений между центрами фотографирования, гироскопы, а также аэронавигационные системы и многие другие. Наличие указанных данных определяет технологию камеральной обработки результатов аэрофотосъемки, оказывает существенное влияние на точность, оперативность фотограмметрических построений и объемы полевых работ.

1.1.3 Техническое содержание для создания топографического плана местности 1:1000

Необходимыми данными для достаточно комплексной оценки природных и техногенных условий в районе строительства и обоснования проектирования, самого строительства и эксплуатации объектов являются получение топографо-геодезических материалов и данных рельефе местности, инженерных коммуникациях, существующих зданиях и сооружениях, элементах планировки в цифровой или графической формах,

Работы произведены с соблюдением требований инструкции СН РК 1.02-02-2008 «Инженерные изыскания для строительства» и условных знаков изд. 1989 г.

Инженерно-геодезические изыскания выполнены на основании технического задания, выданного Заказчиком – ТОО « Проектный Институт Казгипроводхоз».

Работы как полевые, так и камеральные были произведены в соответствии с «Положением по технологии исполнения электронно-тахеометрической съемки при создании цифровых моделей местности».

Целевое назначение работ – создание топографической съемки в виде цифровой модели местности, согласно задания, с подробностью масштаба 1:1000; с сечением рельефа через 2 метра.

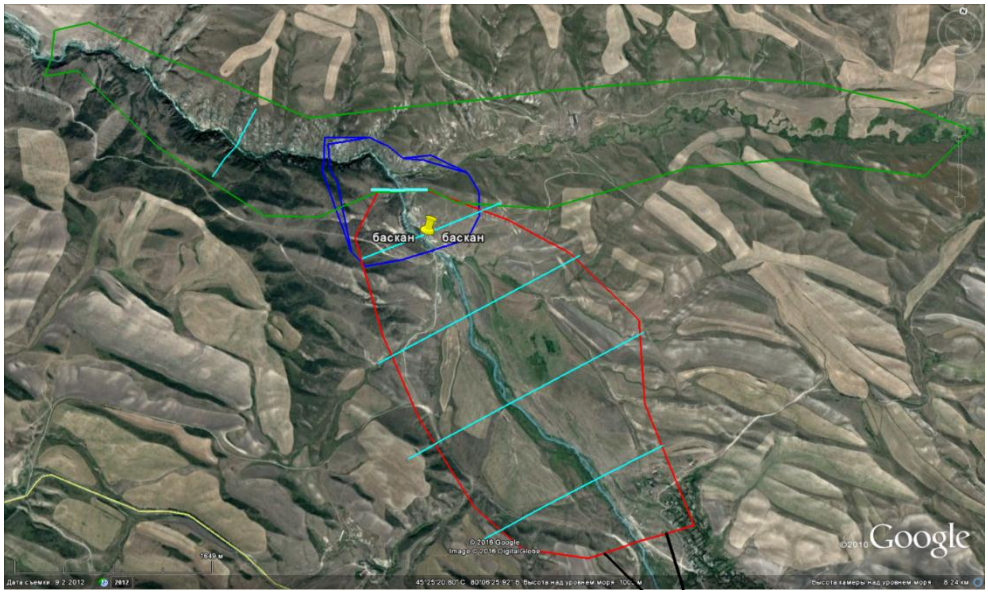


Рисунок 1. Графическое задание полученное от заказчика.

Чаши выделены красным, зеленным и синим цветом, для съёмки масштаба 1:1000.

1.1.4 Физико-географические условия

Екиаша (каз. *Екіаша*, до 1993 г. — Покатиловка— село в Саркандском районе, Алматинской области, Республика Казахстана. Административный центр Екиашинского сельского округа. Находится примерно в 17 км к востоку от города Сарканд. Район работ режет речка Баскан. Её буйный нрав в весеннее половодье хорошо известен местным жителям. А ниже, она охвачена в тесное кольцо высокогорных каньонов, вплоть до распределительного узла каналов.

В предгорных районах характерны растения степной зоны. Климат там резко континентальный, средняя температура января в равнинной части -15 С, в предгорьях - 6-8 С; июля - +16 С и +24+25 С соответственно. Годовое количество осадков составляет: на равнинах - до 300 мм, в предгорьях и горах - от 500-700 до 1000 мм в год.

Рисунок 2. Вид на проектный створ Чаши 1 на реке Баскан.

2. Рекогносцировка

Топографо-геодезическая изученность .

До начала производства работ были выполнен сбор и анализ исходных данных. Топографические материалы более крупных масштабов на участок производства работ не установлены.

Выписка координат и высот пунктов осуществлена из каталога координат геодезических пунктов в СК-42 с последующим пересчетом в СК-местная. Исходные данные предоставлены РГКП «Национальный Картографо-Геодезический Фонд». Количество пунктов на объекте не достаточно для выполнения топографической съемки, в масштабе 1:1000, поэтому в рамках данной работы выполнено развитие планово-высотной геодезической сети сгущения с закладкой центров, координаты и отметки которых определены методом спутниковых измерений. Согласно задания, надо было закрепить 3-4 репера, для длительного хранения, а для аэро-фотосъёмочных работ необходимо заложить маркера, как опознавательные знаки, для обеспечения наземной поддержки по координатам и высоте.

В результате рекогносцировки были решены следующие задачи:

1. В процессе рекогносцировки была изучена местность и ее характерные ландшафтные особенности.
2. Оценка качества топоосновы производилась с помощью визуальной оценки.

Рекогносцировка производилась с помощью глобальной навигационной системы GPS.

Отыскание пунктов триангуляции и полигонометрии.

Рисунок 3. ПТ «Покатиловка».

При создании съемочного обоснования геодезической основой (с применением глобальных навигационных спутниковых систем) служили геодезические построения:

Государственные геодезические сети:

- триангуляции и полигонометрии классов - 1, 2, 3 и 4 ;

Сети сгущения:

- триангуляция 1 и 2 разрядов, полигонометрия 1 и 2 разрядов.

Необходимые пункты, на данный участок, были получены по запросу в РГКП «Национальный Картографо-Геодезический Фонд». Были обследованы пункты ГГС: «Аманбулак»- 3 класс- утрачен, «Старый»- 3 класс, «Сарнура»- 3 класс- утрачен, «Варяг»- 3 класса, «Баскан»- 3 класса и «Покатиловка»- 3 класса. Из найденных, пирамиды сохранились на «Варяге» и на «Покатиловке», центра сохранились на всех.

Рисунок 4. ПТ «Старый», сохранившийся без пирамиды.

Производство измерений по созданию опорного планово-высотного геодезического обоснования.

Развитие планово-высотного обоснования необходимо для обеспечения наземной поддержки цифровой аэросъемки, создания сети базовых станций и опознавательных знаков, а также для произведения трансформации данных в МСК.

Рисунок 5. Референц-база на Репере №3, с видом на Чашу 2.

Для создания съемочного планово-высотного обоснования, местная система координат была получена с помощью GPS-измерений - методом RTK (в реальном времени).

Вычислительная обработка GPS данных и трансформация координат WGS 84 в местную систему координат производилась в соответствии со следующими этапами:

На первом этапе было выполнено свободное уравнивание на эллипсоиде WGS-84 без фиксации исходных пунктов и применения модели геоида для устранения влияния их качества на общий результат. В результате получена оценка внутренней согласованности сети по замыканию полигонов. По результатам свободного уравнивания среднеквадратическая погрешность векторов составила 0,3 м на плане и 0,6 м по высоте.

На следующем этапе осуществляется переход к местной системе координат. В ходке работы за измеряемую поверхность взят эллипсоид Красовского, трансформация была проведена с эллипсоида WGS-84 по семи параметрам ГОСТ Р 51794-2008, в ходе которого были получены геодезические координаты МСК. Часть исходных пунктов фиксировалась с координатами из каталога в различных комбинациях, другие были определены через результаты обработки спутниковых наблюдений. Как плановую геодезическую основу использовали пункты: «Старый»- 3 класса, «Варяг»- 3 класса, «Баскан»- 3 класса, «Покатиловка»- 3 класса.

На третьем этапе, было произведено полностью ограниченное уравнивание с помощью координат из каталога и высотных отметок исходных пунктов в системе координат МСК. Среднеквадратическая погрешность пунктов сети составляет 17 мм на плане и 32 мм по высоте.

Как программное обеспечение для производства вычислительной обработки использовалась Leica Geo Office Combined.

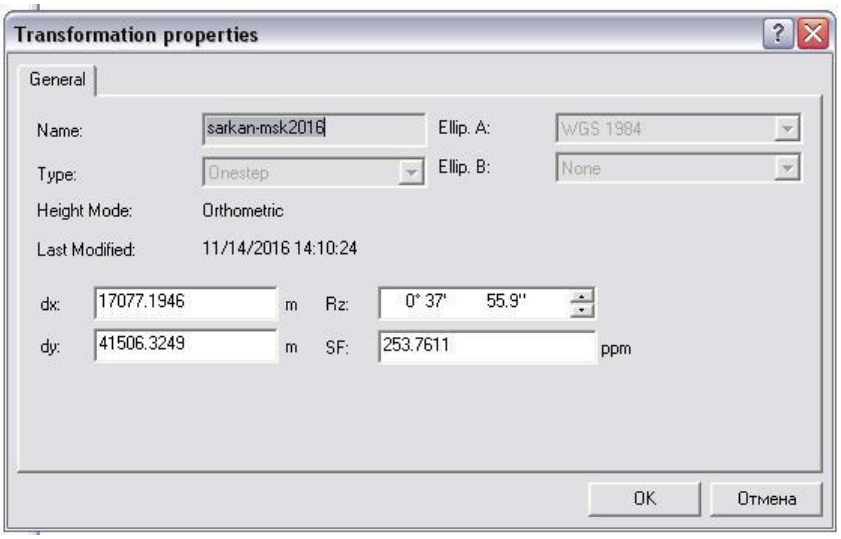


Рисунок 6. Параметры трансформации

Для передачи (распространения) системы координат и высот на весь участок работ были заложены репера тип 6гр.

Места закладки пунктов выбирались в соответствии со следующими условиями:

- обеспеченность нормальными условиями наблюдений, отсутствие закрытости и отражающих поверхностей;
- обеспеченность сохранности центра на долгий период и взаимной видимости;
- если нет вблизи пунктов (до 1-2 км) сильных источников излучения;
- закрытость горизонта на пунктах не более 15°;
- доступ к пункту в любое время, в независимости от погодных условий.

Рисунок 7. Закладка временного репера и передача отметки на Репер №2.

Всего заложено 3 пункта спутниковой опорной геодезической сети 1 разряда. Заложенные пункты закрепляются центрами типа 160 оп. знак. Такой центр представляет собой металлическую профилированную трубу 40х40 мм, к верхнему концу приварена марка, а нижний конец штырями соединяется с якорем (бетонный монолит 50х50х20 см), глубина закладки 1,20 м. Опознавательным знаком служит металлическая табличка 15х20 мм, закреплённая на арматуре. Опознавательного знака имеет высота над землей 0,5 м. Надпись на табличке черным или белым маркером.

