

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

Тоқсейтов Алмаз Қанатұлы

Составление технического проекта аэрофотосъемки для создания
топографического плана 1:2000

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071100 – Геодезия и картография

Алматы 2020

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

ДОПУШЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой маркшейдерское
дело и геодезия, доктор PhD

Имансакипова Имансакипова Б.Б.
«22» мая 2020г.

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Составление технического проекта аэрофотосъемки для создания
топографического плана 1:2000»

по специальности 5B071100 – геодезия и картография

Выполнил

Токсейтов Алмаз Қанатұлы

Научный руководитель

Лектор Жантуева Ш.А.

«20» мая 2020г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



SATBAYEV
UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии
Специальность 5В071100 – геодезия и картография

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой маркшейдерское
дело и геодезия, доктор PhD

Имансакипова Имансакипова Б.Б

«22» мая 2020г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся Токсейтов Алмаз Канатұлы

Тема: «Составление технического проекта аэрофотосъемки для создания
топографического плана 1:2000 »

Утверждена приказом Ректора Университета №762-б от «27» января 2020г.

Срок сдачи законченной работы «22» мая 2020г.

Исходные данные к дипломной работе: площадь г. Тараз и цифровое аэрофотосъёмочная система DMC.

Краткое содержание дипломной работы: в дипломной работе были рассмотрены современное цифровое аэрофотосъёмочное оборудование и аналоговые камеры. Была рассмотрена аэрофотосъемка г. Тараз цифровой АФС системой DMC.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):
представлены __ слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература: *из 5 наименований*

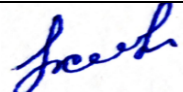
ГРАФИК

подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления научному руководителю	Примечания
Геодезия	11 март 2020г.	
Аэрофотосъемочное оборудование	5 апреля 2020г.	
Расчет параметров цифровой аэрофотосъемки	18 апреля 2020г.	

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Геодезия	Лектор Жантуева Ш.А.	20 мая 2020г.	
Нормо контролер	м.т.н. ассистент Нукарбекова Ж.М	22 мая 2020г.	

Научный руководитель



Жантуева Ш.А.

Задание принял к исполнению обучающийся



Токсейтов А.К.

Дата

«21» января 2020г.

АННОТАЦИЯ

Данная дипломная работа посвящена современной Аэрофотосъемке. Были рассмотрены различные приборы, с которыми можно осуществить аэрофотосъемку. Цель дипломной работы заключалась в анализе особенностей технологии составления технических проектов на аэрофотосъемку объектов для целей создания и обновления топографических карт и планов.

Был использован показательный пример аэрофотосъемки современной системой, для того чтобы показать, то насколько развились современные технологии и упрощение самого процесса. В настоящее время уже экономически невыгодны и очень неудобны аналоговые приборы для аэрофотосъемки. В качестве альтернативы была рассмотрена цифровая картографическая аэросъемочная система DMC. Данная система наглядно продемонстрировала то, насколько автоматизированной и занимающей меньшее время может производиться аэрофотосъемка.

АНДАТПА

Бұл дипломдық жұмыс заманауи аэрофотосуреттерге арналған. Аэрофототүсіруді жасауға болатын әртүрлі құрылғылар қарастырылды. Диссертацияның мақсаты топографиялық карталар мен жоспарларды құру және жаңарту мақсатында объектілерді аэрофототүсірудің техникалық жобаларын жасау технологиясының ерекшеліктерін талдау болды.

Заманауи технологиялар қалай дамығанын және процестің өзін жеңілдететінін көрсету үшін заманауи жүйемен аэрофототүсірілімнің көрнекі үлгісі қолданылды. Қазіргі уақытта аналогтық аэрофототехника қазірдің өзінде экономикалық жағынан қолайсыз және өте қолайсыз. Альтернатива ретінде ДМС сандық картографиялаудың әуе жүйесі қарастырылды. Бұл жүйе автоматтандырылған және аз уақытты қажет ететін аэрофототүсірудің қандай болатындығын нақты көрсетті.

ANNOTATION

This thesis is dedicated to modern aerial photography. Various devices with which aerial photography can be carried out were considered. The purpose of the thesis was to analyze the features of the technology for compiling technical projects for aerial photography of objects for the purpose of creating and updating topographic maps and plans.

A representative example of aerial photography of a modern system was used in order to show how modern technologies have developed and the simplification of the process itself. At present, analog aerial photography devices are already economically disadvantageous and very inconvenient. As an alternative, the DMC digital mapping aerial survey system was considered. This system has clearly demonstrated how automated and less time-consuming aerial photography can be.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Геодезия	10
1.1	История развития аэрофотосъемки	10
1.1.1	Изучение технических средств АФС	13
1.1.2	Аэрофотосъемочное оборудование	16
1.2	Технические характеристики Ан-30	18
1.3	Цифровая картографическая аэросъемочная система DMC	22
1.3.1	Средства планирования и управления аэрофотосъемочным процессом	29
1.3.2	Программные продукты первичной обработки данных съемки	30
1.4	Исходные данные и технология расчета параметров цифровой аэрофотосъемки	33
1.5	Преимущество цифровых технологий над аналоговыми	36
	Заключение	39
	Список использованной литературы	40

ВВЕДЕНИЕ

Аэрофотосъемка (АФС) является одним из основных методов получения информации о земной поверхности. Под АФС понимается комплекс работ (процессов), выполняемых с целью фотографирования земной поверхности с помощью аэрофотоаппарата (АФА), установленного на воздушном судне (самолете, вертолете и др.)

Результаты АФС (аэронегативы, аэроснимки, данные радиовысотомера и статоскопа) являются первичными материалами для создания и обновления аэрофототопографическими методами топографических карт и планов всего масштабного 1:200 000.

В настоящее время обработку полученных изображений ведут с помощью специальных компьютерных комплексов — Цифровых фотограмметрических станций (ЦФС) — например, Intergraph ImageStation или PHOTOMOD. При этом дополнительно выполняются коррекции перспективы, дисторсии и иных оптических искажений, цветовая и тоновая коррекция полученных снимков, сшивка смонтированного фотоплана в единое изображение, каталогизация изображений, совмещение их с уже существующими картографическими материалами, включение в Географические информационные системы (ГИС) и пр.

Аэрофотоснимки используют при изучении и картографировании лесов и сельскохозяйственных земель, геологическом и ботаническом картографировании, изысканиях и проектировании транспортных магистралей, газо- и нефтепроводов, линий электропередач, при изучении природных ресурсов и контроле окружающей среды и для решения других задач.

1 Геодезия

1.1 История развития аэрофотосъемки

Развитие военных операций поставило авиацию перед необходимостью корректировать огонь своей артиллерии, помогать ей подавлять огневые точки противника, уничтожать долговременные укрепления. Возникновение этой новой потребности в свою очередь ускорило специальные изобретения в области аэрофотосъемки, радиотехники и вооружения самолета. Аэрофотосъемке много внимания еще до войны уделяли военные воздухоплаватели. Русским полковником С. А. Ульяниным были изобретены специальные фотокамеры для работы с воздушных змеев и дирижаблей. Последние были приспособлены и для нужд авиации. В офицерском классе воздухоплавательной школы еще в начале 1914 г. курсанты сдавали экзамены по аэрофотографии и радиотелеграфии.

Методы аэрофотосъемки военная авиация вначале восприняла также от воздухоплавателей. Накануне войны на военных маневрах русские летчики уже пользовались фотоаппаратами С. А. Ульянина и С. С. Неждановского. Аппараты С. А. Ульянина пользовались в авиации большой популярностью и оставались на вооружении до конца войны. На 1 апреля 1917 г. в корпусных и армейских авиаотрядах насчитывалось 77 аппаратов этой системы. Каждому отряду придавались специальные фотографические двуколки. Когда в начале 1915 г. ГВТУ запросило командиров авиаотрядов о пригодности имеющихся в частях фотографических аппаратов и фотографических двуколок, то большинство командиров дало положительную оценку, заявляя, что фотоаппараты С. А. Ульянина едва ли оставляют желать лучшего. Но их количество далеко не удовлетворяло потребностей авиаотрядов.

Для того, чтобы от опытов перейти к массовой аэрофотосъемке, потребовались не только специальные фотоаппараты, но и новые виды самолетов. Из-за недостаточного запаса мощности авиадвигателей полеты на дальние расстояния проводились без наблюдателей. Никаких особых карт для летчиков не существовало. Лучшей картой считалась пятиверстная. Это сильно осложняло авиаразведку.

Вначале разведка во многих отрядах была только визуальной. Снимки носили зачастую любительский характер. Потребность в детальном изучении укрепленной полосы обороны противника, точность и объективность, предъявляемые к данным авиаразведки, требовали совершенствования аэрофотосъемочного дела.

Разведка позиций противника, пересеченных стрелковыми окопами, ходами сообщений, проволочными заграждениями, блиндажами и артиллерийскими позициями, была немыслима без аэрофотоаппарата, так как наиболее точным и объективным документом авиаразведки является фотографический снимок.

Используя аппараты системы С. А. Ульянина, русские летчики давали командованию весьма ценные сведения об укреплениях противника. Особенно эффективной была разведка крепостных районов, в частности Перемышля. 2 декабря 1914 г. командование Юго-Западного фронта доносило в ставку: «Метание бомб в крепость Перемышль и фотографирование ее успешно продолжают». Пролетая над Львовом, русские летчики, в том числе П. Н. Нестеров, фотографировали военные объекты города. Боевая работа русских летчиков немало способствовала успешной осаде крепости.

