Утверждаю

Заместитель генерального директора –
главного конструктора по научной работе
доктор технических наук

В.Ф. Кострюков

«___» февраля 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт точных приборов»
на диссертацию Сонюшкина Антона Владимировича по теме:
"СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ"
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.34–Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия

Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа посвящена разработке технологии создания ортофотопланов по сеточной модели с использованием коэффициентов RPC-полиномов и исследованию способов построения плотных цифровых моделей рельефа по космическим снимкам высокого разрешения на основе применения автоматических методов идентификации точек изображения. Тема диссертационной работы обусловлена необходимостью обработки в сжатые сроки значительно возросших объемов данных ДЗЗ, поставляемых современными спутниками оптико-электронного наблюдения земной поверхности. В этой связи адаптация существующих методов фотограмметрической обработки космических изображений к новым условиям, представленная в настоящей работе, безусловно, является актуальной как в научном, так и практическом аспектах.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа изложена на 117 листах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения и приложения. В каждой главе и в целом по работе приведены обобщающие выводы. Работа снабжена иллюстративными и табличными материалами для наглядного представления полученных результатов

исследований. Библиографический список содержит 103 наименования, в том числе 54 источника на английском языке.

Содержание и структура работы логичны и соответствуют поставленной цели исследования. Во введении автор обосновывает актуальность темы диссертации, анализирует степень ее разработанности и формулирует задачи, которые необходимо решить для достижения конечного результата. В первой главе работы приведен анализ методов, используемых в цифровой фотограмметрии при создании ортофотопланов, и обозначены научные задачи двух основных этапов данного процесса. Во второй главе исследуются три известных метода автоматической идентификации точек изображений стереопары, соответствующих узлам ЦМР. Исследование процесса идентификации выполнено по трем основным критериям: уровню достигаемой точности, наличию оптимальной плотности узлов и количеству возникающих ошибок (артефактов). В третьей главе исследуется возможность практической реализации процесса ортотрансформирования в режиме вычислений, близком к реальному времени, с использованием предложенной сеточной модели.

Автореферат работы в достаточной степени отражает основные положения и результаты исследований, содержащиеся во введении, главах и заключении диссертации.

Основные положения и результаты исследований опубликованы в рецензируемых изданиях. Всего по теме диссертации опубликовано 8 работ, из которых 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Тема и содержание работы соответствуют направлению исследований по специальности 25.00.34 «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия», а именно, пункту 3 «Теория, технология и технические средства сгущения по аэрокосмическим снимкам геодезических сетей, создания и обновления топографических, землеустроительных, экологических, кадастровых и иных карт и планов» паспорта научной специальности.

Основными научными результатами диссертационной работы являются разработанные автором технология и алгоритмы: построения сетки

трансформирования по коэффициентам рациональных полиномов (RFM-модели); топологической коррекции сетки трансформирования в «мертвых зонах»; учета систематической погрешности RPC-коэффициентов. Все предложенные алгоритмы детально описаны в диссертационной работе, с использованием соответствующего математического аппарата. Экспериментально доказаны декларируемые автором производительность и точность создания ортофотопланов, построенных на основе разработанных алгоритмов.

Дополнительно следует отметить проведенные автором исследования по созданию плотных ЦМР по космическим снимкам высокого разрешения на основе методов стереотождествления, широко применяющихся в смежной дисциплине – компьютерном зрении. При этом примечательно, что один из использованных в работе методов плотного стереотождествления (метод полуглобального стереотождествления SGM), с успехом используется на практике при обработке высокодетальной аэрофотосъемки и космической съемки сверхвысокого пространственного разрешения. Т.е. налицо известный приоритет данной работы в области практического построения плотных ЦМР по материалам космической съемки высокого разрешения, получаемых КА ДЗЗ иностранного производства.

Достоверность приведенных в работе результатов исследований подтверждается данными экспериментальных исследований, выполненных автором на статистически значимом количестве спутниковых изображений, при обработке которых использовались методы математической статистики.