На реперах выполнены GPS измерения, в режиме реального времени RTK, обеспечивающие точность ±5мм+1*10, согласно техническим характеристикам используемого GPS- оборудования фирмы «Leica 1200», что удовлетворяет требованиям для построения полигонометрических сетей 1 разряда. Передача высот внутри полигона, состоящего из 3 реперов, была выполнена традиционным методом, т.е. геометрическим нивелированием, прибором «Leica NA-720», с точностью Нивелирования IV класса. Ведомости нивелирования приводятся в приложении 14. По окончании работ и вычислений был составлен каталог координат и высот реперов.

Рисунок 8. Маркер или опознавательный знак.

Маркера закладывались, в виде крестов, контрастирующих с подстилающей поверхностью, на характерных контурах ситуации, а в местах отсутствия объектов, пригодных для распознавания на аэрофотоснимках. Для каждой точки были получены координаты в двух системах: WGS84 и местной системе координат.

Точность определения координат точек планово-высотного обоснования- 5 см в плане и 15 см по высоте. Для выполнения работ использовались двухчастотные GPS приемники «Leica 1200».

Перед началом проведения лётных работ, выполнялась закладка планово-высотного обоснования, в виде сети контрольных точек (маркеров), равномерно разложенных, с шагом до 1 км, на участках съемки.

Рисунок 9. Процесс выполнения съёмки с помощью спутникового оборудования GPS-ровера.

2.1 Создание планово-высотного обоснования

Перед началом проведения летных работ, выполнялась закладка планово-высотного обоснования, в виде сети контрольных точек (маркеров), равномерно разложенных, с шагом до 1 км, на участках съемки.

При координировании опознаков, применялся режим RTK, с получением дифференциальных поправок от референцной базовой станции города Алматы.

Рисунок 10. Марка в виде креста

Маркера, в виде крестов, закладывались на характерных контурах ситуации, а в местах отсутствия объектов, пригодных для распознавания на аэрофотоснимках. Для каждой точки были получены координаты в двух системах: WGS-84 и местной системе координат г. Алматы. Точность определения координат точек планово-высотного обоснования- 5 см в плане и по высоте. Для выполнения работ использовались двухчастотные GPS приемник «Leica 1200»;.

Рисунок 11. двухчастотный приёмник GPS-ровер, на базе «Leica 1200», для выполнения планово-высотного обоснования.

Описание:

Приёмник LEICA System 1200 имеют высокую точность по таким системам как ГЛОНАС и GPS а так же гибкость в применении, которые необходимы для вычислекния различных задач при спутниковых измерениях. Применение новых двухсистемных спутниковых приемников Leica GPS1200 дают одну из наиболее высоких точностей при решении задач с помощью GNSS систем координат. В этих приемниках применяется один из новых GPS/ГЛОНАСС процессоров. Который был специально разработанный для одних из сложных полевых условий и при низких температурах. Прибор имеет одну из высоких степеней защиты от пыли и влаги, которая соответствует стандартам нынешних военных стандартами. GPS1200 можно использовать как передвижные приемники или базовые станции для съемки. В режимах как "Статика" и "Кинематика в реальном времени (RTK)". В приемниках GPS1200 применена технология SmartTrack+, она позволяет использовать сигналы двух спутниковых систем GPS и ГЛОНАСС. Технология SmartTrack+ обеспечивает надежный захват сигналов со спутников за считанные секунды даже в условиях где применение GPS приемников затруднено. Приемники GPS1200 смогут в будущем принимать спутниковые сигналы GPS L5 и сигналы спутниковой системы Galileo.

Особенности:

- Упрощённый интерфейс
- Точное управление данными
- Стандартные аксессуары подходящие для этой серии
- Мощные полевые прикладные программы
- Общее программное обеспечение LEICA Geo Office

Таблица 1. Технические характеристики двухчастотного GPS приемник «Leica 1200».

Приёмник	GX 1210GG	GX 1220GG	GX 1230GG
Тип	Одночастотный	Двухчастотный	Двухчастотный
Каналы	12L1 GPS, 2SBAS	14L1 + 14L2 GPS, 2SBAS	12L1 + 12L2 GPS ГЛОНАСС
		14L1 + 14L2 GPS, 2SBAS	
72 канала			
GNSS	SmartTrack	SmartTrack	SmartTrack+
RTK	нет	нет	SmartCheck
Индикаторы состояния	3 светодиоидных индикатора: питание, слежение за спутниками, память		
Точность	в плане: 10мм + 1мм/км, кинематика		
	по высоте: 20мм + 1мм/км, кинематика		
	в плане: 5мм + 1мм/км, статика		
	по высоте: 10мм + 1мм/ка, статика		
		Длинные наблюдения на длинных базовых линиях:	

двухчастотные		в плане: 3мм + 0,5мм/км, статика
		в плане: 6мм + 0,5мм/км, статика
Питание	Два аккумулятора Li-lon 3.8Ah/7.2V. Питают приёмник, контроллер и спутниковую антену	
Т непрерывной работы	15 часов без использования радиомодема и 10 часов для режимов RTK / DGPS	
Внешнее питание	от 10.5V до 28V	
Память	Карта Compact Flash (64Мб, 256Мб, 1 Гб) или внутренняя (64Мб, 256Мб) 64Мб достаточно на 1100 часов записи данных L1 / L2 (интервал 15 сек)	
Рабочая С	Приемник от -40°С до +65°С, Антенны от -40°С до +70°С, Контроллеры от -30°С до +65°С	
М	1.20кг (приёмник), 0,48кг (контроллер), 0,44кг (антенна), 0,19кг (аккумулятор)	

2.1.1 Производство аэрофотосъёмочных работ

Планирование АФС работ

Планирования АФС осуществлялась с помощью Geoscan Planner 2.0.

Программа Geoscan Planner представляет собой специально разработанный инструмент для подготовки и осуществления полетов с использованием беспилотного комплекса для аэрофотосъемки «Геоскан». Geoscan Planner 2.0 предоставляет возможности для работы с площадными объектами (съемка полигонов) и протяженными объектами (линейная съемка). Программа имеет несколько режимов работы: простой режим, режим эксперта и плеер. Функции простого и экспертного режима идентичны, но в экспертном режиме на экране отображается окно со свойствами проекта, которые пользователь может отредактировать. Переключение между режимами не изменяет глобальных свойств проекта. Например, можно начать составление проекта в простом режиме, при необходимости переключиться в режим эксперта для изменения каких-либо параметров, а затем вернуться в простой режим (чтобы окно параметров не занимало рабочую область экрана). Режим плеера позволяет реконструировать полет по автоматически регистрируемым данным. Основное назначение этого режима – восстановление данных привязки фотографий в случае, если в ходе полета был нарушен штатный режим работы.

Исходными параметрами для планирования являются:

тип камеры;

требуемое пространственное разрешение – 5 см;

продольное перекрытие — 70%, поперечное перекрытие - 60%;

доступная в интернете ЦМР, скачанная в свободно-доступном ресурсе «SAS-planet».

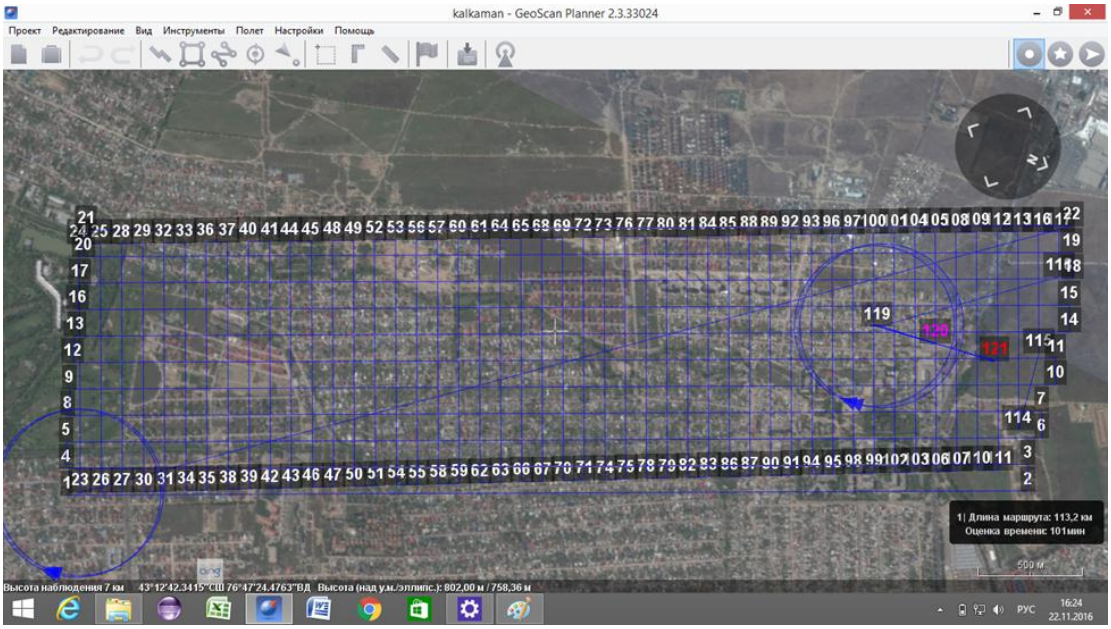


Рисунок 12. Планирование АФС

В результате программа рассчитывает количество маршрутов и кадров, а также координаты центров кадров. Для создания 3D-модели, предлагается выполнить залёт «крестом». Созданный план съемки позволяет получить аэрофотосъемочные данные, с заданными параметрами: разрешение на местности 5 см/пиксель или лучше, минимальное продольное перекрытие – 70%, минимальное поперечное перекрытие – 60%

1. Техническое обеспечение АФС работ

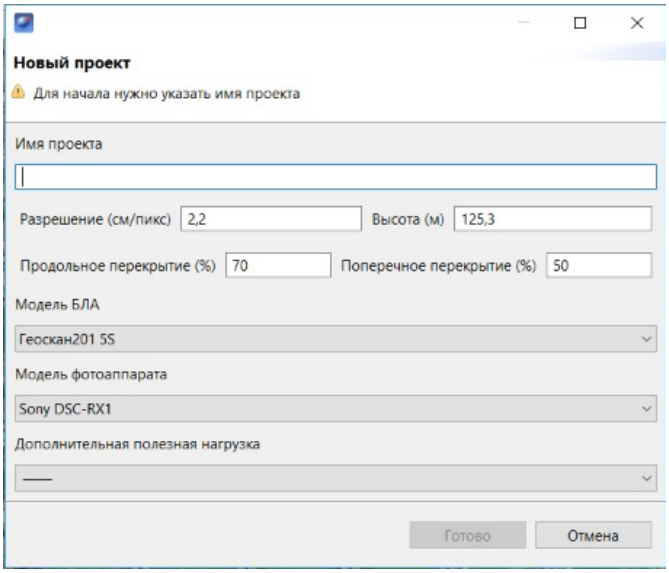


Рисунок 13. Создание проекта

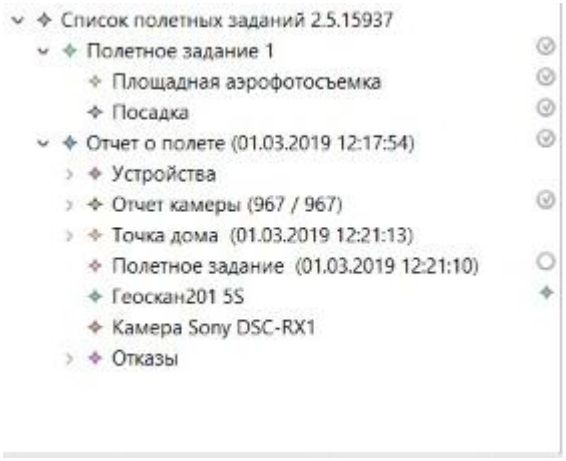
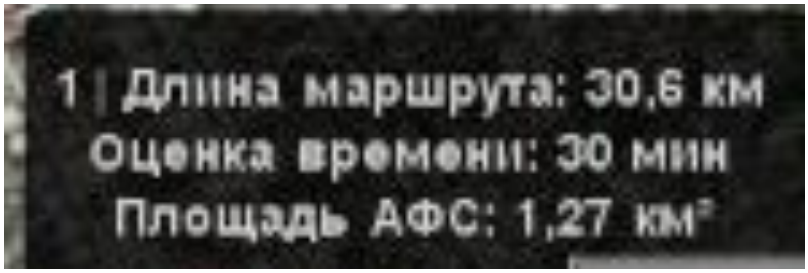


Рисунок 14. Параметры полученные в результате съёмки



Русинок 15. Параметры полёта

Для решения задач были использованы:

1. цифровой аэрофотосъёмочный фотоаппарат Sony DSC-RX1, установленный на борту БЛА;

2. наземные двухчастотные референц-станции GPS, на базе «Leica 1200»;

3. полностью законченные технологии аппаратно-программной обработки аэрофотосъёмочных данных в ПО «Agisoft PhotoScan Pro».