Со временем наблюдение в полете за земными целями и пунктами стало осуществляться как летчиком, так и летчиком-наблюдателем. Ответственными за точность разведки являлись оба. Вскоре на помощь авиаторам пришли инженеры. Благодаря их совместным усилиям в 1915 г. русские самолеты были снабжены специально сконструированным полуавтоматическим фотоаппаратом системы «Потте», который позволял делать как маршрутную, так и площадную съемку. «Аппарат назначен главным образом для, съемки непосредственно фотографметрического плана местности, мелькающей под пролетающим над ней аэростатом или аэропланом». Его изобретатель офицер русской армии подполковник В. Ф. Потте родился в Самаре в 1866 г. в семье военного топографа. Окончил кадетский корпус, пехотное училище. Еще накануне войны он изобрел первый в мире фотоаппарат, при помощи которого можно было без перезарядки получать 50 снимков. В разведывательной авиации Франции и Англии применялись в это время неавтоматические аппараты с кассетами, заряжавшимися фото пленками. Впоследствии для перспективной съемки применялись аппараты и других конструкций, но аппарат «Потте» оставался наиболее распространенным и популярным среди русских летчиков.

Размер снимка у «Потте» получался 13 X 18 см. Масса аппарата 9 кг. Его первые экземпляры снабжались специальной резиновой «грушей», при помощи которой автоматически открывался объектив и включался механизм для перематывания фото пленки. Работа затвора и перематывание пленки производились действием заводных спиральных пружин, рассчитанных на 50 экспозиций (снимков). На случай отказа «груши» аппарат имел механизм, включавшийся в действие с помощью специального тросика с кольцом, который натягивался вручную. Фокусное расстояние объектива камеры составляло 21 см и позволяло фотографировать отдаленные предметы. Снимок, сделанный аппаратом «Потте», по четкости мало уступал современным аэроснимкам. В. Ф. Потте в ходе войны сконструировал аэрофотоустановку, укрепленную на полукруге, что позволяло поворачивать камеру на угол сноса, применил шторный затвор. Созданная В. Ф. Потте конструкция оказалась совершенной, долгое время находилась на вооружении, явилась основой для развития аэрофототехники во всем мире.

Кроме аппарата «Потте», использовался также английский аппарат «Торнтон-Пикард», предназначенный для съемок отдельных объектов. На 1 апреля 1917 г. русские авиаотряды насчитывали 198 аппаратов системы «Пот-

те», 77 аппаратов Ульянина и 114 аппаратов других систем. Все корпусные и армейские самолеты были снабжены аэрофотоаппаратами.

Применение аэрофотоаппаратов давало столь ценные сведения о противнике, что данные авиаразведки стали неперенным условием подготовки любой наземной операции. В «Руководстве воздушной фотографией по программе для испытаний на звание военного летчика», изданном в 1916 г., говорилось: «Разведка, произведенная с летательного аппарата, только тогда является ценной, когда в виде иллюстрации к донесению летчика приложена фотография всего того, что запечатлено всевидящим оком объектива».

Теперь стало возможным с меньшими усилиями подавлять огневые точки, разрушать блиндажи и окопы противника. Крайне затруднительными сделались дневные передвижения войсковых резервов. Аппарат «Потте» позволял получать снимки в масштабе 100 м в 1 см, что делало возможным дешифрировать передовые позиции противника.

«Если воздухоплавательный прибор пролетает над землей на высоте в 500 метров, то с каждым снимком получается план около 1/4 версты, но так как аппарат может дать 200-250 таких снимков, значит, за один рейс в одном направлении или за ряд параллельных рейсов можно отснять 50 квадратных верст».

В декабре 1915 г. верховным главнокомандующим было создано совещание по вопросам авиационного снабжения; в протоколе записано: «Фотографические аппараты желательны системы Потте, и, кроме того, заготовить 100 американских фотографических аппаратов нового типа».

Всякое новое усовершенствование в военном деле сейчас же вызывает средства противодействия. В ответ на аэросъемку возникла новая отрасль военного дела - маскировка. Все основные военные объекты тщательно маскировались, устраивались ложные артиллерийские позиции, ходы сообщений, целые ложные укрепленные районы и города. В этих условиях требуется дешифрирование фотоснимка, его тщательный анализ, составление легенды, монтаж площадей, превращение перспективных снимков в плановые и пр. Эта задача возлагалась на сделавшуюся теперь неотъемлемой частью воздушной разведки военную аэрофотограмметрическую службу, которая составляла планы и карты местности по снимкам, доставляемым летчиками. Для правильного определения каждой точки плана применялись геометрические методы обработки аэрофотоснимков.

Маскировка заставила улучшить также и аэрофотоаппараты. Стали применять длиннофокусные камеры, имеющие фокусное расстояние до 50 см, появилась специальная пленка высокой чувствительности. Были проведены опыты ночного фотографирования. Авиация получила возможность фотографировать большие районы.

Всякая разведка хороша тогда, когда носит непрерывный характер и когда ее данные могут быть быстро использованы. Поэтому воздушная разведка велась так часто, как позволяли условия погоды и материальная часть авиационных

отрядов. Самолеты вели наблюдения за позициями и тылом противника, насколько это допускал радиус их действия.

1.1.1 Изучение технических средств АФС

В комплект АФС оборудования входят:

- АФА в гиросtabilизирующей или плановой аэрофотоустановке;
- командный прибор;
- радиовысотомер с фоторегистратором;
- статоскоп;

В зависимости от задания на съемку в комплект аэрофотооборудования может входить один или несколько АФА с запасными кассетами.

АФА представляет собой оптико-электромеханическое устройство, предназначенное для фотографирования земной поверхности с воздушного судна в целях фотограмметрических измерений или для дешифрирования объектов съемки.

Основные технические характеристики аэрофотоаппаратов АФА-ТЭ, АФА-ТЭС, ТАФА-10 приведены в табл. 1. Особенностью АФА-ТЭ является большой ряд фокусных расстояний. В этих АФА применены вакуумный способ выравнивания аэрофотоплёнки.

АФА-ТЭС обладают высококачественной оптикой, снабжены роторными затворами с диапазоном выдержек от 1/100 до 1/700 с и системой автоматического регулирования экспозиции (кроме ТЭС-5М). Выравнивание аэрофотоплёнки производится прижимом ее к стеклу (кроме ТЭ-35, у которого вакуумное выравнивание).

ТАФА-10 обеспечивает на практике разрешающую способность снимка не менее 20 мм^{-1} и дисторсию не более 0,01 мм, диапазон выдержек (с) фотозатвора составляет 1/75-1/1000. ТАФА-10 имеет систему автоматического регулирования экспозиции (АРЭ), которая предназначена для стабилизации интегральной плотности аэронегативов как в пределах одного аэрофильма, так и от аэрофильма к аэрофильму.

Светоприемное устройство ТАФА-10 выполнено отдельным блоком, в котором размещены: чувствительный элемент – фоторезистор (фотодиод в последних выпусках ТАФА-10), устройство введения величины светочувствительности аэрофотоплёнки и установки цветных светофильтров в поле зрения чувствительного элемента. Основные характеристики приведены в таблице 1.

Спектральная характеристика чувствительного элемента со светофильтрами соответствует спектральной характеристике аэрофотоплёнки “Изопанхром” с такими же светофильтрами, что дает возможность более точно учитывать кратность светофильтров в различных условиях полета.

Основные технические характеристики аэрофотоаппаратов представлены в таблице.

Таблица 1- Основные технические характеристики АФА

Тип АФА		АФА-ТЭ				
		70	100	140	200	350
1		2	3	4	5	6
Объектив		Руссар-29Б	Руссар-44	Руссар-43	Руссар-Плазмат	Тафар-3
Фокусное расстояние, мм		70	100	140	200	350
Относительное отверстие объектива		1:9,0	1:6,8	1:6,8	1:6,3	1:6,0
Ирисовая диафрагма		Нет				
Фотограмметрическая дисторсия, мм		±0,04	До 1:16	До 1:16	До 1:16	Нет
Разрешающая способность, мм ⁻¹ :			±0,04	±0,03	±0,02	±0,02
центр		25				
по полю		12	35	36	40	30
Угол поля зрения, ⁰			15	20	20	15
по диагонали		122				
по стороне аэрофото-снимка		104	103	85	65	40
Затвор и диапазон выдержек		ЗВ-1	84	66	49	29
		ЗВМ	1/40-1/120	1/40-1/120	1/40-1/120	Жалюзи
Продолжительность цикла, с		До 2,3	1/70-1/300	1/70-1/300	1/70-1/300	1/75-1/300
Светофильтры		ЖС-18	До 2,3	До 2,3	До 2,3	До 2,3
		ОС-14	ЖС-18	ЖС-18	ЖС-18	ЖС-18
Формат аэрофотоснимка, см			ОС-14	ОС-14	ОС-14	ОС-14
		18x18	КС-14	КС-14	КС-14	КС-14
Емкость кассеты (кол-во аэрофотоснимков)		300	18x18	18x18	18x18	18x18
			300	300	300	300
Аэрофотопленка		19x6000 см, неперфорированная и перфорированная панхром, изопанхром; для АФА с f _k более 100 мм спектрозональная и цветная				
Напряжение (постоянного) переменного тока, В		27	27	27	27	27
Мощность, Вт		До 110	До 110	До 110	До 110	До 110
Способ выравнивания аэрофотопленки		Вакуумный Кольцевая трехточечная; АФУС-У, ГУТ-3				
Тип фотоустановки						
Полетная масса комплекта, кг		39,5	36,0	38,0	44,0	47,5
Состав комплекта		Камерная часть, две кассеты, фотоустановка, командный прибор				
Тип АФА	ТАФА	АФА-ТЭС			АФА-ТЭ	АФА-42/20
	10	5М	7	10	35	20
1	2	3	4	5	6	7
объектив	Оторгон -5А	Руссар-62	Руссар-800	Руссар-71	Руссар-68	Орион-1
Фокусное расстояние, мм	100	50	70	100	350	200
Относительное отверстие объектива	1:6,3	1:9,0	1:6,8	1:6,8	1:7,0	1:6,3