Научная и практическая ценность

Научная ценность диссертационного исследования заключается в том, что автор предлагает использовать модификацию метода ортотрансформирования, имеющую ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами. Главным из них является повышение скорости обработки до 27 раз. Предложенные автором рекомендации по созданию плотных ЦМР, а также исследование, посвященное их использованию при ортотрансформировании, могут служить основой для

дальнейших научных работ, целью которых должно стать повышение точности и надежности цифрового ортотрансформирования.

Все предложенные в работе алгоритмы реализованы в виде программного кода продукта ScanexImageProcessor, который является одним из инструментов технологической линии фотограмметрической обработки космических снимков у ряда государственных и коммерческих организаций. Кроме того, он используется в образовательном процессе в ведущих ВУЗ-ах России, что подтверждается приложенными к диссертации актами внедрения. Разработанный автором программный продукт представлен также и на зарубежном рынке.

Значимость и рекомендации по использованию результатов

Разработанная автором технология ортотрансформирования космических снимков базируется на быстрых алгоритмах преобразования изображений по регулярной сетке и топологической коррекции в ее мертвых зонах. Она может быть использована в технологических процессах государственных и коммерческих организаций. Отдельно следует отметить, что данный программный продукт является отечественной разработкой и рекомендуется в качестве альтернативы зарубежным аналогам при реализации Государственной программы по импортозамещению.

Замечания по диссертационной работе

1. На стр. 76 ошибочно указано соотношение между среднеквадратической и средней ошибками как равное 1.42 раза, почерпнутое автором из Инструкции по фотограмметрическим работам (ГКИНП), ЦНИИГАиК, 2002г. Между тем, как истинное соотношение между указанными оценками составляет 1.25 раза.
2. Все исследования выполнены применительно к малоупотребительной на практике системе угловых координат λ, φ, в то время, как в топографии нашей страны принята система геодезических координат *B,L,H*.

3. Нет необходимых пояснений к иллюстрациям 1.3 - на стр. 22 и 1.6 - на стр. 29,30.
4. Формула (1.10) на стр. 26 имеет ошибочное описание ее содержания.
5. На стр. 83 приведена ошибочная формула сложения средних ошибок.
6. На стр. 80 и соответствующих таблицах содержится неправильный переход от ср. кв. ошибок к международным стандартам CE90 и CE95.
7. На стр. 41 ошибочно указано, что высоты точек преобразуются в ортографическую проекцию.
8. В тексте имеются грамматические и синтаксические ошибки: стр. 9, 14, 16, 33 и др.
9. Текст диссертационной работы насыщен сленгом и выражениями из лексикона программистов, например, «съемка местности, трансформированная на среднюю высоту» на стр.14; «снимок разбивается на сетку» на стр.16; «стоимость соответствия» на стр.32,33; «минимизация функционала глобальной энергии» на стр. 34; «параллакс пикселя итоговой карты» на стр.33 и т.д. , что затрудняет восприятие смысла текста диссертации.

Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация Сонюшкина Антона Владимировича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013г., поскольку является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, использование которых позволит существенно повысить производительность при цифровой фотограмметрической обработке космических снимков, а ее автор Сонюшкин А. В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия».

Заключение составил Чекалин Владимир Федорович, главный специалист по фотограмметрии НПК-12 НИИ ТП, доктор технических наук по специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия, диплом ДТ № 013434, профессор Венского университета.

Отзыв обсужден на заседании объединенной секции НТС № 3 АО НИИ ТП, протокол № 1/16 от « 24 » февраля 2016 г.

/ Чекалин В.Ф. /

Список основных публикаций
работников ведущей организации НИИ ТП по теме диссертации
в рецензируемых научных изданиях за последние пять лет