2. Этапы ФАС работы

Выполнение АФС работ включает в себя следующие этапы:

1. планирование;

2. создание планово-высотного обоснования;

3. полевые АФС работы;

4. обработка АФС данных, создание ЦМР и ортофотоплана местности.

2.1. Планирование АФС работ

Для планирования АФС работ использовалось специализированное программное обеспечение. Исходными параметрами для планирования являются:

1. тип камеры;

2. требуемое пространственное разрешение – 5 см;

3. продольное перекрытие — 70%, поперечное перекрытие - 60%;

4. доступная в интернете ЦМР.

В результате программа рассчитывает количество маршрутов и кадров, а также координаты центров кадров. Созданный план съемки позволяет получить аэрофотосъемочные данные, с заданными параметрами: разрешение на местности 5 см/пиксель или лучше, минимальное продольное перекрытие – 70%, минимальное поперечное перекрытие – 50%.

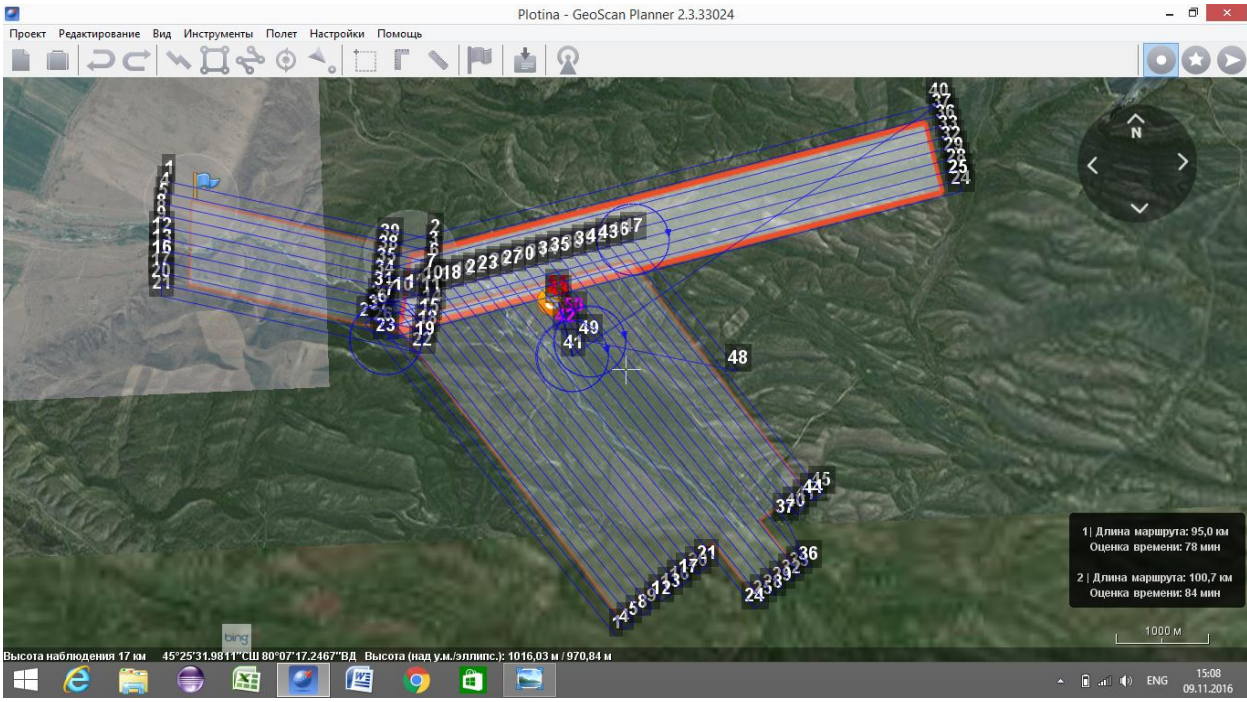


Рисунок 16. Создание полётных заданий в НСУ.

2.1.2 Полевые АФС работы

В начале каждого съемочного дня производился анализ погодных условий на пригодность к съемке. Перед каждым полетом проводился технический осмотр БЛА, устанавливались карты памяти, с планом съемки.

Наземные GPS станции включались примерно за 1 час до начала съемки для сбора альманаха спутников, с установленной частотой записи- 1 Гц. Выключались станции после приземления БЛА, по окончании работ.

Во время проведения АФС работ производилась оценка качества полученных кадров и полученных данных GPS и IMU по следующим критериям:

1. фактическая высота полета БЛА, при осуществлении съемки;

2. отсутствие в данных сбоев, облаков, тумана;

3. соответствие точности GPS кинематического позиционирования БЛА, во время проведения аэросъемки.

2.1.3 Обеспечение аэрофотосъёмки

1. Цели и задачи выполнения работы.

С помощью БЛА (беспилотного летательного аппарата) выполнить аэросъёмочные работы для создания 3D модели ТЭО «Строительство Покатиловского водохранилища на р. Баскан в Алматинской области».

2. Система координат

Горизонтальной системой отсчета для публикации всех координат, на этапе аэрофотосъемочных работ, принята Всемирная Геодезическая Система - WGS-84.

Все измеренные вертикальные геопространственные данные должны быть выражены, как высоты относительно среднего уровня моря (MSL).

Плоскостная система координат создаваемой картографической продукции — местная система координат г. Алматы.

2.1.4 Выполнение АФС работ

Техническое обеспечение АФС работ

Для решения задач были использованы:

- БЛА «Геоскан»-201 (беспилотный летательный аппарат)

Применение комплексов Геоскан.

АФК GeoScan предназначены для получения точных и высокодетальных фотопланов местности, моделей рельефа, и построения 3D-моделей. В состав комплексов входит все необходимое оборудование и программное обеспечение для выполнения фотосъемки и обработки полученных материалов. Ряд беспилотных аппаратов разной дальности действия позволяют выполнять работы на различных объектах — от отдельно стоящих зданий, сооружений, котлованов до значительных по размерам территорий и протяженных линейных объектов. Для обработки материалов съемки в составе комплекса поставляется фотограмметрическое ПО Agisoft PhotoScan Pro, ориентированное на использование данных, полученных при помощи беспилотных аппаратов, и успешно применяемое для этих работ более чем в 50 странах.

Рисунок 17. БЛА «Геоскан»-201

Описание:

Геоскан 201 - автоматическая аэрофотосъемочная комплекс, имеющий в себе функциональность и легкость в использовании. Время работы увеличенно до 3 часов продолжительностью. Благодаря чему позволяет не просто снимать больше за 1 полет, а так же снимать отдельные участки из 1 точки, сокращая расходы на логистику.

Автоматическое управление:

- Комплекс оснащен наземной станцией управления с предустановленным программным обеспечением Geoscan Planner.

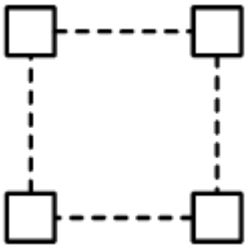
- Программа позволяет выполнить предполетную подготовку, выбрать предпочтительные параметры съемки, произвести запуск и выбрать точку посадки. Во время выполнения полетного задания, оператору предоставляется телеметрия и информация о состоянии воздушного судна.

- После завершения полета, полученные снимки можно загрузить в интерфейс программы и просмотреть любой снимок вдоль маршрута.

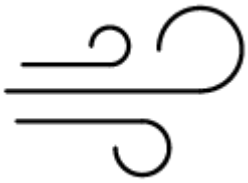
Основные характеристики:

- Время полета:
3 часа

- Максимальное расстояние маршрута:
210 км



- Площадь съемки за 1 полет:
при масштабе 3-10 см/пикс: 7-22 км^2

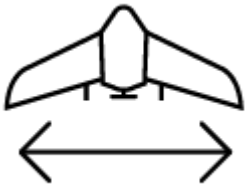


- Максимальная допустимая скорость ветра:
12 м/с

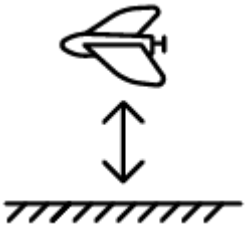
- Скорость полета:
64-130 км/ч

- Максимальная взлетная масса:
8,5 кг

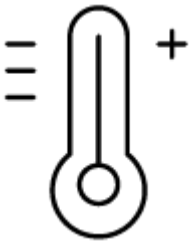
- Максимальная масса допустимой нагрузки:
1,5 кг



- Размеры:
Размах крыльев 222 см

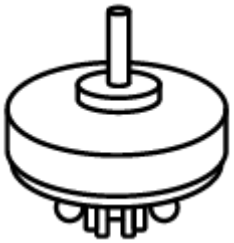


- Минимальная высота полета:
100 м
- Максимальная высота полета:
4000 м

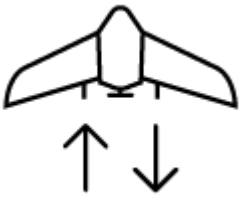


- Температура:

От -20 до +40 °С (опционально возможно расширение до -40 °С)



- Двигатель:
электрический, бесколлекторный



- Взлет / посадка:
с катапульты / на парашюте, в автоматическом режиме

Рисунок 18. Цифровая аэрофотосъемочная камера Sony DSC-RX1, установленная на борту воздушного судна.

Характеристика камеры:
Модель камеры - DSC-RX1R (35 mm)
Разрешение - 6000 x 4000
Фокусное р-е - 35 мм
Размер пикселя - 6 x 6 мкм
Калибровка - Нет

2.1.5 Этапы АФС работ

Полевые АФС работы

В начале съемочного дня производится анализ погодных условий на пригодность к съемке. Перед каждым полетом проводится технический осмотр БЛА, устанавливаются карты памяти.