Продолжение таблицы 1						
Ирисовая диафрагма	До 1:9,5	Нет	До 1:9,5	До 1:9,5	До 1:9,5	До 1:16
Фотограмметрическая дисторсия, мм	0,010	0,100	0,010	0,010	0,010	0,3
Разрешающая способность, Мм -1:						
центр	55	55	70	90	50	35
По полю	18	16	25	30	30	8
Угол поля зрения,						
По диагонали	103	136	122	103	40	92
По стороне аэрофотоснимка	84	120	104	84	29	74
Затвор и диапазон выдержки	Роторный 1/75-1/1000	ЗВМ 1/80-1/240	Роторный 1/100-1/700	Роторный 1/100-1/700	Роторный 1/100-1/700	Центральный 1/75-1/500
Продолжительность цикла, с	До 2,3	До 2,3	До 2,4	До 2,3	До 2,4	2
Светофильтры	Сменные ЖС-18, ОС-14 с оттенителями	Постоян. ЖС-18	Сменные НС, ЖС-18, ОС-14 с оттенителями		НС, ЖС-18, ОС-14 с оттенителями	НС, ЖС-18, ОС-14, КС-14
Формат аэрофотоснимков, см	18x18	18x18	18x18	18x18	18x18	18x18
Емкость кассеты (количество аэрофотоснимков)	290	300	300	300	300	190
Аэрофотопленка	19x6000 см, неперфорированная и перфорированная панхром, изохром; для АФА с f_k , более 10 мм спектральнозональная и цветная					
Напряжение электрического тока, В:						
постоянного	27	27	27	27	27	27
переменного, 400 Гц	115	115	115	115	115	-
Мощность, Вт	350	450	450	450	450	340 с обогревом 675
Тип фотоустановки	АФУС-У и ГУТ-3					
Полетная масса комплекта, кг	115	78	83	86	91	78
Состав комплекта	Камерная часть, три кассеты, электроблок, ПУ, СУ	Камерная часть, 2 кассеты, ПУ, электроблоки, СУ				Камерная часть, КП, кассета

Точность стабилизации интегральной оптической плотности системой АРЭ ТАФА-10 с отклонением 15% от заданной.

АФА, находящиеся в эксплуатации, раз в два года проходят лабораторные исследования основных оптических и механических параметров. В формуляре АФА должны быть записи о результатах лабораторных исследований и заключение ОТК о пригодности АФА к аэрофотосъемочным работам.

В формуляре АФА должны быть указаны:

- фокусное расстояние аэрофотокамеры с точностью до 0,001 мм;
- отклонение главной точки от начала координат аэрофотоснимка, которое не должно превышать 0,2 мм;
- дисторсия объектива до 110 мм от центра аэрофотоснимка с точностью до 0,001 мм;
- расстояния между координатными метками Х-Х и У-У с точностью до 0,001 мм;
- выдержки фотозатвора при установке фиксированных значений по шкале выдержек.

Выравнивание аэрофотоплёнки в АФА должно проверяться со всеми кассетами, с которыми он будет использоваться в процессе эксплуатации.

В АФА выравнивающими стеклами погрешность выравнивания определяется по отклонению координат изображений крестов на аэронегативах от паспортных координат крестов стекла на кадре размером 160х160 мм.

С учетом деформации аэрофотоплёнки СКП выравнивания не должна превышать 0,01 мм, предельная погрешность координат отдельных крестов не должна превышать 0,03 мм.

В кассетах с вакуумным выравниванием проверяется отклонение поверхности выравнивающих столов от плоскости с помощью индикаторов. Отклонение от плоскости не должно быть более 0,01 мм.

При приемке АФА нужно убедиться в его исправности, проверить его работу на стенде, уделив особое внимание качеству устранения дефектов, обнаруженных в процессе эксплуатации.

1.1.2 Аэрофотосъемочное оборудование

В комплект аэрофотосъемочного оборудования входят:

- АФА в гиросtabilизирующей или плановой аэрофотоустановке;
- Командный прибор;
- Радиовысотомер с фоторегистратором;
- Статоскоп

В зависимости от задания на съемку в комплект аэрофотооборудования может входить один или несколько АФА с запасными кассетами.

Электронные командные приборы ЭКП-2М и ЭКП-3 предназначены для управления темпом работы АФА в целях получения аэрофотоснимков с задан-

ным продольным перекрытием, а также для измерения угла скоса воздушного судна.

ЭКП-2М работает как в полуавтоматическом режиме, так и в автоматическом режиме управления темпом работы АФА при наличии на борту воздушного судна радиовысотомера РВ-18Ж и доплеровского измерителя ДИСС-013-24ФК.

Командные приборы могут управлять темпом работы одновременно двух АФА и выдавать на аэрофотоустановки сигнал для разворота АФА на угол скоса.

Приборы состоят из двух блоков: оптического визира, служащего для получения величины W/H и угол скоса. Электронного блока, выполняющего функции счетно-решающего устройства.

Гиростабилизирующая аэрофотоустановка ГУТ-3. Гиростабилизирующая аэрофотоустановка ГУТ-3 предназначена для стабилизации в направлении вертикали оптической оси АФА типа АФА-ТЭ с фокусными расстояниями 70, 100, 140, 200; АФА-42/20 и ТАФА-10, АФА-ТЭС-5М, 7,10 и АФА-ТЭ-35, а также для разворота этих АФА на угол скоса.

Для размещения различных типов АФА в ГУТ-3 имеются соответствующие кронштейны.

В комплект ГУТ-3 входят: гиростабилизирующая установка; пульт управления; электроблок; монтажный комплект кронштейнов; электрошнуры; ЗИП.

Аэрофотоустановка АФУС_У предназначена:

- для монтажа АФА на аэрофотосъемочном самолете;
- для разворота аэрофотокамеры на угол скоса и горизонтирования ее прикладной рамки;
- для уменьшения влияния вибрации на качество аэрофотоснимков.

Для крепления АФА на АФУС-У используются специальные кронштейны. Комплект АФУС-У состоит из механизма разворота, на котором крепится АФА, и пульта управления.

В АФУС-У предусмотрено автоматическое, дистанционное и ручное управление разворотом АФА на угол скоса.

Приведение плоскости прикладной рамки аэрофотокамеры в горизонтальное положение осуществляется рукоятками амортизаторов по уровню, смонтированному на корпусе механизма разворота.

Топографический радиовысотомер РВ-18Ж. Топографический радиовысотомер РВ-18Ж предназначен для измерения высоты фотографирования и выдачи электрического сигнала, пропорционального высоте, в автоматический командный прибор ЭКП-3 в процессе выполнения аэрофотосъемочных работ. По показаниям радиовысотомера определяют расстояние от центра проектирования аэрофотоснимка до ближайшей точки земной поверхности.

Информация о высоте выдается:

Цифровым десятичным указателем УВ-М, предназначенным для регистрации высоты;

Цифровым десятичным указателем УВ-18-2М, предназначенным для визуального отсчета высоты;

Стрелочным указателем УВ-18-2М, предназначенным для визуального отсчета высоты и для выдачи сигнала, пропорционального высоте, в автоматический командный прибор.

Фоторегистратор ТАУ-М предназначен для регистрации показаний радиовысотомера РВ-18Ж путем фотографирования цифрового указателя высоты УВ-М, который имеет унифицированный фланец и крепится к кронштейну фоторегистратора в поле зрения объектива. Фоторегистратор ТАУ-М автоматически фотографирует показания указателя высоты синхронно со съемкой местности АФА.

Статоскопы С-51М и ТАУ-М. Статоскопы С-51М и ТАУ-М предназначены для измерения и автоматической регистрации колебаний барометрической высоты полета при выполнении аэрофотосъемки.

На аэрофотосъемочном маршруте статоскоп измеряет и регистрирует изменения статического давления, по которому при последующей обработке вычисляют разности высот центров аэрофотографирования. Статоскоп С-51М может эксплуатироваться только в негерметичных кабинах самолетов.

1.2 Технические характеристики Ан-30

Ан-30 (по кодификации НАТО: Clank — «Лязг») — самолёт воздушного наблюдения и аэрофотосъёмки. Разработан в ОКБ им. О. К. Антонова совместно с ОКБ им. Бериева. Ан-30 является модификацией самолётов Ан-24 и Ан-26 и предназначен для аэрофотосъёмочных и аэрогеофизических работ.

Самолет АН-30 отвечает всем современным требованиям, предъявляемым к самолету-аэрофотосъемщику. В средней части фюзеляжа оборудованы пять остекленных фотолюков, из которых можно производить плановую и перспективную аэрофотосъемку. Кабины экипажа, штурмана и аэрофотосъемочная герметичны и оборудованы системой кондиционирования воздуха.

На самолете установлены комплекс оборудования, обеспечивающего выполнение полетов днем и ночью, и комплекс автоматического и полуавтоматического аэрофотосъемочного оборудования.

Силовая установка состоит из двух турбовинтовых двигателей АИ-24ВТ и одного дополнительного реактивного двигателя РУ-19А-300.

Разработка Ан-30 началась в 1964 году, когда перед ОКБ им. О. К. Антонова была поставлена задача создать на базе пассажирского самолёта Ан-24 самолёт для аэрофотосъёмки. Первоначально машина разрабатывалась в двух модификациях: Ан-30А для гражданской авиации и Ан-30Б для ВВС, однако позже пришли к единой компоновке с установкой.

Первый полёт самолёт совершил 21 августа 1967 года. В июле 1968 года завершили заводские испытания. Ан-30 запущен в серийное производство на

Киевском авиационном заводе в 1971 году. Всего с 1971 по 1980 год было построено 115 машин, из них 23 самолёта на экспорт.