1. *Потапов С.Л., Мышляев В.А., Макаров С.С.* Определение необходимой точности ЦМР для ортотрансформирования космических снимков при создании БСП-ВР//*Научно-технический сборник НИИ ТП.* – 2015. – №8. – С. 117-123. «Геопространственные информационно-управляющие системы».
2. *Потапов С.Л., Мышляев В.А.* Априорная оценка точности определения высот точек местности по стереопаре космических снимков// *Геодезия и картография.* – 2015. – № 10. – С. 34-37.
3. *Мышляев В.А.* Новый способ определения углов наклона космических снимков по известным размерам изобразившихся на них объектов местности//*Геодезия и картография.* – 2015. – №8. – С. 48-52.
4. *Мышляев В.А.* Влияние углов наклона съемочной камеры на разрешение космических снимков//*Геодезия и картография.* – 2015. – №2. – С. 48-52
5. *Мышляев В.А.* Влияние измерительных и изобразительных свойств космических снимков на масштаб создаваемых по ним ортофотопланов// *Геодезия и картография.* – 2014. – №6. – С. 50-54.
6. *Мышляев В.А., Воронов Г.Б.* Изобразительные свойства космических снимков и их влияние на масштаб создаваемых ортофотопланов// *Геодезия и картография.* – 2012. – №12. (спецвыпуск). – С. 109-111.
7. *Мышляев В.А.* Метод автоматической съёмки рельефа по цифровым стереоизображениям//*Известия ВУЗов Геодезия и аэрофотосъёмка* – 2011. – №2. –С. 66-70.
8. *Мышляев В.А.* Перспективный метод автоматической съемки рельефа местности по стереоизображениям//*Инженерные изыскания.* – 2011 – №2. – С. 38 – 41.
9. *Мышляев В.А., Шабанов Г.А.* Выбор материалов дистанционного зондирования Земли для создания ортофотопланов заданного масштаба// *Геодезия и картография.* – 2011. – №4. – С. 38-42.

Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт точных приборов»
(АО «НИИ ТП»)

Декабристов ул., вл. 51, Москва, 127490
Тел. (499) 181-20-12.Факс (499) 204 79 66,
E-mail: info@niitp.ru
ОКПО 11482462, ОГРН 1097746735481,
ИНН/КПП 7715784155/771501001

Исполняющему обязанности
проректора Московского
государственного университета
геодезии и картографии
по научной работе

В.Б. Непоклонову

105064, Москва, К-64,
Гороховский пер., д.4

29.02.2016г № НПК-12/123/1001

На № 77-01-16/12-1 от 12.02.2016 г.

Высылаю отзыв ведущей организации Акционерное общество «Научно-исследовательский институт точных приборов» на диссертацию Сонюшкина Антона Владимировича, выполненную на тему: «Совершенствование технологии создания ортофотопланов по космическим изображениям высокого разрешения», и представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Приложение: Отзыв на 6 листах, 2 экз.

Заместитель генерального директора –
главного конструктора по научной работе
доктор технических наук

В.Ф. Кострюков

«25» февраля 2016 г.

В.Ф. Чекалин
(495) 737-52-15 доб. 20-72

Утверждаю
Заместитель генерального директора –
главного конструктора по научной работе
доктор технических наук
В.Ф. Кострюков
«25» февраля 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации Акционерное общество
«Научно-исследовательский институт точных приборов»
на диссертацию Сонюшкина Антона Владимировича по теме:
"СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ОРТОФОТОПЛАНОВ ПО КОСМИЧЕСКИМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ"
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 25.00.34–Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия

Актуальность темы диссертационного исследования

Диссертационная работа посвящена разработке технологии создания ортофотопланов по сеточной модели с использованием коэффициентов RPC-полиномов и исследованию способов построения плотных цифровых моделей рельефа по космическим снимкам высокого разрешения на основе применения автоматических методов идентификации точек изображения. Тема диссертационной работы обусловлена необходимостью обработки в сжатые сроки значительно возросших объемов данных ДЗЗ, поставляемых современными спутниками оптико-электронного наблюдения земной поверхности. В этой связи адаптация существующих методов фотограмметрической обработки космических изображений к новым условиям, представленная в настоящей работе, безусловно, является актуальной как в научном, так и практическом аспектах.

Оценка содержания диссертации и автореферата

Диссертационная работа изложена на 117 листах машинописного текста и состоит из введения, трех глав, заключения и приложения. В каждой главе и в целом по работе приведены обобщающие выводы. Работа снабжена иллюстративными и табличными материалами для наглядного представления полученных результатов

исследований. Библиографический список содержит 103 наименования, в том числе 54 источника на английском языке.