Рисунок 19. Взлёт с катапульты

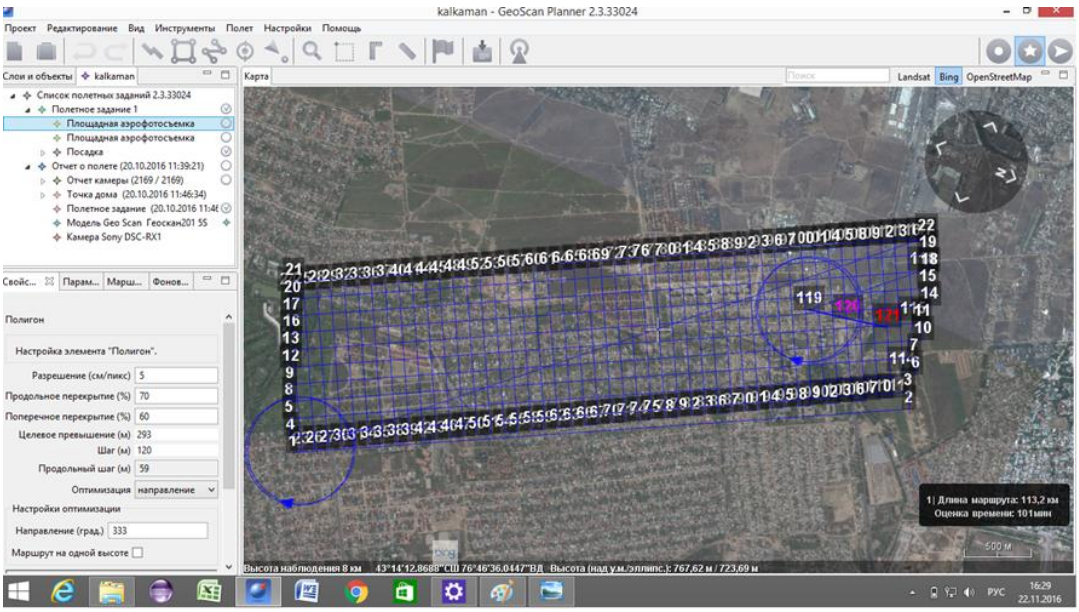


Рисунок 20. Параметры полётного задания

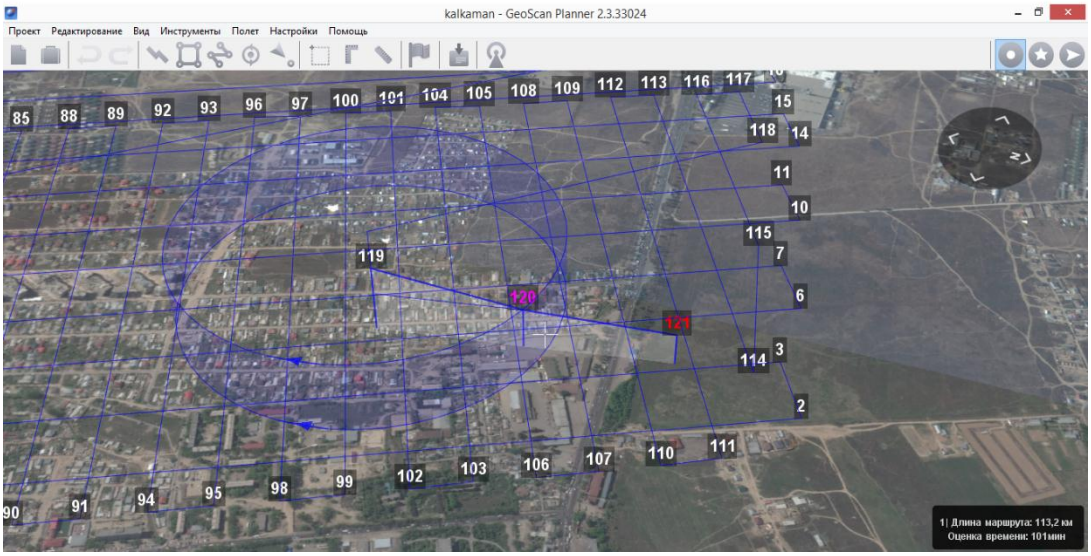


Рисунок 21. Создание посадки

Рисунок 22. Посадка с парашютом

Во время проведения АФС работ производилась оценка качества полученных кадров и полученных данных GPS и IMU по следующим критериям:

фактическая высота полета ВС (воздушного судна) при осуществлении съемки;

отсутствие в данных сбоев, облаков, тумана;

соответствие точности GPS кинематического позиционирования ВС во время проведения аэросъемки.

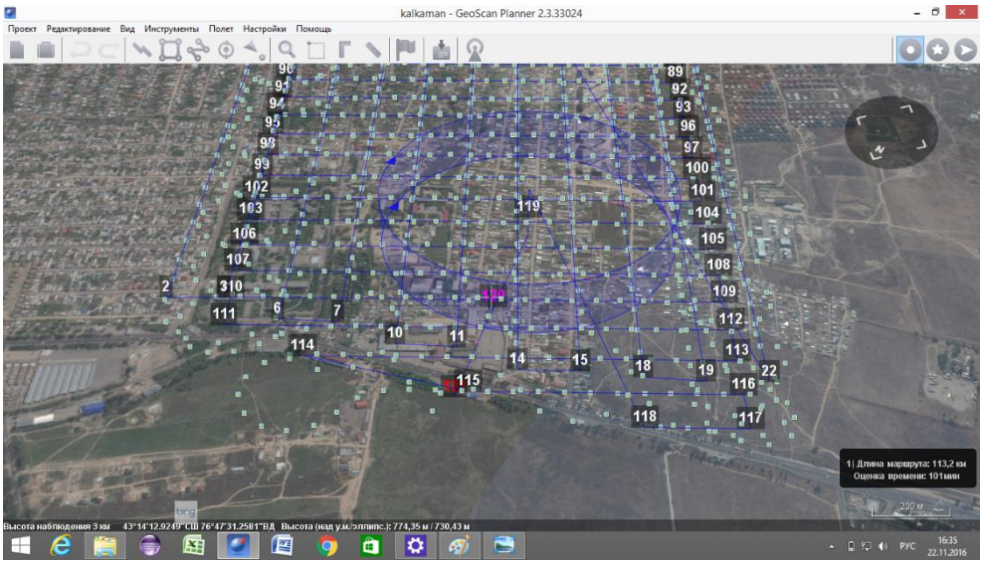


Рисунок 23. Монтаж снимков на треки полётного задания.

Результатом работы является папка с фотографиями и файлом данных их привязки. Используйте эти данные для дальнейшей обработки в программе PhotoScan или другом ПО.

2.1.6 Методика выполнения камеральных фотограмметрических работ.

Обработка АФС данных, создание 3D- модели.

Фотограмметрическая обработка аэрофотоснимков производилась в программном обеспечении «Agisoft PhotoScan Pro», реализующей все самые современные фотограмметрические технологии.

Программа «PhotoScan Pro» позволяет создать высокоточную текстурированную трехмерную модель местности, привязать ее по центрам фотографирования и/или по наземным точкам, сформировать из полученной модели ортофотоплан и матрицу высот. Результаты можно вывести в самых распространенных форматах. По материалам аэрофотосъемки программа позволяет получать ортофотоплан и матрицу высот, соответствующие требованиям точности топопланов масштаба 1:1000.

Процесс обработки данных в «PhotoScan» предельно автоматизирован – достаточно только выбрать режим работы программы.

Первым этапом является создание проекта в ПО «PhotoScan Pro» и загрузка в него снимков, выбор системы координат WGS-84 и загрузка координат центров снимков. ПО выполняет процесс автоматической аэротриангуляции, формируется модель в виде разреженного облака точек, уточняются координаты центров фотографирования и определяются элементы ориентирования снимков.

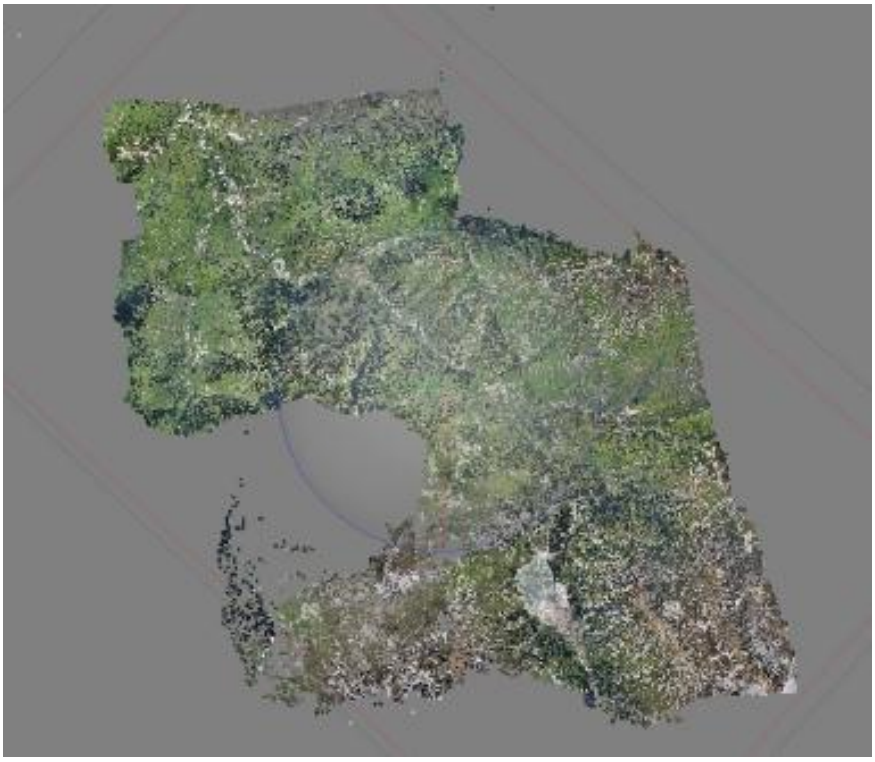


Рисунок 24. Созданное разреженное облако точек в проекте «PhotoScan Pro».

Параметры облака точек:
Точек - 212,128 из 262,853
СК ошибка репроецирования - 0.289409 (1.01835 пикс)
Макс. ошибка репроецирования - 1.34857 (82.8933 пикс)
Средний размер точек - 2.89018 пикс
Эффективное перекрытие - 7.54978

Следующим этапом создания матрицы высот и ортофотоплана местности является привязка модели по наземным опорным точкам, созданного планово-высотного обоснования в МСК.