На Ан-30 установлен комплекс оборудования, обеспечивающего выполнение полётов днём и ночью, и комплекс автоматического и полуавтоматического оборудования для аэрофотосъёмки. В средней части фюзеляжа оборудованы пять остеклённых фотолюков, из которых можно производить плановую и перспективную аэрофотосъёмку. Штурман находится в остекленном носу самолёта, что позволяет качественно проводить сложную аэросъёмку. Аэрофотосъёмка выполняется в масштабах от 1:5000 до 1:200 000 аппаратами с различными фокусными расстояниями. Возможна обработка фотопленки прямо на борту самолёта. В носовом под фюзеляжным обтекателе возможно размещение метеорадиолокатора Гроза-30. Имеется комплекс спасательного оборудования. Кабины экипажа, штурмана и аэрофотосъёмочная герметичны и оборудованы системой кондиционирования воздуха. Силовая установка состоит из двух турбовинтовых двигателей АИ-24ВТ и одного дополнительного реактивного двигателя РУ-19А-300.

Таблица 2-Летно-технические характеристики самолета Ан-30

Летно-технические характеристики	
Экипаж, включая двух операторов аэрофотосъёмщиков	7
Крейсерская скорость на высоте 6000 м, км/час	430
Наивыгоднейшая высота, м	4300
Техническая дальность с использованием АН30, км	6000
Практический потолок при работе двух двигателей АИ-24ВТ и дополнительного двигателя РУ-19А-300 в номинальном режиме, м	2630
Практический потолок при работе двух двигателей АИ-24ВТ в номинальном режиме, дополнительный двигатель РУ-19А-300 выключен, м	8300
Длина разбега по ВПП с бетонным покрытием, м	7300
Длина пробега по ВПП с бетонным покрытием в зависимости от посадочного веса, м	710
Средний расход топлива, кг/час	525 - 670
Максимальный взлётный вес, кг	855
Максимальный посадочный вес, кг	23 000
Вес фотооборудования, кг	23 000
Предельно-эксплуатационные центровки, % САХ:	650
предельно-передняя (шасси убрано)	15
предельно-задняя (шасси выпущено)	35
Максимальная ширина фюзеляжа, м	2,9
СИЛОВАЯ УСТАНОВКА	АИ-24ВТ
Два турбовинтовых двигателя	
Мощность одного двигателя, э.л.с.:	2820
взлётный режим (Н = 0, Р _н =760 мм рт.ст., = 25оС)	2240
номинальный режим (Н = 0, Р _н =760 мм рт.ст., = 15оС)	
Сухой вес, кг	600
Дополнительный реактивный двигатель	РУ-19А-300
Тяга при номинальном режиме (Н = 0, Р _н = 760 мм рт.ст. = 15оС), кгс	800

Сухой вес, кг	230
---------------	-----

В настоящее время самолёты Ан-30Б используются Казахстаном, Россией, Украиной, Болгарией и другими странами для наблюдательных полётов в рамках международного Договора по открытому небу. Самолет Ан-30 представлен на рисунке 1.

По результатам испытаний было отмечено, что самолет имеет значительные преимущества перед Ил-14ФК и ФКМ. В частности, может выполнять аэрофотосъемки в горных и высокогорных районах, имеет более высокую производительность вследствие большой скорости полета, улучшенные условия работы экипажа за счет размещения его в герметизированной кабине и особенно штурмана-аэрофотосъемщика, рабочее место которого теперь располагалось в застекленной носовой части самолета.

Таблица 3- Приборы, устанавливаемые на самолете Ан-30.

Наименование аппаратуры	№ люка			
	1	2	3	4
Гиростабилизирующая аэрофотоустановка ГУТ-3	+		-	-
Электронный командный прибор ЭКП-2М (ЭКП-3)	-	Оптический блок ЭКП-2М (ЭКП-3)	-	-
Плановая универсальная аэрофотоустановка АФУС-У	+		+	-
АФА:				
ТАФА-10	+	-	+	Специальная аэрофотоустановка для АФА
ТЭС-10	+	-	+	
ТЭС-7	+	-	-	
ТЭС-5	+	-	-	
ТЭ-200	+	-	+	-
ТЭ-35	+	-	+	-
ТЭ-500	+	-	+	-
42/20	+	-	+	-
41/20	+	-	+	-

Для перезарядки кассет АФА и фоторегистраторов в салоне самолета оборудовано темное помещение размером 1,0х1,2 м, в котором установлен стол для перезарядки кассет и шкаф для хранения запаса аэрофотоплёнки. В помещении имеется плафон освещения, приточно-вытяжная вентиляция, самолетное переговорное устройство и щиток кислородного оборудования.

Над шахтами в верхней части салона укреплена балка транспортирующего устройства с лебедкой грузоподъемностью до 250 кгс, предназначенного для монтажа и демонтажа аэрофотооборудования. Над люками шахт № 1 и 3 устанавливаются АФА для плановой АФС, над люком шахты № 2 – оптический блок электронного командного прибора. Для перспективной АФС оборудованы два люка (№ 4 и 5), расположенные по правому и левому бортам симметрично оси самолета.

С наружной стороны все люки закрываются защитными шторками, управление которыми осуществляется дистанционно с рабочего места первого бортператора. Все стекла люков во избежание запотевания и обмерзания обдуваются теплым воздухом из системы кондиционирования самолета.

Экипаж самолета АН-30 при выполнении АФС-ых работ состоит из 7 человек: командира ВС, второго пилота, штурмана-аэрофотосъемщика, бортмеханика, бортрадиста, первого бортператора, второго бортператора.

Рабочее место штурмана-аэрофотосъемщика размещено в остекленной кабине, расположенной в передней части фюзеляжа.



Рисунок 1- Самолет Ан-30

Стекла этих люков установлены под углом 28^0 к плоскости пола салона самолета. Остекление всех люков выполнено плоскопараллельным силикатным стеклом. Размеры шахт и люков указаны в таблице 4.

Таблица 4- Размеры шахт и люков

№ люка	Размеры (длина, ширина, глубина), мм	
	шахты	люка в свету
1	1000x960x330	810x785
2	500x960x330	370x390
3	1000x960x330	390x390
4	500x560	280x280
5	550x560	280x280

Проход из кабины штурмана-аэрофотосъемщика в салон самолета оборудован по правому борту под кабиной экипажа.

Рабочее место первого бортоператора размещено в салоне самолета за люком № 2. С этого места он обслуживает аппаратуру, размещенную над люками № 1 и 2, статоскоп, радиовысотомер с фоторегистратором, а также осуществляет управление защитными шторками люков.

Рабочее место второго бортоператора размещено за люком № 3.

По правому борту у шахт № 1 и 2 установлена съемная этажерка, на которой размещаются:

- пульты управления АФА;
- пульты управления гиросtabilизирующей и универсальной плановой аэрофотоустановки;
- электронный блок ЭКП;
- индикатор радиовысотомера с фоторегистратором;
- панель электропитания;
- приборная доска бортоператора;
- щиток с выключателями открытия и закрытия шторок люков.

Статоскоп ТАУ-М установлен на полу салона впереди люка № 1 у правого борта. Все приборы АФС-го комплекта устанавливаются в салоне в соответствии с техническими условиями на размещение и правилами эксплуатации на воздушных судах, изложенными в технических описаниях приборов.

1.3 Цифровая картографическая аэросъемочная система DMC

Таблица 5- Краткая характеристика цифровой аэрофотокамеры DMC

Характеристика аэрофотокамеры DMC	
Название модели	DMC
Дата начала производства	2003
Общие характеристики камеры	
Размер, мм	480x440x913
Масса камеры, кг	88
Масса системы (без гироплатформы), кг	103
Максимальная потребляемая мощность, Вт	600
Сенсор	
Число объективов	8
Число CCD-сенсоров	8
Число фрагментов результирующего кадра	(4 панхроматических и 4 цветных — R, G, B, NIR)
Принцип экспонирования сенсоров	4
Формат CCD-сенсоров, мм	Синхронный
Размер пиксела, мкм	49,2x86,0 (панхроматический);

Число пикселей результирующего кадра вдоль/поперек маршрута	36,8x24,6 (цветные) 12
Фокусное расстояние (для результирующего кадра), мм	7680/13 824 120
Углы поля зрения (во всех диапазонах) поперек/вдоль маршрута (для результирующего кадра)	69,3o/42o 12 2,1
Радиометрическое разрешение, бит/пиксел	R (590–675), G (500–650), B (400–580),
Минимальный интервал фотографирования, с	NIR (675–850), альтернативный (740–850)
Спектральные диапазоны (нм)	Есть (электронная, с использованием
Компенсация сдвига (смаза) изображения	технологии на-копления с задержкой)
Геометрия результирующего изображения	Центральная проекция

Продолжение таблицы 5

Тип накопителя данных Емкость накопителя данных (число изображений), Тб Возможность смены накопителя в полете Применимые гиролатформы 3 бортовых накопителя FDS Программное обеспечение система Z/I In-Flight Система пост-обработки наземного базирования, включающая следующие компоненты	Твердотельный картридж 0,4 (_ 1200) или 0,85 (_ 2500) Есть Z/I Mount, T-AS емкостью 576 ГБ каждый, позволяющие хранить суммарно 4400 снимков Z/I Mission включающая следующие компоненты: программное обеспечение In-Flight; модуль управления сенсором для DMC 19-дюймовая стойка, размера 24 U; Смонтированный в стойке сервер с dual Intel Xeon CPU 3.6 ГГц; Две U320 SCSI RAID системы емкостью 3 ТБ каждый; • 19-дюймовый ж/к монитор; Профессиональная клавиатура PS2; USB, U.S. English; Оптическая мышь, USB and PS2; Бесперебойный источник питания UPS 3-KVA; Операционная система Windows® Server 2003, U.S. English
Дополнительно	
Наименьшее значение пиксела на местности (GSD) при аэросъемке, см Возможность просмотра данных в полете Формат растрового изображения	1–3 (зависит от требований к перекрытию и скорости носителя) Есть Черно-белые, RGB, CIR, 4-х каналные изображения

Типичные области применения	высокого или низкого разрешения в форматах TIFF (с компрессией и без), JPEG2000; 8, 12, или 16-бит Топографическое и кадастровое картографирование во всем диапазоне масштабов, решение задач инженерных изысканий, оценка последствий и мониторинг чрезвычайных ситуаций
-----------------------------	---

Система DMC способна работать в неблагоприятных окружающих условиях и справляться с требованиями по объемам работ, возникающими при ежедневной работе над несколькими проектами, или над большими проектами. При работе с другими системами время суток, или плохие погодные условия препятствуют достижению наилучших результатов за один полет. Благодаря большой гибкости, достигаемой возможностями изменения высоты и скорости полета, и позволяющей получать все необходимые данные, DMC обеспечивает эффективный сбор данных, несмотря на погодные условия. Видеоизображения, вместе со встроенной технологией получения мультиспектральных и панхроматических изображений, позволяет выявлять изменения окружающей среды.