Содержание и структура работы логичны и соответствуют поставленной цели исследования. Во введении автор обосновывает актуальность темы диссертации, анализирует степень ее разработанности и формулирует задачи, которые необходимо решить для достижения конечного результата. В первой главе работы приведен анализ методов, используемых в цифровой фотограмметрии при создании ортофотопланов, и обозначены научные задачи двух основных этапов данного процесса. Во второй главе исследуются три известных метода автоматической идентификации точек изображений стереопары, соответствующих узлам ЦМР. Исследование процесса идентификации выполнено по трем основным критериям: уровню достигаемой точности, наличию оптимальной плотности узлов и количеству возникающих ошибок (артефактов). В третьей главе исследуется возможность практической реализации процесса ортотрансформирования в режиме вычислений, близком к реальному времени, с использованием предложенной сеточной модели.

Автореферат работы в достаточной степени отражает основные положения и результаты исследований, содержащиеся во введении, главах и заключении диссертации.

Основные положения и результаты исследований опубликованы в рецензируемых изданиях. Всего по теме диссертации опубликовано 8 работ, из которых 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Тема и содержание работы соответствуют направлению исследований по специальности 25.00.34 «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия», а именно, пункту 3 «Теория, технология и технические средства сгущения по аэрокосмическим снимкам геодезических сетей, создания и обновления топографических, землеустроительных, экологических, кадастровых и иных карт и планов» паспорта научной специальности.

Основными научными результатами диссертационной работы являются разработанные автором технология и алгоритмы: построения сетки

трансформирования по коэффициентам рациональных полиномов (RFM-модели); топологической коррекции сетки трансформирования в «мертвых зонах»; учета систематической погрешности RPC-коэффициентов. Все предложенные алгоритмы детально описаны в диссертационной работе, с использованием соответствующего математического аппарата. Экспериментально доказаны декларируемые автором производительность и точность создания ортофотопланов, построенных на основе разработанных алгоритмов.

Дополнительно следует отметить проведенные автором исследования по созданию плотных ЦМР по космическим снимкам высокого разрешения на основе методов стереотождествления, широко применяющихся в смежной дисциплине – компьютерном зрении. При этом примечательно, что один из использованных в работе методов плотного стереотождествления (метод полуглобального стереотождествления SGM), с успехом используется на практике при обработке высокодетальной аэрофотосъемки и космической съемки сверхвысокого пространственного разрешения. Т.е. налицо известный приоритет данной работы в области практического построения плотных ЦМР по материалам космической съемки высокого разрешения, получаемых КА ДЗЗ иностранного производства.

Достоверность приведенных в работе результатов исследований подтверждается данными экспериментальных исследований, выполненных автором на статистически значимом количестве спутниковых изображений, при обработке которых использовались методы математической статистики.

Научная и практическая ценность

Научная ценность диссертационного исследования заключается в том, что автор предлагает использовать модификацию метода ортотрансформирования, имеющую ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами. Главным из них является повышение скорости обработки до 27 раз. Предложенные автором рекомендации по созданию плотных ЦМР, а также исследование, посвященное их использованию при ортотрансформировании, могут служить основой для

дальнейших научных работ, целью которых должно стать повышение точности и надежности цифрового ортотрансформирования.

Все предложенные в работе алгоритмы реализованы в виде программного кода продукта ScanexImageProcessor, который является одним из инструментов технологической линии фотограмметрической обработки космических снимков у ряда государственных и коммерческих организаций. Кроме того, он используется в образовательном процессе в ведущих ВУЗ-ах России, что подтверждается приложенными к диссертации актами внедрения. Разработанный автором программный продукт представлен также и на зарубежном рынке.

Значимость и рекомендации по использованию результатов

Разработанная автором технология ортотрансформирования космических снимков базируется на быстрых алгоритмах преобразования изображений по регулярной сетке и топологической коррекции в ее мертвых зонах. Она может быть использована в технологических процессах государственных и коммерческих организаций. Отдельно следует отметить, что данный программный продукт является отечественной разработкой и рекомендуется в качестве альтернативы зарубежным аналогам при реализации Государственной программы по импортозамещению.