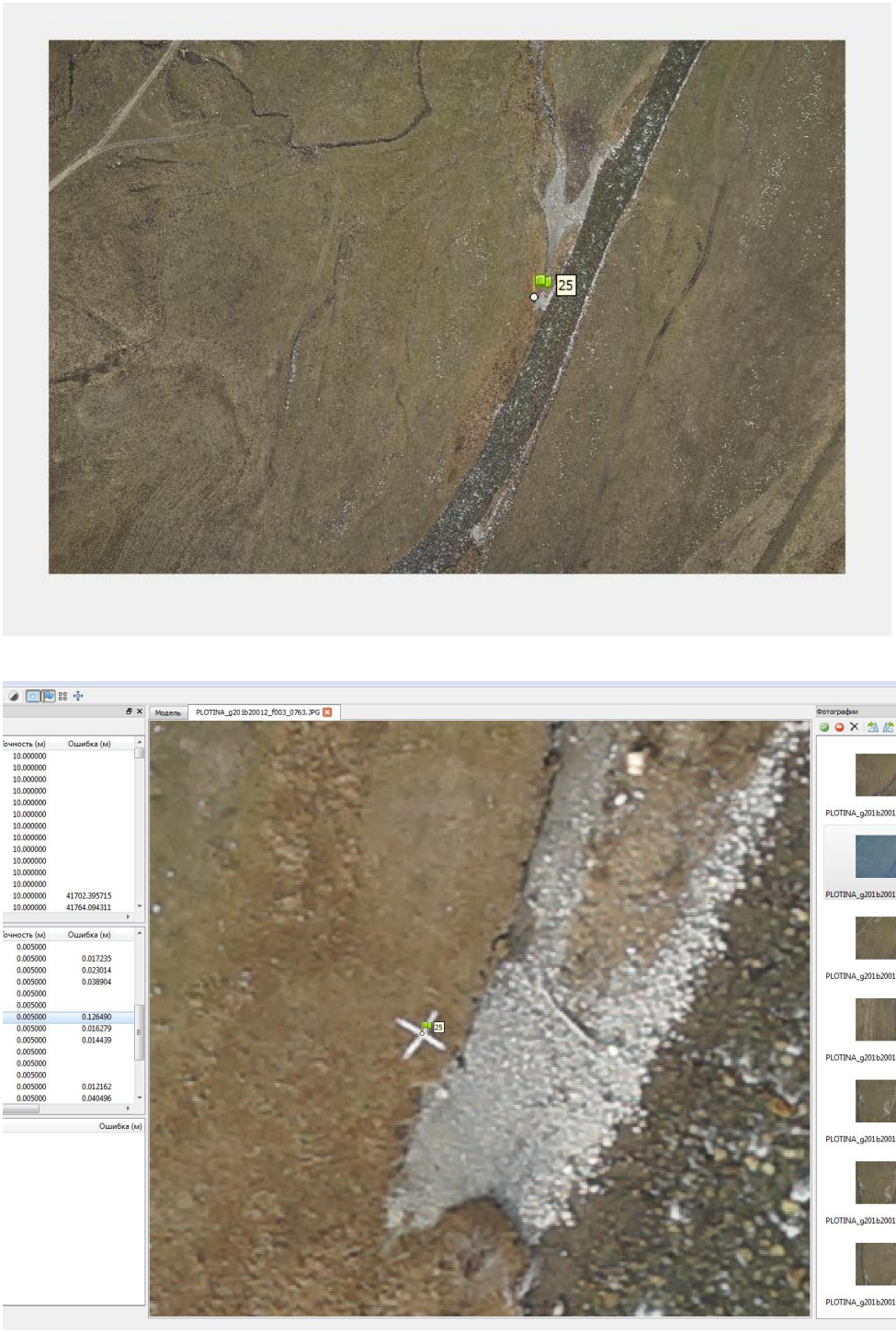


Рис. 25-26. Привязка аэрофотоснимков к созданным опознакам временной опорной сети, в виде крестов для участка работ.

Далее, в проекте « PhotoScan Pro» выполняется построение плотного облака точек местности.

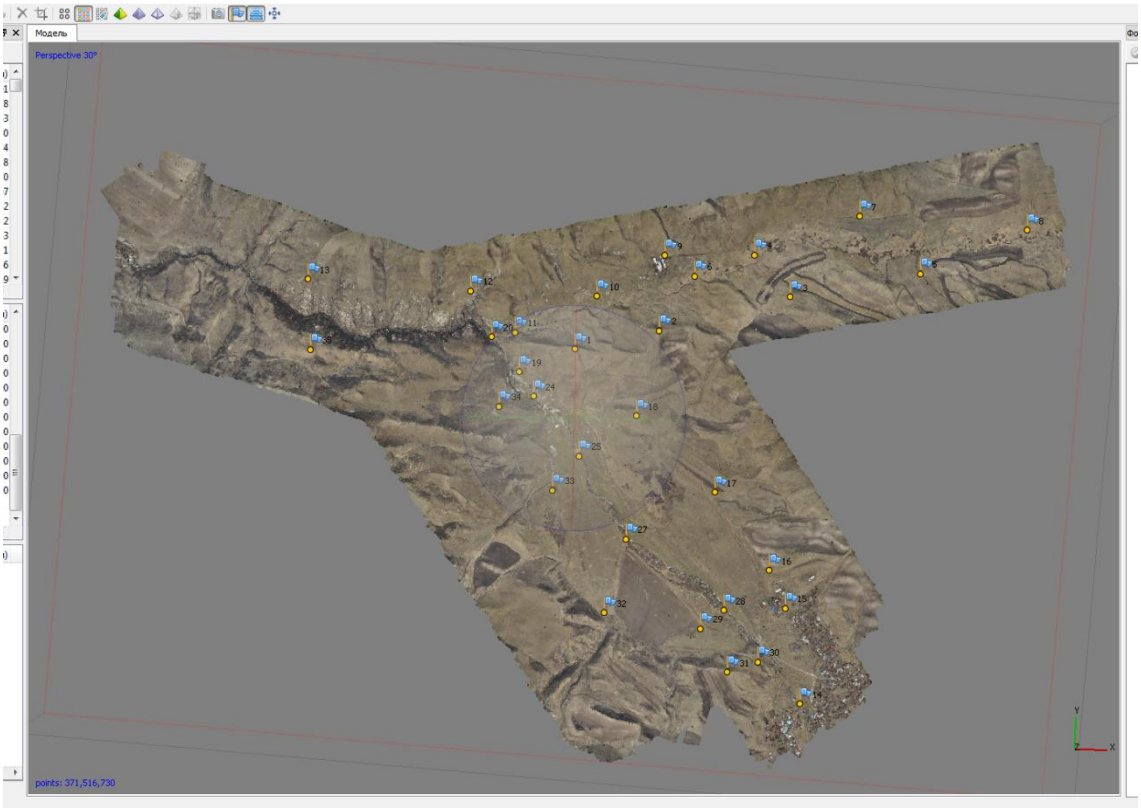


Рисунок 27. Плотное облако точек с маркерами для участка работ.

Рисунок 28. Полученный 3д объект местности

Рисунок 29-30. Качество объекта в близи

https://sputnik.geoscan.aero/location/565 - ссылка на 3д модель.

2.1.7 Agisoft PhotoScan

Описание программы:

Agisoft Metashape Professional - это программное обеспечение, раскрывающее возможности фотограмметрии на максимум, а также включающее в себя технологии машинного обучения для анализа и пост-обработки, это позволяет получать результаты максимально точными.

Metashape обрабатывает изображения, полученные с помощью RGB- или мультиспектральных камер, включая мультикамерные системы, и преобразовывает снимки в плотные облака точек, геопривязанные ортофотопланы, текстурированные полигональные модели и цифровые модели рельефа/местности (ЦМР/ЦММ).

Последующая обработка позволяет удалять и убирать тени, искажения текстур с поверхности моделей съёмки, рассчитывать вегетационные

индексы и составлять файлы предписаний для агротехнических мероприятий, автоматически классифицировать плотные облака точек и т.д.

Возможность экспорта во все внешние пакеты для постобработки делает Agisoft Metashape Professional универсальным фотограмметрическим инструментом.

2.1.8 Metashape для аэрофотосъемки.

- Облака точек: По качеству соответствующие лазерному сканированию

- Поверхности: Высокой детальности в виде TIN или GRID модели

- 3D Модели: Текстурированные на основе исходных изображений

Ортофотопланы:

Соответствующие требованиям точности топопланов 1:500

Профессиональная фотограмметрия - это просто

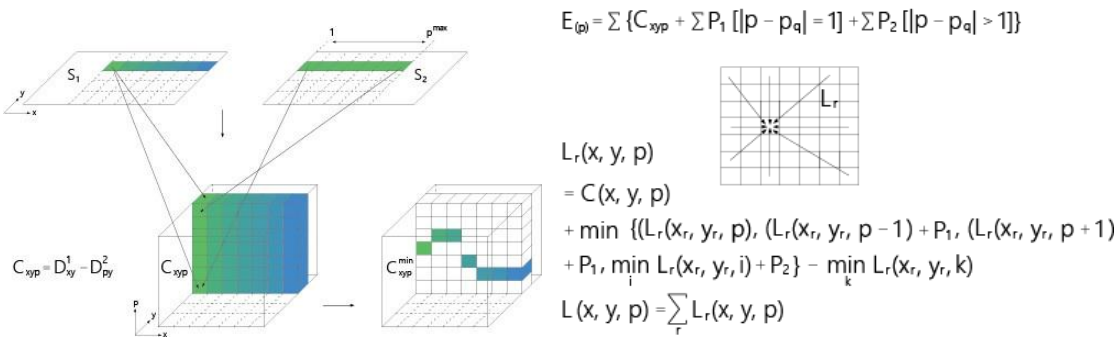
Ядро Metashape – методы классической цифровой фотограмметрии, подкреплённые современными алгоритмами компьютерного зрения.

Слияние этих технологий позволяет создать профессиональную фотограмметрическую систему, которая может легко управляться даже новичком, а интуитивно понятный интерфейс очень прост в освоении. Поэтому, даже не обладая специальными знаниями и подготовкой в области фотограмметрии, вы можете получать высокоточные результаты практически без участия оператора.

В то же время, у Metashape есть, что предложить профессионалам. Не смотря на простой интерфейс, основа система – классическая фотограмметрия. Вы всегда можете контролировать получаемы результаты с помощью отчётов, тонко настраивать рабочее пространство под специфические задачи и использовать продвинутые функции, как, например, стереорежим или скрипты Python.

Для поиска общих точек Metashape использует алгоритм, который сначала находит «особые» точки на отдельных фотографиях, а потом, на основе уникальных идентификаторов – дескрипторов, точки отождествляются. Если точка опознана на 2-ух и более кадрах она становится соответствием.

После этого следует выравнивание кадров, оно же – фототриангуляция. Этот процесс реализован с помощью алгоритма Bundle Block Adjustment, в основе которого лежит метод наименьших квадратов. Bundle Block Adjustment – это интерпретация способа связок, который является самым строгим способом решения фототриангуляции. В расчёт могут быть включены координаты точек привязки (центров фотографирования или опорных точек) и проекции маркеров на кадре. Всем параметрам можно задать веса, т.е. масштаб их участия в расчёте.



Плотное облако строится на основе карт глубины, для построения которых, в свою очередь, используется алгоритм Semi-Global Matching. Суть алгоритма заключается в том, что каждому пикселю левого снимка стереопары находится соответствующий пиксель на правом снимке. Каждый пиксель левого снимка сравнивается с поднабором («строкой») пикселей правого снимка с соответствующей ординатой. Далее формируется куб (параллелепипед), для всего снимка, где каждому пикселю соответствует одна «линия» ячеек, а строке пикселей на снимке соответствует одно продольное сечение куба. Элементами куба являются значения критерия соответствия, анализируя которые находят минимальные значения для каждого пикселя.