Такие эффекты, как отражения и тени, могут быть немедленно определены, а проблемные участки или маршруты могут быть пересняты в течение этого же полета, что позволит избежать приземления и дополнительных полетов. В дополнение, DMC позволяет выполнять первичную проверку качества снимков без затрат времени на обработку фотопленки, тем самым, упрощая логистику для зарубежных полетов и полетов над районами с существующими ограничениями. Разработанная камера дает съемочным компаниям преимущества на рынке, так как позволяет им поставлять исключительно точные данные как основу для дальнейшей обработки. DMC значительно увеличивает производительность съемки, обеспечивая следующие возможности: Полностью цифровая технологи увеличивает точность и эффективность процесса съемки.

При наличии в системе камеры, бортовых накопителей, системы управления полетом, и оборудованием и программным обеспечением пост-обработки, DMC закрывает все этапы технологического процесса – от планирования полета до пост-обработки, позволяя извлекать выгоду из точности, скорости, простоты цифровой технологии. Технология ПЗС-матриц дает наибольшую геометрическую точность. DMC сконструирована на основе матриц ПЗС-элементов, что обеспечивает стабильную геометрию изображений, эквивалентную пленочным камерам с высокоточным прижимным столом. Более того, DMC

позволяет обойти ограничения на размер матриц ПЗС- элементов путем объединения восьми отдельных камер в единую систему.

Система компенсации сдвига FMC исключает смаз изображения. Полностью электронная система FMC работает в режиме интеграции с временной задержкой. Она значительно расширяет диапазон возможностей камеры, так как компенсирует смаз для значительно больших значений соотношения W/h , чем механические системы. Большой размер сенсора вдоль линии полета позволяет использовать большие выдержки при достаточно высокой скорости самолета на низких высотах. Радиометрическое разрешение, составляющее 12 бит на пиксел, обеспечивает исключительную чистоту изображения. Глубина данных 12 бит дает большую чувствительность, позволяя ПЗС- элементам регистрировать детали изображения даже при сильной засветке или в тенях, возникающих из-за отражений, затенении, ли облаков. В результате увеличивается количество дней с приемлемыми для съемки условиями.

Получаемые изображения непосредственно готовы для любых операций и обработки в целях картографирования и анализа изображений.

Основанные на проверенной геометрии центральной проекции, которая используется во всех коммерческих фотограмметрических программных пакетах, снимки, полученные DMC, готовы к обработке без использования дополнительных программных модулей для предварительной обработки.

Модульная система обеспечивает доступ к новейшим разработкам для улучшения функциональности. Модульная конструкция DMC, снабженная оборудованием, созданным по новейшим технологиям в электронике, оптике, носителях информации, и сенсорах, также обеспечивает гибкость в замене компонентов на новые, по мере их появления.

Бортовые накопители большой емкости увеличивают возможности сбора данных. Ударопрочная система жестких дисков, - FDS позволяет хранить информацию для более, чем 4400 снимков. Это соответствует более, чем пяти 150-метровым кассетам пленки для обычных камер.

Одновременная съемка панхроматических и мультиспектральных кадров ускоряет выполнение проектов. Уникальная комбинация четырех 7k x 4k панхроматических камер высокого разрешения и четырех ультиспектральных 3k x 2k камер регистрирует за одну экспозицию изображение одного и того же участка Земной поверхности. Выходные изображения для одного снимка включают в себя: панхроматический кадр размером 7680 x 13824 пикселей, и изображения в красной, зеленой, синей, и ближней-ИК зонах спектра размером 3K x 2K, которые регистрируются одновременно и покрывают ту же территорию, что и панхроматический кадр.

Z/I Imaging® DMC® (Digital Mapping Camera) фирмы Intergraph –это самая передовая и точная цифровая картографическая система, готовая к немедленному использованию. DMC позволяет выполнять аэросъемочные работы фотограмметрического качества для широчайшего диапазона картографических задач, ГИС проектов, и приложений дистанционного

зондирования.



Рисунок 2- Цифровая аэрофотокамера.

Полная система сбора аэросъемочных данных позволяет получать мелко- или крупномасштабные изображения высокого разрешения с точностью, достаточной для решения инженерных задач (снимки могут быть получены с разрешением менее 4 сантиметров). Система является модульной и состоит из современных компонентов, основанных на технологии матричных сенсоров, что позволяет улучшить все аспекты цифровой технологии обработки данных. DMS повышает уровень надежности, присущий аналоговым камерам, сохраняя при этом высокий уровень геометрического и радиометрического разрешения. Система производит непосредственно цифровые изображения, которые могут быть напрямую использованы для производства ортофотопланов, ЦМР и других продуктов. На рисунке 2 представлена цифровая аэрофотокамера DMS.

Инновационные компоненты, входящие в состав DMS, делают эту камеру идеальной для получения исходных данных для картографирования в таких областях, как сельское хозяйство, кадастр, издание карт, лесное хозяйство, землепользование, экология, оценка воздействия на окружающую среду, противопаводковые мероприятия, дорожные службы, планирование городской застройки, городское хозяйство, разведка и эксплуатация нефтегазовых месторождений, геология.

Система DMS была разработана, чтобы использовать преимущества цифровой технологии в аэросъемочных топографических камерах. Для достижения уровня точности, привычного для пользователей топографических пленочных камер, в DMS используются жестко закрепленные матричные сенсоры. Это дает стабильную внутреннюю геометрию камеры. Использование матриц светочувствительных элементов является предпочтительным методом получения стабильных и надежных цифровых изображений. Кроме этого, камера была разработана для эксплуатации в различных условиях освещенности, с широким диапазоном экспозиций, и с использованием электронной компенсации сдвига изображения (FMC).

Сенсор на основе ПЗС-матриц сохраняет геометрию изображения. Использование матриц ПЗС-элементов позволяет DMS удовлетворять строгим требованиям и дает преимущества по сравнению с технологиями, используе-

мыми в малоформатных кадровых камерах или камерах на основе линеек ПЗС-элементов. Используемая технология сохраняет строгую геометрию изображения, так же, как и в пленочных камерах. DMC не требует наличия GPS-оборудования. Даже в условиях полной потери сигнала GPS, сильной турбулентности атмосферы, или при плохой освещенности, пользователь может быть уверен, что будут получены метрические, высококачественные изображения, готовые к обработке традиционными фотограмметрическими методами. Такие особенности, как полностью электронная компенсация сдвига изображения и радиометрическое разрешение – 12 бит для каждого спектрального канала, гарантирует превосходное качество изображения по сравнению со сканированными аэрофильмами.

Так как в DMC все ПЗС-матрицы экспонируются одновременно, то общее изображение получается одномоментно, что минимизирует влияние изменений скорости полета и случайных колебаний носителя.

В камере используются полноразмерные ПЗС-матрицы с высокими коэффициентами оптического наполнения и светочувствительностью. Размер пиксела 12 x 12 микрон; при этом обеспечивается большой динамический диапазон (>12 бит) с линейной передаточной функцией. Архитектура ПЗС-матриц предусматривает наличие параллельных считывающих регистров в четырех углах матрицы. Из-за использования матричного сенсора, получаемые изображения имеют известную и точную геометрию по обеим осям X и Y. Это обеспечивает интервал фотографирования 2.1 секунды и высокую скорость считывания. Например, при съемке с высоты 500 м и на скорости около 140 км в час, можно получить снимки с 60%-м продольным перекрытием и разрешением на местности 5 см.

Передовые технологии, использованные для камеры, объективов, и затворов Z/I Imaging в кооперации с Carl Zeiss разработали уникальную конструкцию объектива, минимизирующую дисторсию, и максимизирующую разрешающую способность.

Новаторская конструкция DMC позволяет решить проблему ограничения на размер ПЗС-матриц путем объединения восьми отдельных матричных камер в единую композитную систему. DMC обладает уникальными объективами, обеспечивающими минимальную дисторсию, большое относительное отверстие ($f/4$), высокое разрешение, и равномерную освещенность. Восемь индивидуальных модулей камер являются автономными устройствами, и обеспечивают получение изображения в центральной проекции. Так как для каждой из восьми камер используется свой объектив, то результирующее изображение имеет лучшее оптическое качество, чем то, которое может быть достигнуто при использовании одного объектива большого диаметра. Панхроматический канал высокого разрешения состоит из четырех ПЗС-матриц размером 7k x 4k и высококачественных объективов с фокусным расстоянием 120 мм и максимальным относительным отверстием $f/4$. Для получения одновременно цветных и ИК-изображений в основную камеру включены четыре спектральных камеры. Каждая спектральная камера укомплектована высококачественным широко-

угольным объективом с максимальным относительным отверстием $f/4$ и фокусным расстоянием 25 мм, ПЗС-матрицей размером $3k \times 2k$, и высокоэффективным светофильтром из неорганических материалов.