Замечания по диссертационной работе

1. На стр. 76 ошибочно указано соотношение между среднеквадратической и средней ошибками как равное 1.42 раза, почерпнутое автором из Инструкции по фотограмметрическим работам (ГКИНП), ЦНИИГАиК, 2002г. Между тем, как истинное соотношение между указанными оценками составляет 1.25 раза.
2. Все исследования выполнены применительно к малоупотребительной на практике системе угловых координат λ, φ, в то время, как в топографии нашей страны принята система геодезических координат B,L,H.

3. Нет необходимых пояснений к иллюстрациям 1.3 - на стр. 22 и 1.6 - на стр. 29,30.
4. Формула (1.10) на стр. 26 имеет ошибочное описание ее содержания.
5. На стр. 83 приведена ошибочная формула сложения средних ошибок.
6. На стр. 80 и соответствующих таблицах содержится неправильный переход от ср. кв. ошибок к международным стандартам CE90 и CE95.
7. На стр. 41 ошибочно указано, что высоты точек преобразуются в ортографическую проекцию.
8. В тексте имеются грамматические и синтаксические ошибки: стр. 9, 14, 16, 33 и др.
9. Текст диссертационной работы насыщен сленгом и выражениями из лексикона программистов, например, «съемка местности, трансформированная на среднюю высоту» на стр.14; «снимок разбивается на сетку» на стр.16; «стоимость соответствия» на стр.32,33; «минимизация функционала глобальной энергии» на стр. 34; «параллакс пикселя итоговой карты» на стр.33 и т.д. , что затрудняет восприятие смысла текста диссертации.

Заключение

Несмотря на отмеченные недостатки, диссертация Сонюшкина Антона Владимировича, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук, отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного Постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013г., поскольку является законченной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технологические решения и разработки, использование которых позволит существенно повысить производительность при цифровой фотограмметрической обработке космических снимков, а ее автор Сонюшкин А. В., заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия».

Заключение составил Чекалин Владимир Федорович, главный специалист по фотограмметрии НПК-12 НИИ ТП, доктор технических наук по специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия, диплом ДТ № 013434, профессор Венского университета.

Отзыв обсужден на заседании объединенной секции НТС № 3 АО НИИ ТП, протокол № 1/16 от « 24 » февраля 2016 г.

/ Чекалин В.Ф. /

Список основных публикаций
работников ведущей организации НИИ ТП по теме диссертации
в рецензируемых научных изданиях за последние пять лет

1. *Потапов С.Л., Мышляев В.А., Макаров С.С.* Определение необходимой точности ЦМР для ортотрансформирования космических снимков при создании БСП-ВР//*Научно-технический сборник НИИ ТП.* – 2015. – №8. – С. 117-123. «Геопространственные информационно-управляющие системы».
2. *Потапов С.Л., Мышляев В.А.* Априорная оценка точности определения высот точек местности по стереопаре космических снимков// *Геодезия и картография.* – 2015. – № 10. – С. 34-37.
3. *Мышляев В.А.* Новый способ определения углов наклона космических снимков по известным размерам изобразившихся на них объектов местности//*Геодезия и картография.* – 2015. – №8. – С. 48-52.
4. *Мышляев В.А.* Влияние углов наклона съемочной камеры на разрешение космических снимков//*Геодезия и картография.* – 2015. – №2. – С. 48-52
5. *Мышляев В.А.* Влияние измерительных и изобразительных свойств космических снимков на масштаб создаваемых по ним ортофотопланов// *Геодезия и картография.* – 2014. – №6. – С. 50-54.
6. *Мышляев В.А., Воронов Г.Б.* Изобразительные свойства космических снимков и их влияние на масштаб создаваемых ортофотопланов// *Геодезия и картография.* – 2012. – №12. (спецвыпуск). – С. 109-111.
7. *Мышляев В.А.* Метод автоматической съёмки рельефа по цифровым стереоизображениям//*Известия ВУЗов Геодезия и аэрофотосъёмка* – 2011. – №2. –С. 66-70.
8. *Мышляев В.А.* Перспективный метод автоматической съемки рельефа местности по стереоизображениям//*Инженерные изыскания.* – 2011 – №2. – С. 38 – 41.
9. *Мышляев В.А., Шабанов Г.А.* Выбор материалов дистанционного зондирования Земли для создания ортофотопланов заданного масштаба// *Геодезия и картография.* – 2011. – №4. – С. 38-42.