Кроме того, анализируются связи между соседними пикселями по восьми направлениям вокруг данного пикселя. В результате, для каждого пикселя левого снимка находится соответствующее значение продольного параллакса и, как следствие, пространственные координаты точек плотной модели (в результате решения прямых засечек).

Отчёт об обработке:

Рисунок 31. Исходные данные

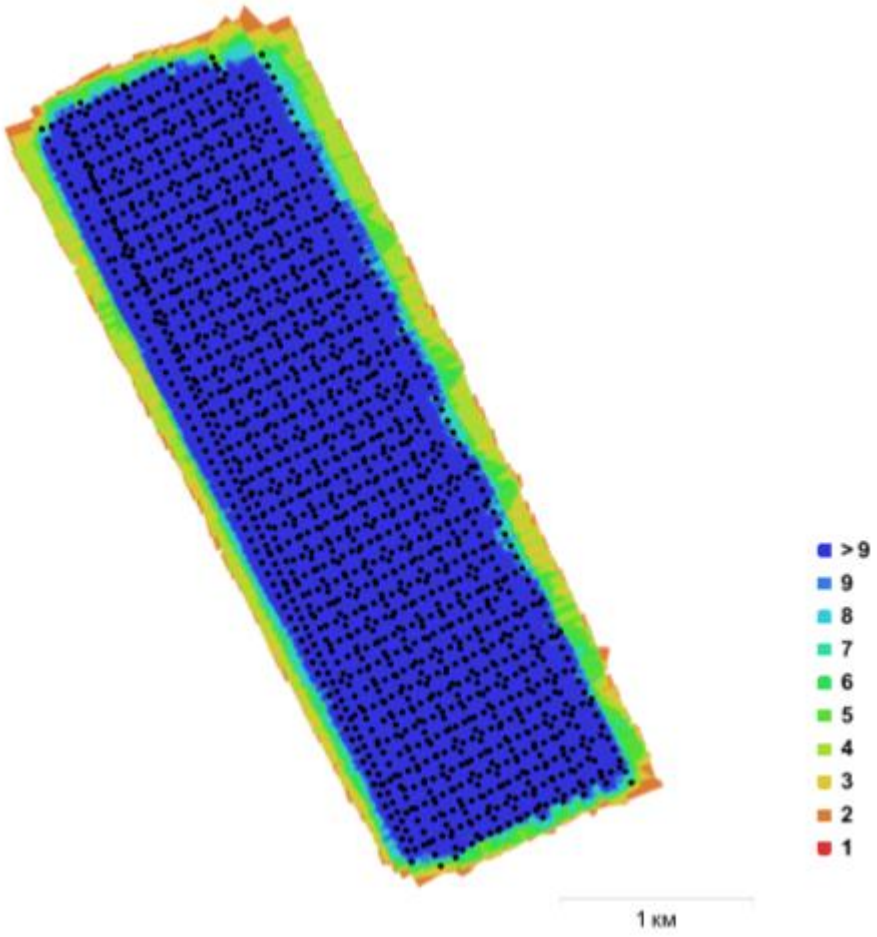


Рисунок 32. Позиции камер и перекрытие изображений.

Всего изображений: 2,163
Высота полёта: 287 м
Разрешение съёмки: 4.8 см/пикс
Площадь покрытия: 7.06 км²
Позиций съёмки: 1,673
Связующих точек: 212,128
Проекций: 1,490,299
Ошибка репр-я: 1.02 пикс

Камера

Модель камеры - DSC-RX1R (35 mm)
Разрешение - 6000 x 4000
Фокусное р-е - 35 мм
Размер пикселя - 6 x 6 мкм
Калибровка - Нет

Параметры плотного облака точек

Точек - 262,784,168

ПО «PhotoScan» поддерживает широкий спектр форматов экспорта данных. Для целей данного проекта была создана матрица высот, в виде

ЦМР, с пространственным разрешением 2м/пиксель в формате TIFF и ортофотоплан местности, с пространственным разрешением 5 см/пиксель.

Создание матрицы высот, в виде ЦМР, производилось в несколько этапов. Сначала была создана ЦММ.

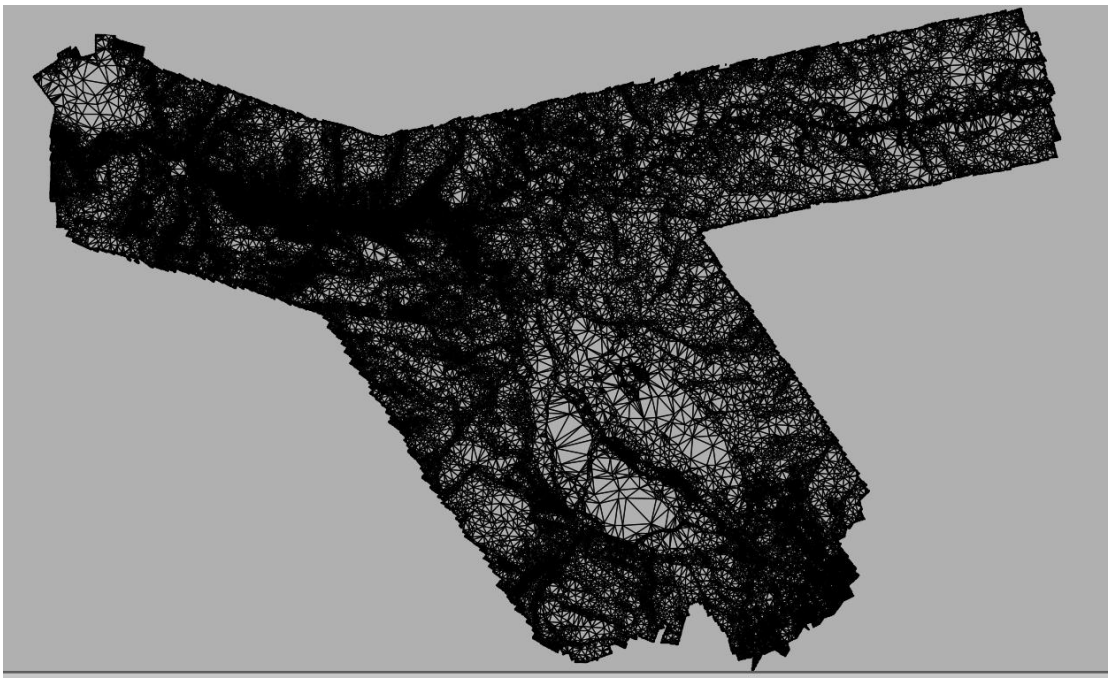


Рисунок 33. ЦММ для участка работ.

Цифровая модель местности представляет собой отображение в виде пространственных координат множества точек земной поверхности, объединенных в единую систему. ЦММ модель описывает видимую поверхность земли. Далее, ЦММ будет очищена от элементов ситуации в ПО «PhotoScan», в автоматическом режиме, при необходимости вручную оператором, для получения ЦМР, т.е. модели, описывающей лишь рельеф местности. Согласно требований ТЗ, ЦМР была создана в виде растрового изображения в формате GeoTIFF, с разрешением 2м/пиксель.

Полученная ЦМР проверяется по следующим критериям: визуальная проверка на непрерывность; проверка размера шага; сравнение с контрольными пунктами.

ЦМР корректно отражает рельеф местности и обеспечивает среднюю погрешность определения высот на характерных точках рельефа не более ⅓ высоты сечения, а на залесённых участках ½ высоты сечения.

Созданная ЦМР использована также для ортонормирования кадров.

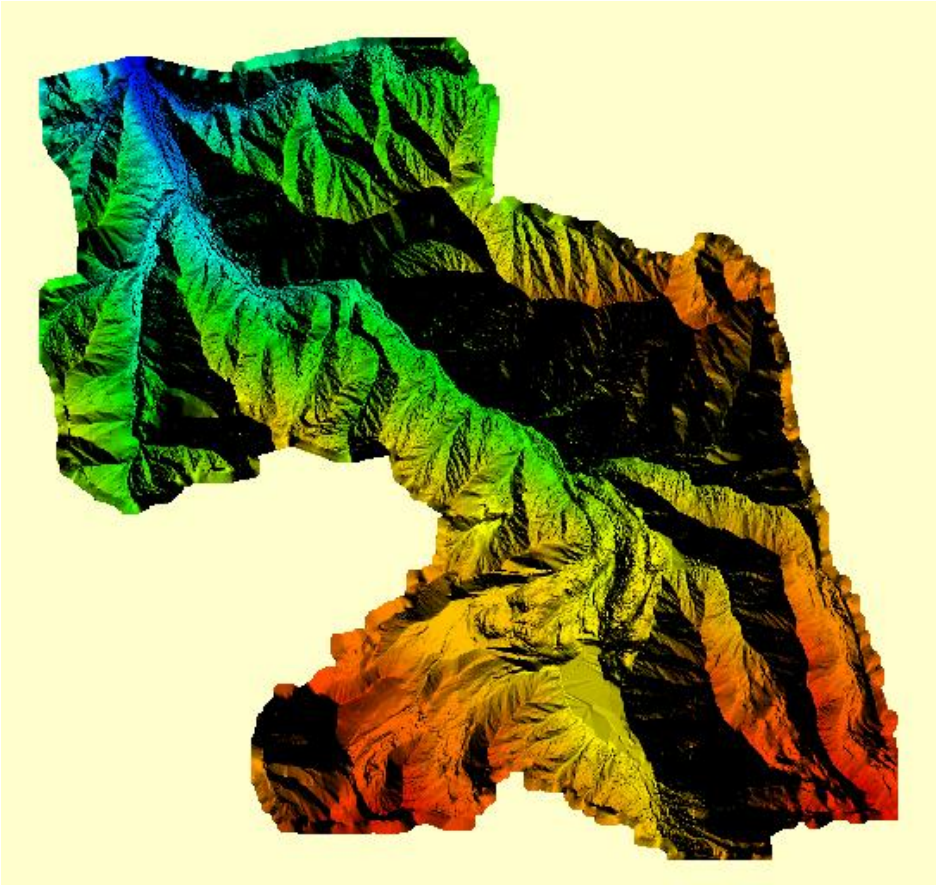


Рисунок 34. Цифровая модель рельефа.

Параметры обработки цифровой модели местности

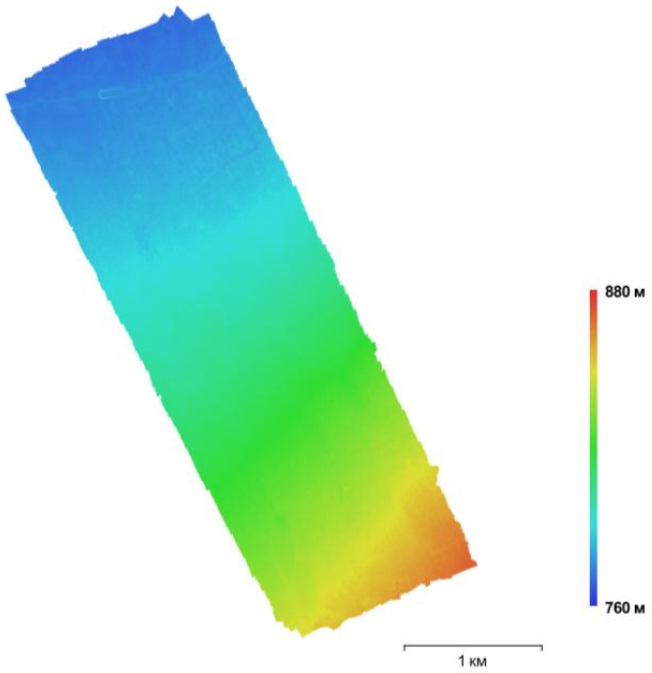


Рисунок 35. Рассчитанная цифровая модель местности.