Камеры смонтированы внутри прочной рамы, специально разработанной для обеспечения точной выставки оптических осей камер. Электроника для предварительной обработки с функциями формирования сигнала, аналого-цифрового преобразования, синхронизации ПЗС, и обработки, интегрирована непосредственно в модуль камеры. Такая интегрированная конструкция обеспечивает очень высокое соотношение сигнал/шум ПЗС и минимизирует электромагнитную интерференцию внутри системы. При разработке затворов упор был сделан на достижение точной синхронизации для исключения геометрических ошибок. Центральный электро-механический затвор каждой из камер обеспечивает одновременное экспонирование всего поля изображения, что позволяет получать снимки, свободные от искажений. Используемые в ДМС затворы дают лучшую производительность и качество, чем щелевые затворы, применяемые в стандартных зеркальных камерах, обеспечивая отсутствие искажений изображения, вызываемых перемещением носителя во время экспозиции. Блок электроники смонтирован над рамой с камерами. Этот блок содержит всю электронику, которая осуществляет функции управления модулями камер, включая питание затворов, считывание данных изображения, и связь с блоком управления камеры. Блок управления камеры отвечает за конфигурирование всей системы, связь с внешними устройствами, отслеживание прохождения данных, и запись данных на бортовой накопитель FDS.

Компенсация сдвига изображения FMC. Электронная компенсация сдвига изображения является абсолютно необходимой для получения изображений без смаза при выполнении съемок для крупномасштабного картографирования. Для обеспечения полностью электронной компенсации сдвига цифрового изображения ПЗС-матрицы, используемые в камерах ДМС, работают в режиме интегрирования с задержкой. Система компенсации, используемая в ДМС, способна работать при значительно больших соотношениях W/H (скорость/высота), чем механические системы, что значительно расширяет возможности применения ДМС. Большой размер сенсора вдоль линии полета позволяет использовать большие выдержки при достаточно высокой скорости самолета на низких высотах. Такой способ компенсации сдвига не может использоваться в камерах с ПЗС-линейками. Электронная компенсация сдвига изображения, в сочетании с прецизионной оптикой и матрицами ПЗС-элементов позволяют ДМС получать снимки с разрешением несколько сантиметров.

Гибкая бортовая система для обеспечения не сложной замены камер на борту носителя, ДМС сконструирована так, что имеет те же габаритные характеристики, что и существующие пленочные камеры, такие, как семейство камер RMK, LMK, или RC. Это в большинстве случаев исключает необходимость изменения размеров фотолюка. ДМС также обеспечивает максимальную технологическую гибкость, что необходимо при переходе к полностью цифровой тех-

нологии съемки. Частью системы является Z/I In-Flight – интегрированная система управления полетом (FMS), которая также может работать с пленочными камерам.

1.3.1 Средства планирования и управления аэрофотосъемочным процессом

Комплексное планирование полета. Успешное выполнение аэросъемочных проектов начинается с правильного планирования залетов, которое имеет целью определение оптимального расположения маршрутов для съемки требуемой территории. В состав DMC включена новейшая программная разработка для планирования съемки. Z/I Mission – это развитая система планирования съемки, обеспечивающая передовые решения для выполнения аэросъемки, - от создания начальных планов съемки до генерации отчетов и нумерации снимков. Z/I Mission обеспечивает информационно насыщенную среду для планирования, которая позволяет использовать любые координатно-привязанные растровые изображения, векторные карты и цифровые ортофотопланы. Система планирования съемки включает такие обычные для подобных систем функции, как планирование полета с заданным азимутом, планирование наиболее экономичного залета для конкретного района работ, 3D планирование, и многое другое.

Это программное обеспечение является интегрированной системой, не требует наличия какой-либо CAD или GIS-системы, и может работать как автономный продукт. Оно может объединять CAD и GIS данные в бесшовную среду планирования полета. Дополнительным преимуществом использования Z/I Mission является то, что результаты планирования полета могут быть сразу непосредственно использованы, что ведет к уменьшению стоимости обучения, увеличению производительности, и оправдываемости вложений в технологии.

Интеграция сенсоров и полетной информации, используемой для обратной связи. Тесная интеграция между планированием и выполнением полета, а также приложениями, выполняющими автоматическую корректировку за соотношение скорости полета к высоте и угла сноса, позволяет избежать использования многочисленных инструментов и программ для конвертации и объединения полетных данных, и ведет к более эффективному выполнению полета. Для достижения возможного более высокого уровня автоматического управления системой и отслеживания состояния камеры, DMC тесно интегрирована с Z/I In-Flight. Панель управления FMS обеспечивает оператору полный контроль над DMC, так же, как и связь со всеми сенсорами аэросъемочной системы (сенсорами получения изображения, и вспомогательными устройствами, такими, как GPS-приемник, гироскоп, IMU, и другие). Модуль управления полетом системы Z/I In-Flight управляет сенсором в процессе аэрофотосъемки. Система DMC имеет модульную архитектуру, позволяющую выполнить интеграцию до-

полнительных устройств – мультисенсорных платформ и дополнительного оборудования для поддержки аэрофотосъемки, таких, как IMU.

Система Z/I In-Flight также включает в себя видеокамеру для улучшения возможности управления подсоединенными сенсорами. Видеокамера является важной частью основной системы, и обеспечивает получение данных для выполнения нескольких функций. Во-первых, она служит для предоставления оператору информации о покрытии снимками местности в режиме реального времени. Захват видеосигнала может быть синхронизирован с моментами экспозиций камеры для получения изображений низкого разрешения на каждый сделанный кадр. Вторая функция видеокамеры – обеспечение входных данных для блока управления камерой, который, используя данные от GPS-приемника, выполняет вычисление соотношения V/H для системы компенсации сдвига изображения. Третья функция видеоизображений – входные данные для вычисления угла сноса. Эти вычисления используются для разворота на вычисленный угол гироплатформы T-AS для компенсации угла сноса. В другом варианте, - если в системе используется IMU, то измерения, необходимые для компенсации угла сноса, могут считываться непосредственно с IMU. После того, как планирование полета закончено, информация с рабочего места планирования переносится в FMS с помощью флэш-карты с разъемом USB. В процессе полета, система Z/I In-Flight регистрирует данные о работе камеры, включая получаемые изображения низкого разрешения, для использования при последующих анализе и обработке. Необязательное для работы системы IMU может быть установлено непосредственно внутри корпуса камеры. Это минимизирует расстояние между IMU и центром проекции, и позволяет всей системе работать без использования наземных опорных точек, или с сильно разреженной сетью опорных точек. Z/I In-Flight также может управлять стандартными пленочными камерами, такими, как RMK TOP, позволяя осуществлять быструю замену пленочных и цифровых камер на одном носителе. При этом используется один и тот же интерфейс.

Гиростабилизирующие установки. Рабочие возможности в полете. Помимо гибкости, обеспечиваемой при переходе к цифровым системам, гиростабилизированная платформа T-AS выполняет компенсацию углов крена, тангажа, и сноса. Для стабилизации камеры используются современные микрогироскопы, активные элементы управления, и пассивные вибро-амортизаторы. Стабилизация, в сочетании с настройкой высоты установки камеры обеспечивают лучшее качество изображения. T-AS также совместима с пленочными камерами RMK-TOP и RMK-A, и имеет цифровой интерфейс, позволяющий осуществлять полное управление платформой.

1.3.2 Программные продукты первичной обработки данных съемки

Высокая производительность и быстрое сохранение данных. Система DMC включает в себя законченную систему пост-обработки для конвертации “сы-

рых” изображений, полученных камерой, в стандартные снимки центральной проекции. В эту систему входит смонтированный в стойке сервер, двойной RAID-массив для хранения данных, и многопроцессорный сервер для ускорения пост-обработки. Обработанные изображения, так же как и полетные метаданные, хранятся в стандартных форматах, и могут быть сразу же использованы в программном пакете Image Station®, или в любом другом программном пакете. После завершения съемки DMC позволяет осуществлять быстрый анализ качества выполненного полета и обеспечивает простую передачу накопленной информации для дальнейшей цифровой обработки. Данные съемки записываются непосредственно на FDS вместе с другой информацией о полете. Это позволяет избежать необходимости использования других носителей информации и хранить все полетные данные в одном месте, что облегчает доступ к данным и их передачу. В процессе полета оператор может использовать Airborne On-board Project Viewer (AOPV) для создания наглядного монтажа из полученных видеок кадров для оценки качества выполненной съемки. Оператор может использовать AOPV для более подробного анализа снимков, например, для поиска облаков, или теней от облаков. При необходимости, повторная съемка отдельных участков может быть выполнена сразу, а не в другой день, что значительно экономит время и средства. Действительно системный подход к созданию системы пост-обработки доказывает то, что информация о плане полета немедленно доступна на любой стадии обработки производственного цикла. Отчет о полете, получаемый в Z/I Mission, автоматически создает информацию о проекте после считывания данных. Системы управления проектами могут быть автоматически заполнены реальными данными съемки. Если пользователь применяет программу управления проектами, такую, как ImageStation Photogrammetric Manager, то на основе информации о плане полета будут автоматически введены маршруты, центры проекций, имена снимков, имя камеры, и т. д. Это обеспечивает непрерывную технологическую цепочку послеполетной обработки. Эти запланированные данные, занесенные в программу управления проектами, могут быть заменены реальными параметрами выполненного полета. Например, запланированные положения центров проекций заменяются на действительные. Если информация о полете вводится в TerraShare® (автоматическую систему управления данными фирмы Intergraph), то после того, как полученные изображения загружены в систему, программа графически отображает статус проекта с помощью специальных символов. Это позволяет руководителю проекта распределять работу между исполнителями в зависимости от стадии работы над проектом.

После завершения съемочного полета снимки и информация о параметрах полета считываются с бортовых накопителей FDS. Подсистема постобработки получает готовые изображения из “сырых” данных, записанных на FDS. Для просмотра полученных изображений, например при многодневных полетах без возвращения на базу, может использоваться программа визуализации FDS Viewer. Пост-обработка состоит из двух этапов: радиометрическая обработка и

геометрическая обработка. Параметры обработки для каждого этапа задаются оператором с помощью интерфейса программы пост-обработки. На первом этапе производится радиометрическая коррекция “сырых” данных, записанных на FDS (виньетирование, влияние диафрагмы, и т. д.). Полученные в результате промежуточные изображения записываются на RAID-массив. После завершения этого этапа накопитель FDS может быть вновь установлен на борт. Промежуточные изображения затем корректируются за дисторсию объектива и наклон камер, и сшиваются в полноценные кадры с помощью модуля сшивки. Программное обеспечение пост-обработки может создавать из набора “сырых” файлов, записанных на FDS, несколько различных типов выходных файлов: панхроматические, цветные (RGB), и цветные с ИК-каналом снимки высокого разрешения 7680 x 13824 пикселей; а также снимки низкого разрешения (2048 x 3072) – цветные RGB, цветные с ИК-каналом, снимки, содержащие 4 канала (RGB+ИК), ИК-снимки.

Изображения, полученные в результате постобработки, могут быть переданы в систему управления данными, такую как TerraShare, в которой они могут быть архивированы или переданы в место, указанное оператором. После завершения пост-обработки могут быть сразу начаты измерения снимков для фототриангуляции, или запущен процесс автоматической триангуляции. При этом нет необходимости ожидать, пока будут отсканированы все снимки проекта, как это было ранее.

Использование цифровых технологий для аэрофотосъемки ведет к необходимости хранения большого количества снимков и манипулирования ими. TerraShare позволяет выполнить эти задачи, упрощая и ускоряя процессы распределения и получения данных с помощью специальных инструментов управления продукцией, созданных специально для рынка приложений, связанных со съемками Земной поверхности. TerraShare – это приемлемая по стоимости, автоматизированная система управления данными, разработанная фирмой Intergraph.

TerraShare обеспечивает доступ и безопасное длительное хранение и управление файлами цифровых изображений, ЦМР, векторными данными, и другой геопространственной информацией в пределах рабочей группы или предприятия в целом. TerraShare разработана по модульному принципу специально для целей управления и распределения геопространственных данных. Эти задачи выполняются в единой программной среде вне зависимости от того, сколько и каких технологических процессов выполняется на предприятии. Основой решения TerraShare являются модули TerraShare Server и Client, к которым могут быть добавлены модули, выполняющие специфические задачи: TerraShare Advanced Server для распределенных вычислений – один из наиболее мощных производственных инструментов TerraShare, - ускоряет выполнение сложных задач по обработке, особенно, когда обрабатываются сотни и даже тысячи файлов. TerraShare Advanced Server автоматически управляет вычислениями, используя настолько много компьютеров, насколько это возможно. Та-

кие задачи, как постобработка изображений DMC, которая может длиться день или более при выполнении на одном рабочем месте, может быть выполнена в течение нескольких часов при использовании массива узлов обработки. TerraShare Raster предназначен для обеспечения доступа к изображениям в CAD или GIS системах, и позволяет просматривать тысячи орто-фотоизображений как единую бесшовную растровую подложку. TerraShare Web для обеспечения доступа к изображениям по глобальной сети. TerraShare динамически создает единое хранилище информации для всего предприятия, хранилища и описи изображений Земной поверхности, и позволяет выполнять поиск среди Терабайт информации в течение считанных секунд. И все это – с помощью удобной и знакомой среды Microsoft® Windows®.

1.4 Исходные данные и технология расчета параметров цифровой аэрофотосъемки

Исходные данные по аэрофотосъемке:

- Объект аэрофотосъемки – г. Тараз;
- Объем работ – 192 кв. км.
- Сроки март;
- Цель аэрофотосъемки – создание топографического плана масштаба 1:2 000;
- Воздушное судно – Ан-30;
- Цифровая аэрофотосъемочная система – DMC

Выполнение аэрофотосъемки будет проводиться в конце марта, т. к. в это время снег в городе уже полностью тает, но листва на деревьях ещё не распускается. Тем самым не загружает полученные снимки не нужными деталями и облегчает их дешифрирование.

В связи с нестабильными погодными условиями в нашем регионе, срок на выполнение аэрофотосъемки – 1 неделя, с 25 марта по 1 апреля 2010 года.

Съемка будет производиться одним самолётом Ан-30. Экипаж самолета состоит из семи человек: командира ВС, второго пилота, штурмана-аэрофотосъемщика, бортмеханика, бортрадиста, первого бортоператора, второго бортоператора [5].

1.4.1 Расчёт параметров АФС

Исходные данные: $L_x = 12$ км, $L_y = 16$ км, $M_s = 1:16\,666$, $P_x = 60\%$, $P_y = 40\%$, $S = 192$ км², $A_{\max} = 550$ м, $A_{\min} = 500$ м, $f_k = 120$ мм, размер матрицы 12 мкм.

Критерий выбора параметров АФС устанавливается исходя из точности 0,1 мм в масштабе создаваемого топографического плана, т.е 1:2000. Следовательно размер элемента пространственного разрешения на поверхности земли 0,1 мм при масштабе 1:2000 равен 20 см

Масштаб АФС вычисляется:

Масштаб АФС = пространственное разрешение/ размер пиксела

В данном случае он равен 16 666.

Среднее значение высоты рельефа вычисляется по формуле

$$A_{cp} = \frac{A_{\min} + A_{\max}}{2} \quad (1)$$

где $A_{\max}$, $A_{\min}$ – максимальное и минимальное значения абсолютных высот рельефа на СУ.

Колебание рельефа на СУ просчитывается по формуле

$$h = A_{\max} - A_{cp} \quad (2)$$

Высоту фотографирования относительно исходной плоскости местности вычисляют по формуле:

$$H_{\phi} = m \cdot f_k \quad (3)$$

где m – знаменатель масштаба АФС; f_k – фокус камеры.

Абсолютная высота полёта на СУ

$$H_{abc} = A_{cp} + H_{\phi} \quad (4)$$

Значение продольного базиса фотографирования вычисляется по формуле

$$B_x = l_x \frac{100 - P_x}{10^7} m \quad (5)$$

где l_x - размер стороны аэрофотоснимка по направлению маршрута, см;
 m - знаменатель масштаба АФС.

Значение поперечного базиса фотографирования вычисляется по формуле

$$B_y = l_y \frac{100 - P_y}{10^7} m \quad (6)$$

где l_y - размер стороны аэрофотоснимка по направлению маршрута, см.

Общее количество маршрутов рассчитывается по формуле

$$K = \frac{C}{B_y} + 0.5 \Pi \quad (7)$$

где С - максимальная ширина СУ; П - количество продольных границ участка, совпадающих с внешними границами объекта.

Полезная площадь снимка

$$S_n = B_x \cdot B_y \quad (8)$$

Количество погонных километров (общая длинна всех маршрутов на СУ), рассчитывается по формуле

$$L_{\Pi} = K \cdot L_{cp} \quad (9)$$

где L_{cp} – средняя длина маршрута.

Съёмочное время, необходимое для аэрофотосъёмки участка, рассчитывается по формуле

$$t_c = \frac{L_{\Pi}}{V_{cp}} \quad (10)$$

где V_{cp} – средняя скорость воздушного судна [7].

Таблица 6- Результаты расчётов АФС

№ СУ	Масштаб	Размеры СУ			Рх %	Ру %	Вх, км	Ву, км	Количество маршрутов	Вх·Ву, км²	Количество погон. км	Ср. скорость воздушного судна, км/час
		Площадь кв. км	Длина, км	Ширина, км								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1:16 666	192	12	16	60	40	1,09	0,91	18	0,991	288	395

Таблица 7- Результаты расчётов АФС

Расчёт лётного времени						Всего часов	Съёмочная производи- тельность, кв. км/ч	Валовая производ., кв. км/час	Количество снимков	Общая сумма, тенге
Съёмочное время, час	Время на долёт и возвращение									
	Продолжи- тельность съёмочного дня	Количество вылетов	Расстояние до СУ, км	Часов на 1 вы- лет	Часов на СУ					
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

0,7 1,5	2	2	20	0,5	1,0	3,2	263	108	194	1 428 771
------------	---	---	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

1.5 Преимущество цифровых технологий над аналоговыми

Современные технологии становятся неотъемлемой частью современного мира и они проникают в различные места человеческой деятельности. Аэрофотокамеры также не остались в стороне от современной тенденции цифровизации. Множество компаний производят цифровые аэрофотоаппараты. Эксплуатация таких камер экономически выгодна и значительно упрощает работу. В большинстве случаев для клиентов наиболее интересны так называемые широкоформатные (широкоэкранные) камеры, которые считаются создателями как замена аналоговых аэрофотокамер.

Для фотографирования прямых и мелких площадных объектов камеры среднего формата признаны экономически эффективными. Комбинация камер может быть использована для решения ряда задач – камера крупного формата снимает по пути надир, среднеформатная-с углом по направлению к нему.

Результаты данной совмещенной съемки после вспомогательной фотограмметрической обработки могут быть использованы для нужд армии, полиции и других организаций: специальная программа, предназначенная для непрофессионалов в области аэрофотосъемки и обладающая простым доступным общепользовательский интерфейс, разрешает рассматривать захваченную территорию с различной высоты и производить несложные расчеты.