Разрешение: 19.2 см/пикс
Плотность точек: 27.1538 точек на кв. м
Параметры обработки:
- Основные
Камеры - 2163
Выровненные камеры - 1673
Маркеры - 9
Система координат - Local Coordinates
- Параметры выравнивания
Точность - Высокая
Преселекция пар - Привязка
Макс. количество точек - 40,000
Макс. количество проекций - 1,000
Фильтровать соответствия по маске - Нет
Время поиска соответствий - 1 час 34 минуты
Время выравнивания - 4 минуты 52 секунды
- Параметры оптимизации
Параметры - f, cx, cy , k1-k3, p1, p2
Время оптимизации - 5 секунд
- Параметры реконструкции
Качество - Среднее
Фильтрация карт глубины - Агрессивная
Время обработки - 1 час 15 минут
- Модель
Полигонов - 81,752
Вершин - 44,306
- Параметры реконструкции
Тип поверхности - Карта высот
Исходные данные - Плотное облако точек
Интерполяция - Включена
Качество - Среднее
Фильтрация карт глубины - Агрессивная
Количество полигонов - 100,000
Время обработки - 16 минут 54 секунды
- Параметры реконструкции
Поверхность - Полигональная модель
Включить коррекцию цветов – Нет

3 Калибровка

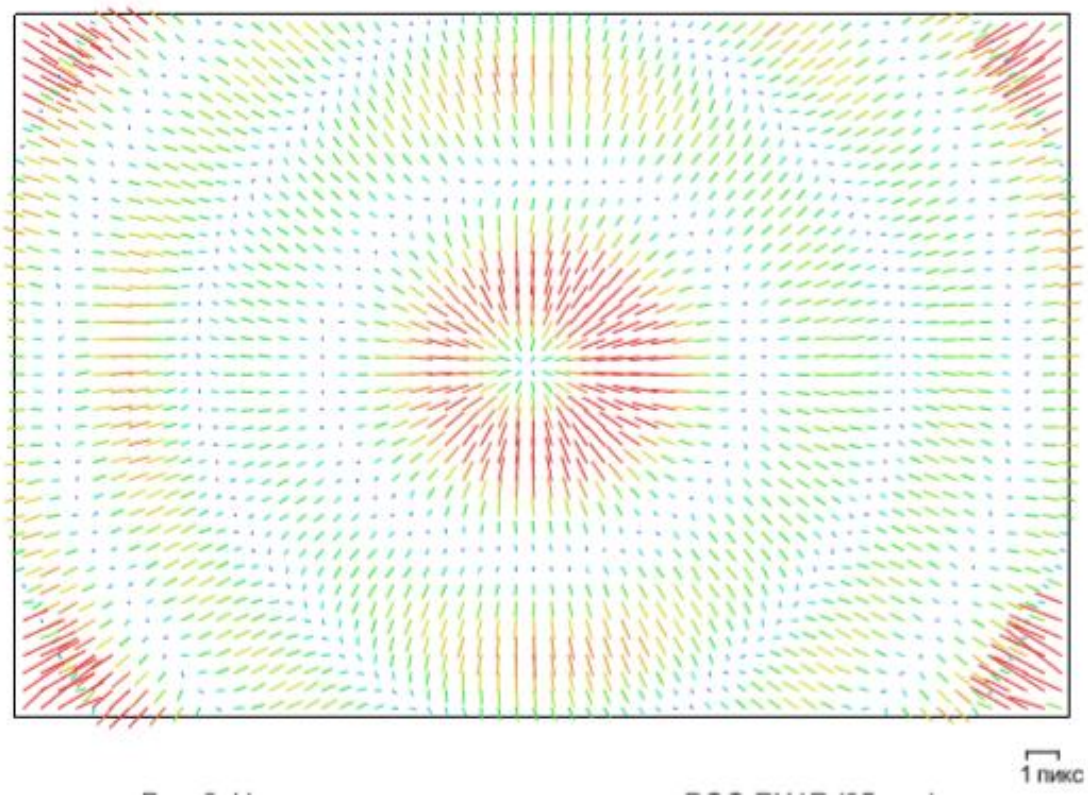


Рисунок 36. Невязка по связующим точкам для DSC-RX1R (35 mm).

DSC-RX1R (35 mm) 2163 изображений
Разрешение 6000 x 4000
Фокусное р-е 35 мм
Размер пикселя 6 x 6 мкм
Калибровка Нет

Таблица 2. Параметры калибровки

Тип:	Кадровая	Skew:	0
Fx:	5671,32	Cx:	2963,4
Fy:	5671,32	Cy:	2013,49
K1:	-0,0383144	P1:	2.02731e-05
K2:	-0,220032	P2:	-0,000434125
K3:	0,327709	P3:	0
K4:	0	P4:	0

Опорные точки

Рисунок 37. Позиции опорных точек.

Таблица 3. Опорные точки.

Название	Ошибка X,Y (м)	Ошибка Z (м)	Ошибка (м)	Проекции	Ошибка (пикс)
1	0.00143739	-5.80167e-05	0.00143856	5	0.178
2	0.000964296	-0.000597267	0.00113428	4	0.174
3	0.00443941	0.00210857	0.00491472	4	0.397
4	0.00552848	-0.000555753	0.00555634	3	0.086
5	0.0101496	9.44839e-05	0.01015	6	0.313
6	0.00353612	0.00116303	0.00372247	5	0.330
7	0.000458534	-0.0015025	0.00482523	6	0.098
8	0.00141497	-0.000285452	0.00144348	6	0.118
KAZG					
Общая	0.00489661	0.00104973	0.00500787		0.238

4 Ортофотоплан

Создание ортофотоплана в ПО PhotoScan производилось с учетом требований к точности создаваемого плана масштаба 1:2000 и фотографическому качеству. Ортофотоплан создан в виде растрового изображения в формате GeoTIFF, с разрешением 5 см/пиксель.

Ортофотоплан, на территорию съемки, представляет собой единую мозаику с выровненным тоном. Точность монтажа определялась по смещениям в положении идентичных контуров по линии монтажа.

Географическая точность полученного ортофотоплана прошла контроль сетью наземных опознаков-крестов. Значения отклонений по X,Y не превышает 0,1 мм, в масштабе плана.

Рисунок 38. Ортофотоплан местности.

Параметры обработки ортофотоплана
Размер - 68,734 x 92,007
Система координат - Local Coordinates
Каналы - 3, uint8
Режим смешивания – Мозаика

5 Методика выполнения дешифровочных работ

В состав работ по полевому дешифрированию входят:

- сопоставление на местности топографических объектов с их аэрофотоизображением;
- проверка по избранным маршрутам полноты и правильности данных камерального дешифрирования;
- установление по избранным маршрутам дешифровочных признаков и других данных, необходимых для последующего камерального дешифрирования;
- распознавание существа объектов, уверенно дешифрирующихся только в поле и определение их качественных и количественных показателей;
- выборочное сличение с натурой дополнительных материалов картографического значения, собранных в процессе полевых работ;
- инструментальное нанесение на дешифрируемую основу тех элементов ситуации, которые не были зафиксированы при аэрофотосъемке;
- закрепление отдешифрированных объектов в регламентированном порядке в упрощенных обозначениях и установленных условных знаках.

При полевом дешифрировании для, установления характеристик некоторых объектов, приходилось проводить инструментальные измерения. К этим характеристикам относятся: диаметр тоннеля, высота подвеса проводов на ЛЭП, урез воды на проектных створах и т.д.

Съемка выполнялась как традиционными приборами (электронные тахеометры с отражательными призмами), так и с применением навигационного спутникового оборудования GPS в режиме реального времени RTK.

При этом GPS-приёмник был ориентирован на съёмку наземных доступных для выполнения съёмки в открытых местах, а электронные тахеометры на съёмку закрытых объектов т.е. те объекты, которые не доступны по техническим причинам для съёмки с применением GPS-приёмниками. Повторные измерения проведены с целью контроля за правильностью выполнения топографо-геодезических работ при площадной части съёмок.

Электронно-тахеометрическая съемка производилась электронным тахеометрам «Leica TC 02», с точек уравненного магистрального геодезического хода, а также с точек съемочного обоснования (в процессе самой съемки), построенного от точек магистрального хода.

В рабочее положение инструмент приводился:

центрированием над точкой не грубее $\pm 0.002m$

измерением высоты инструмента не грубее $\pm 0.001m$

ориентированием не менее, чем по двум смежным направлениям

вводом координат станции стояния и ориентирование до 0,001м E(y); N(x);H

определением результатов измерений по направлениям ориентирования не грубее dHD≤ 0.010m dH≤ 0,010m при расстояниях до 0,5 км.

Съемке (набору пикетов) с детальностью масштаба 1:2000-1:5000 (2м) подлежало:

Автомобильные дороги, в том числе полевые;

Контуры растительности;

Береговые линии и т.д.

Максимальное расстояние между прибором и отражателем достигало в среднем 200 – 250 м.

В комплексе с традиционным методом применялись и спутниковые наблюдения в RTK-режиме.

Для данного метода использовались два или более спутниковых геодезических приемников «Leica 1200», причем один неподвижный устанавливался над исходным пунктом изыскательской опорной сети, осуществлял сбор навигационных данных, выступая в качестве референцной базовой станции. В процессе наблюдения на референцной базовой станции, навигационным компьютером спутникового геодезического приемника формировались поправки с использование известных координат и высот пункта опорной изыскательской сети и вычисленных, на каждую эпоху, координат и высот этого же пункта по данным спутниковых наблюдений. Совместно с геодезическим приемником на исходном пункте было установлено модемное передающие оборудование «Siemens MC75», с использованием которого осуществлялась радиопередача корректирующих поправок в формате CMR+ на подвижные спутниковые геодезические приемники, внутренний модем которых принимал данные поправки. Далее навигационный компьютер подвижного приемника, имея вычисленные координаты, высоту и поправку на заданную эпоху вычислял свое точное местоположение на эту эпоху.

Передача полевой информации в центр обработки полевых материалов производилась на PC-картах и непосредственно с приборов.

Передача данных производится лично исполнителем с предоставлением абрисов и если необходимо с письменными пояснениями, на территорию начальнику отдела (руководителю работ) и старшему по обработке полевых данных сотруднику отдела.

Общий объем по электронно-тахеометрической съемке составил 1273 Га.

6 Создания топографического плана масштаба 1:1000

Кредо топоплан

Профессиональное программное обеспечение для создания цифровой модели местности инженерного назначения, подготовки и выпуска на печать чертежей планшетов и топографических планов.