Аналоговые аэрофотокамеры производят съемку на специализированную лавсановую пленку. Параметры одного снимка будут составлять 23 на 23см. После рассмотрения фотопленки на дополнительном фотограмметрическом сканере с обычным разрешением 15 микрон получают цифровые фотографии размером 15000 на 15000 пикселей, иначе говоря более 200 мегапикселей. На данный момент обладающие восприимчивостью к свету матрицы таких параметров не выпускаются. Вследствие этого для создания цифровых фотографий сопоставимых параметров в аэрокамерах UltraCam-X и DMC фрагменты представлений, созданных с помощью нескольких матриц, “сшиваются”. В аэрокамере UltraCam-X Prime имеется девять таких массивов. Фотографирование осуществляется четырьмя аэрофотообъективами, ее фотосинхронизация осуществляется за счет передвижения самолета так, чтобы выровнять проекционную центральную часть объективов. Величина полученного снимка равна 14 430 на 9420 пикселей (136 мегапикселей). Камера DMC использует иной способ обращения - съемка с четырьмя объективами осуществляется совместно с точностью до 0,01 миллисекунды. Результирующий формат кадра составляет 13 500 на 8000 пикселей (108 мегапикселей).

Другим способом получения больших цифровых фотографий будет применение чувствительной к свету линейки, которая, двигаясь совместно с самолетом, образует цифровую зону полученной длины. Этот способ, полученный при аэрофотосъемке с космических аппаратов, начал использоваться и в аэрофотосъемке (камера ADS80). Геометрия таких изображений необычна для фотограмметристов, использующих рамные камеры. В отличие от обстоятельств создания спутниковых снимков, в момент передвижения по своему пути носителя не подвержена колебаниям, аэрофотоснимки нуждаются в специальной корректировке, так называемого преобразования изображений уровня 0 в изображения уровня 1.

Настройка покрытий снимков и их изменение в вид уровня 1 осуществляется с помощью программ, получаемых вместе с камерой.

Камеры крупного формата UltraCam и DMC применяют матрицы черных и белых цветов (оттенки серого) для создания изображений с высоким разрешением. В то же время съемка ведется на матрицах более низкого разрешения, которые чувствительны в красном, синем, зеленом и инфракрасном рядах цвета. Соотношение количества черно-белых и разноцветных пикселей достигает 22 в DMC и 9 в UltraCam. Для создания разноцветных изображений высокого разрешения для этих камер нужно применять алгоритм панорамной резкости. Для ADS80 такие функции не являются необходимыми, так как совместно со съемкой на линейке черного и белого цвета происходит съемка на линейках, чувствительных в красном, синем, зеленом и инфракрасном рядах спектра. В данном случае, благодаря необходимой оптике, все линии имеют один общий центр проекции, а процесс создания цветного или спектрального снимка приходит к простому смешиванию каналов.

Фотокамеры среднего формата устроены гораздо проще, их производят многие предприятия. Обычно данное оборудование имеет разрешение 20-60 мегапикселей, оснащается датчиком Bayr, одной линзой и сразу же формирует цветную или инфракрасную картинку. Значительной особенностью цифровых аэрофотоаппаратов является получаемый формат пиксельной матрицы. Чем она крупнее, тем сильнее увеличивается количество фотонов запечатлется в момент времени, что при иных одинаковых обстоятельствах позволяет снимать при менее удобных условиях освещения. Большая часть цифровых аэрофотокамер производят картинки с насыщенностью окраски больше 8 бит на пиксель, это дает видеть элементы в отражении, недоступных при других видах съемке. Сторона рассмотрения цифровизированных камер примерно схожа уголку видимости устаревших камер с фокусной дистанцией 300 мм. Вследствие чего, цифровые камеры имеют длинное фокусное расстояние. Быстрота фотографирования современных камер дана так, что можно вести съемку с низких высот, при которых параметры пикселя на земле (ГСД) составляет несколько сантиметров с 60% перекрытием прилегающих изображений.

Фотограмметрическое рассмотрение изображений, созданных цифровыми аэрофотоаппаратами, похожа на работу аналоговых изображений. Кроме этого,

процесс внутренней ориентации цифровых аэрофотоснимков заметно упрощается и состоит из ввода данных из паспорта аэрофотокамеры. Стоит отметить, что фотографирование цифровыми аэрофотоаппаратами чаще всего совершается с большим (более 60%) перекрытием. Данная процедура помогает составлять лучшие ортофотопланы, но это добавляет вспомогательные обстоятельства для работы измерительных и регулировочных модулей точек привязки. Для сканирующего устройства ADS80 основной объем фотограмметрического рассмотрения осуществляется с помощью прилагаемого к прибору программного обеспечения. Часть цифровых фотограмметрических систем допускает осуществлять стереообработку (построение ЦМР, стереорежим в рисовке) и ортопереобразование данных, составленных на основании изображений ADS80 после применения программного обеспечения производителя.

Для установки цифровых аэрокамер на носитель можно использовать обычные гироскопические платформы либо те, которые приобретаются совместно с камерой. Для работы аэрокамеры на основании фото-чувствительной линии (ADS80), в дополнение к гироскопической платформе, требуется система GPS / IMU. В то же время GPS-приемник, помещенный на летательном аппарате, обязан действовать в дифференциальном режиме (вместе с основными станциями на земле), для создания наиболее точной обработки. При условии, что дифференциальный режим не работает необходимо для обработки данных GPS с использованием уточненных спутниковых эфемерид использовать методы PPP (точного позиционирования точек).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель дипломной работы заключалась в анализе особенностей технологии составления технических проектов на аэрофотосъемку объектов для целей создания и обновления топографических карт и планов.

Современный этап развития воздушных систем дистанционного зондирования Земли характерен появлением на рынке целого ряда крупноформатных цифровых аэрофотосъемочных систем. В последние 10 лет, цифровые технологии окончательно вытеснили аналоговую аэрофотосъемку ввиду следующих основных преимуществ:

- Исключение процессов фотохимической обработки материалов аэрофотосъемки;
- Повышение оперативности получения данных съемки;
- Высокий уровень автоматизации процессов обработки материалов аэрофотосъемки;
- Возможность повышения качества цифровых изображений;

Цифровые аэрофотосъемочные системы имеют ряд специфических технических параметров, которые необходимо учитывать при планировании работ. Как показал их анализ, в целом, по сравнению с аналоговыми технологиями, происходит удешевление работ при аэрофотосъемке локальных площадей типа населенных пунктов для целей создания крупномасштабных топографических карт и планов. В случае аэрофотосъемки больших массивов площадей, например для обновления топографических карт, происходит удорожание, в основном из-за малого формата кадра.

Основные факторы, сдерживающие активное внедрение цифровых технологий в топографо-геодезическом производстве Республики Казахстан являются.

1. Отсутствие в стране нормативно-технических документов регламентирующих создание и обновление цифровых топографических карт и планов.
2. Используемые цифровые аэрофотосъемочные системы, программно-аппаратные комплексы ЦФС, геодезические приемники GPS представляют собой высокоавтоматизированные оптико-электронные и компьютерные системы, требующие высокой квалификации исполнителей.
3. Высокая стоимость оборудования и программных продуктов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганьшин В. Н., Коськов Б. И., Хренов Л. С., Справочное руководство по крупномасштабным съёмкам, Москва, «НЕДРА», 1977 г.
2. Инструкция по составлению проектно-сметной документации, Москва, ЦНИИГАиК, 2000 г.
3. Материалы из Википедии — свободной энциклопедии, www.wikipedia.org
4. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов, Москва, ЦНИИГАиК, 2002 г.
5. Руководство по аэрофотосъёмочным работам, Москва, «Воздушный Транспорт», 1988 г.
6. Инструкция Z/I Imaging® DMC® (Digital Mapping Camera) фирмы Intergraph, 2008 г.
7. Хан В. А., Техническое проектирование аэрофотосъёмочных работ, Алматы, КазНТУ, 2001 г.
9. Хан В. А., Учебно-методический комплекс по дисциплине “Спутниковые навигационные системы”, Алматы, КазНТУ, 2006 г.

ОТЗЫВ

**Научного руководителя лектора
кафедры «Маркшейдерского дела и геодезии»**

Жантуевой Ш.А.

На дипломную работу студентки 4 курса

Сатпаев Университета

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Тоқсейтөеву Алмаз Қанатұлы

Тема дипломной работы

**Составление технического проекта аэрофотосъемки для создания
топографического плана 1:2000**

Перед студентом было поставлено задача Составить проект аэрофотосъемки для создания топографического плана 1:2000 г.Тараз и сравнить аналоговые аэрофотоаппараты с цифровыми камерами.

В дипломной работе выполнены все расчеты для аэрофотосъемки и описаны оборудования использующие при аэрофотосъемки и взяты все данные оборудования необходимые для расчета аэрофотосъемки.

В процессе Токсейи Токсеитов Алмаз. проявил трудолюбие и самостоятельность и хорошее знания по профессиональным дисциплинам.

Дипломная работа выполнен на хорошем научно-техническом уровне.

Студент заслуживает присвоение квалификации бакалавра специальности 5B071100 Геодезии и картографии.

Лектор МДиГ



Ш.А.Жантуева

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: Тоқсейтов Алмаз Қанатұлы

Название: Составление технического проекта аэрофотосъемки для создания топографического плана 1:2000

Координатор: Шинаркуль Жантуева

Коэффициент подобия 1: 1,7

Коэффициент подобия 2: 0

Замена букв: 0

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

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:

.....

21.05.2020г.

Ж.Қантұр

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: Токсейтов Алмаз Қанатұлы

Название: Составление технического проекта аэрофотосъемки для создания топографического плана 1:2000

Координатор: Шинаркуль Жантуева

Коэффициент подобия 1:1,7

Коэффициент подобия 2:0

Замена букв:0

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

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:

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

.....

.....Имансакипова.....

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

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

..... *Имансакипова*

Дата

Подпись заведующего кафедрой /

начальника структурного подразделения