Информационная насыщенность и высокая точность созданной в системе цифровой модели делает ее незаменимой топоосновой для дальнейшего качественного проектирования. Оформление модели выполняется в соответствии с нормативными требованиями.

Многолетний опыт распространения системы подтверждает ее востребованность при инженерных изысканиях объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, в исполнительных съемках, при подготовке информации для кадастровых систем (наземные методы сбора), ведении дежурных планов, землеустроительных работ.

Основные функции:

- Файловая система хранения: на локальных дисках для индивидуальной работы с данными и в хранилище документов для корпоративной работы с данными.
- Использование хранилища документов с назначением прав доступа (чтение, запись, удаление) для папок, проектов и Наборов проектов, ведением истории действий пользователей, установкой пользователем блокировок, с возможностью открытия любой предыдущей сохраненной версии документа.
- Импорт данных из файлов формата GDS,DXF, TMD, растровых файлов CRF, BMP, TIFF, JPEG и PNG, точек лазерного сканирования LAS, космических снимков в режиме on-line, полученных с ресурса «Экспресс Космоснимки», и текстовых файлов, описывающих точки.
- Линейная трансформация модели. Возможность использования нескольких систем координат (местная и строительная), временная система координат относительно маски.
- Копирование, вырезка части или всех данных проекта в другой проект. Объединение двух проектов.
- Создание геометрии элементов рельефа и ситуации с использованием в качестве элементов геометрии примитивов вида – точка, прямая, окружность, клотоида, сплайн. Формирование полилиний на основе примитивов. Ортогональные построения. Обработка засечек, обмеров, створных измерений.
- Построение цифровой модели ситуации путем формирования точечных, площадных и линейных топографических объектов на основе классификатора с отображением условными знаками в соответствии с

текущим масштабом съемки и возможностью семантического наполнения. Создание подписей для них в соответствии с настройками пользователя.

- Построение цифровой модели рельефа нерегулярной сеткой треугольников с использованием структурных линий. Отображение рельефа горизонталями с необходимым оформлением (вид линий, подписи, бергштрихи) или откосами, обрывами. Отображение отдельных участков различными видами горизонталей (основные, утолщенные, вспомогательные, дополнительные) и высотой сечения рельефа. Моделирование вертикальных поверхностей (бордюров, подпорных стенок и т.п.). Построение разреза по существующей и произвольной линиям.
- Моделирование и просмотр профилей линейных тематических объектов, в т.ч., подземных и наземных коммуникаций.
- Измерения и проставление размеров. Создание надписей в виде однострочного и многострочного текста. Получение информации по объектам модели.
- Создание ведомостей семантических свойств тематических объектов и тематических объектов модели плана. Использование настраиваемых шаблонов ведомостей.
- Создание чертежных моделей топографических планов с использованием шаблонов.
- Прямая печать чертежей, созданных в программе.

РЕЗУЛЬТАТЫ:

- Чертежи топографических планов в виде листов чертежа или планшетов.
- Файлы формата DXF, полученные экспортом данных из чертежной модели.
- Файлы форматы CXYZ, экспортированные из точек модели.
- Файлы Набора проектов формата OBX, используемые системами CREDO III.
- Файлы проекта формата PRX, используемые системами CREDO III.
- Файлы общих ресурсов формата DBX, используемые системами CREDO III
- Наборы проектов плана в формате COPLN и проекты разных типов в форматах CPPGN, CPVOL, CPPGL, CPDRL, CPDRW, CP3DS версии 1.12.
- Файлы форматов BMP, JREG, TIFF, PNG, CRF, полученные экспортом данных в растр.
- Ведомости углов поворота, тематических объектов, семантических свойств и т.д. в виде файлов формата HTML и RTF.

Создание рельефа

Далее, полученные данные аэрофотосъёмочных работ экспортировались в ПО «AutoCAD». В процессе векторизации, объекты создавались с учётом типа их геометрии и пространственного положения. Так, создавались объекты точечного, линейного и полигонального представления. Для построения рельефа и отображение его горизонталями, применялось ПО «Кредо Тополан».

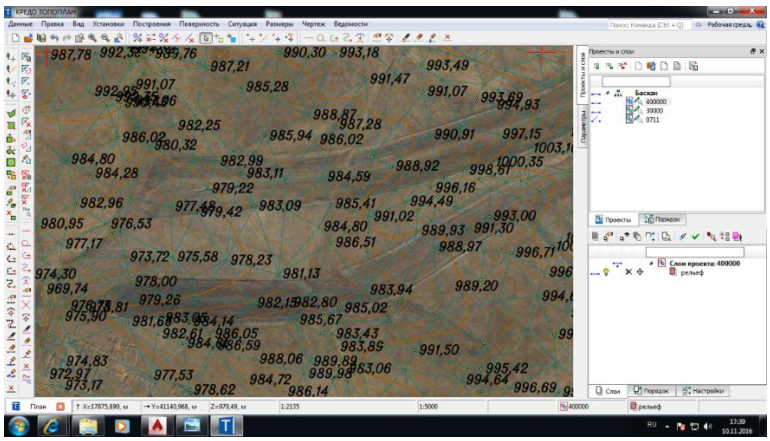


Рисунок 39. Создание рельефа в ПО «Кредо Тополан»

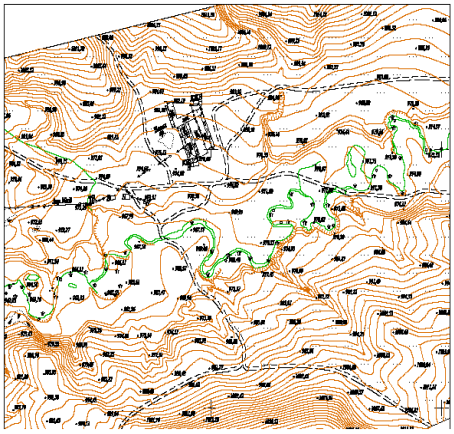


Рисунок 40. Фрагмент топографической съёмки масштаба 1:1000.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Технический контроль и приемку аэросъемочных и наземных геодезических работ выполнил директор ТОО «АлматыГеоЦентр» Садыков Ч.К.. Составлены акты контроля и приемки работ. (Приложение 11).

В результате приемки установлено, что методика и технологии работ соответствует заданию заказчика и требованиям действующих нормативных документов.

Точность аэросъемки соответствует требованиям ТЗ. Аэрофотоснимки получены с разрешением, согласно техническому заданию, не хуже 5см/пиксель. Данные, полученные в процессе аэрофотосъемки и первичной обработки данных, приемлемы для выполнения следующих этапов работ, а именно:

- для построения цифровой модели рельефа с пространственным разрешением не хуже 2 м/пиксель;
- создания ортофотоплана с пространственным разрешением не хуже 5см/пиксель;
- выполнения дешифровочных работ.

Геодезическая сеть, развитая на данном объекте, соответствует требуемой для выполнения и контроля цифровой аэрофотосъёмки.

По результатам выполненных геодезических работ, вычислены и составлены каталоги координат и высот пунктов базовых станций и опознавательных знаков в МСК.

Матрицы высот и цифровые ортофотопланы получены с пространственным разрешением, согласно техническому заданию.

В результате полевого дещифрирования были обнаружены и распознаны все объекты местности, которые должны быть показаны на карте масштаба 1:1000.

Качество пространственных данных, полученных в ходе дешифрирования территории, удовлетворительное и соответствует требованиям, предъявляемым к топографическим планам масштаба 1:1000.

В результате векторизации были оцифрованы и распознаны все объекты местности, которые должны быть показаны на карте масштаба 1:1000.

Топографические планы масштаба 1:1000 и сопутствующая им БД соответствуют требованиям ТЗ и действующим нормативным документам.

Список использованной литературы

1. СН РК 1.02-02-2008, Инженерно-геодезические изыскания для строительства. Общие правила выполнения работ

2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500,ГКИНП-02-033-82 и изменения к ней, исх. №1-1075 от 11 ноября 1987 г., ГУГК при СМ СССР;

3. Руководство по топографическим съёмкам в масштабах 1:5000,1:2000, 1:1000, 1:500 (съёмка и составление планов подземных коммуникаций). Москва, Недра, 1975.

4. Основные положения по съёмке и составлению планов подземных коммуникаций в масштабах: 1:5000,1:2000,1:1000,1:500.

5. Инструкция по нивелированию I,II,III и IV классов.

8. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000,1:2000, 1:1000,1:500. Москва, Недра,1989г.

9. Инструкция по составлению технических отчетов о геодезических, астрономических, гравиметрических и топографических работах. Главное управление геодезии и картографии при Совете Министров СССР. М., «Недра», 1971.

10. Временная инструкция по обследованию и восстановлению пунктов и знаков государственной геодезической и нивелирной сетей СССР, Москва, РИО ВТС,1970г.

11. Руководство по созданию геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, Москва, ЦНИГАиК, 2002г.

12. Инструкция о порядке контроля и приёмки геодезических, топографических и картографических работ. Москва, ЦНИИГАиК, 1999 г. ГКИНП (ГНТА) -17-004-99. Федеральная служба геодезии и картографии России

13. Руководство по редактированию топографических крупномасштабных карт и планов, ГКИНП-02-127, Москва, ЦНИГАиК, 1980 г.

14. Альбом типов центров и реперов, Москва, РИО ВТС,1978 г.

15. Инструкция о порядке контроля и приёмки топографо-геодезических и карто- графических работ. Москва, Недра,1979г.

16. Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах (ПТБ-88).Москва, Недра,1989г

Отзыв

Научного руководителя на дипломную работу

Тема: Проектирование и съемка БПЛ для создания ортофотоплана масштаба 1:1000

Дипломная работа Касимова Абдуллы Касимовича актуальна и представляет практический интерес.

В работе рассмотрены и расчитаны все параметры работы для создания топографического плана 1:1000 масштаба. Также вся очередность полевых геодезических работ с продолжением съемочных работ БПЛ.

Обработка снимков проведено в программе Agisoft PhotoSkan.

В дипломной работе соблюдено связь между теоретическими знаниями и практикой.

Дипломная работа заслуживает положительной оценки «отлично» (95%),, а студент Касимов А.К. заслуживает присвоения квалификации «бакалавра» по специальности «Геодезия и картография».

Научный руководитель:

_____ Лектор _____

Жантуева Ш.А._____

13. 05.2019 г.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Касимов Абдулла

Название: Проектирование и съемка БПЛ для создания ортофотоплана масштаба 1:1000

Координатор:Шинаркуль Жантуева

Коэффициент подобия 1:34,4

Коэффициент подобия 2:23

Тревога:2

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

☑ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;

☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;

☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Заимствования являются добросовестными, признаю работу самостоятельной и допускается к защите.

13.05.2019г. ..... Жер -

Дата *Подпись Научного руководителя*

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Касимов Абдулла

Название: Проектирование и съемка БПЛ для создания ортофотоплана масштаба 1:1000

Координатор: Шинаркуль Жантуева

Коэффициент подобия 1:34,4

Коэффициент подобия 2:23

Тревога:2

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

☐ обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
☐ обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
☐ обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

Обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

13.05.2019 .....

Дата *Подпись заведующего кафедрой /*

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

.....
.....
.....
.....
.....

13.05.2019 .....

Дата *Подпись заведующего кафедрой /*

начальника структурного подразделения