Найдем среднюю ошибку аппроксимации, в ходе решения будем использовать формулу (6):

$$\overline{A} = \frac{58,2*100\%}{6} = 9,7\%.$$

В среднем расчетные значения отклоняются от фактических на 9,7 %.

Для начала найдем коэффициент детерминации: $r_{xy}^2 = (-0,08) = 0,0064$.

Вычислим $F_{факт}$ используя формулу (7):

$$F_{факт} = \frac{0,0064}{0,9936}*4 = 0,026.$$

Выявленное значение указывает на то, что необходимо принять статистическую незначимость параметров уравнения.

Таким образом, проанализировав результаты исследования, мы научились решать задачи и убедились в том, что регрессионный анализ дает возможность оценить степень связи между переменными путем вычисления предполагаемого значения переменной на основании нескольких известных значений.

Список литературы

1. Задачи, решаемые корреляционно-регрессионным анализом – 2016 [Электронный ресурс]: https://studopedia.ru/3_185849_zadachi-reshaemie-korrelyatsionno-regressionnim-analizom.html.

2. Регрессионный анализ – 2018 [Электронный ресурс]: https://math.semestr.ru/corel/regression-analysis.php.

3. Орлов А.И. Эконометрика: учебник для вузов / А.И. Орлов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 398 с.

ОБЗОР ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОСТОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ АЭРОФОТОСЪЕМКИ

Любимова Е.А., Кондратьева Т.Н.

ФГБОУ ВО «Донской Государственный Технический Университет», Ростов-на-Дону, e-mail: reception@donstu.ru

Статья имеет междисциплинарный характер. В ней рассматривается влияние развивающейся IT-индустрии на подраздел геодезии фотограмметрию, а точнее особое внимание в данной статье уделено программам для обработки материалов аэрофотосъемки произведенных различными методами. В статье сравниваются такие программные комплексы для обработки аэрофотоснимков как: AgiSoft Photoscan, Photomod, Геоматика-Беспилотник, Trimble INPHO, Pix4D, Reality Capture, ENVI OneButton. При анализе приложений в данной статье прослеживаются как общие функциональные нагрузки, так и их различия. Обобщая рассмотренные программные обеспечения можно понять, что каждый программный комплекс богат функционально и выполняет автоматически множество функций без вмешательства человека, а так же внимание акцентировано ещё и на том, что на обработку материалов уходит намного меньше времени, чем при аналогичной обработке данных вручную без зависимости от сложности аэрофотоснимков и необходимых итоговых результатов. Подытожив всю информацию из этой статьи можно сказать, что рынок программ для обработки материалов аэрофотосъемки достаточно разнообразен. Каждый может выбрать удобную для себя программу исходя из функциональной нагрузки, специфики работы, понятности интерфейса ПО и бюджета.

В последнее время особенно ощущается влияние прогресса на нашу жизнь. Он коснулся всех сфер нашей деятельности, в том числе и геодезии, а точнее такого подраздела как фотограмметрия.

С развитием IT-индустрии рынок приложений, облегчающих обработку данных так же вырос. Множество приложений для обработки аэрофотоснимков всё сильнее охватывают сферу фотограмметрии. Каждое ПО богато функционально и выполняет автоматически множество функций без вмешательства человека, к тому же на обработку материалов уходит намного меньше времени в зависимости от сложности аэрофотоснимков и необходимых результатов в итоге.

Способы проведения: аэрофотосъемка при помощи самолёта; аэрофотосъемка при помощи вертолета; аэрофотосъемка с помощью параплана; аэрофотосъемка с помощью БПЛА; аэрофотосъемка с помощью мультикоптера [1].

Программные комплексы для обработки материалов аэрофотосъемки: AgiSoft Photoscan; Photomod; Геоматика-Беспилотник; Trimble INPHO; Pix4D; Reality Capture; ENVI OneButton.

AgiSoft PhotoScan – программное обеспечение российского производства для обработки материалов аэрофотосъемки. С помощью данного ПО после обработки материала возможно получение ортофотопланов, 3D моделей местности и ЦММ. У AgiSoft не установлено ограничение на количество обрабатываемых изображений. Это ПО обеспечивает хорошую основу для последующей выгрузки в ГИС-приложения, измерения объектов и визуализации местности [2]. Рис. 1. а).

Photomod – первая разработанная в России цифровая фотограмметрическая программа. Предназначена для: обработки снимков центральной проекции и сканерных изображений; обработки радарных снимков; обработки блочной фототриангуляции; построения цифровых моделей рельефа; создания ортофотопланов, ортофотомозаики; векторизации в стереорежиме; векторизации по ортофотоплану; создания и печати электронных карт; калибровки планшетных полиграфических сканеров Рис. 1. б).

Геоматика-Беспилотник – эта программа предназначена для создания фотопланов по материалам аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов. Программа обеспечивает

выполнение следующих функций: автоматическое создание проекта; импорт элементов внешнего ориентирования снимков; работа в произвольной системе координат; автоматическое взаимное ориентирование снимков; построение фотограмметрической модели; создание фотопланов в номенклатурной нарезке всего масштабного ряда; уравниванием яркостей фотопланов [3]. Рис. 2. а).

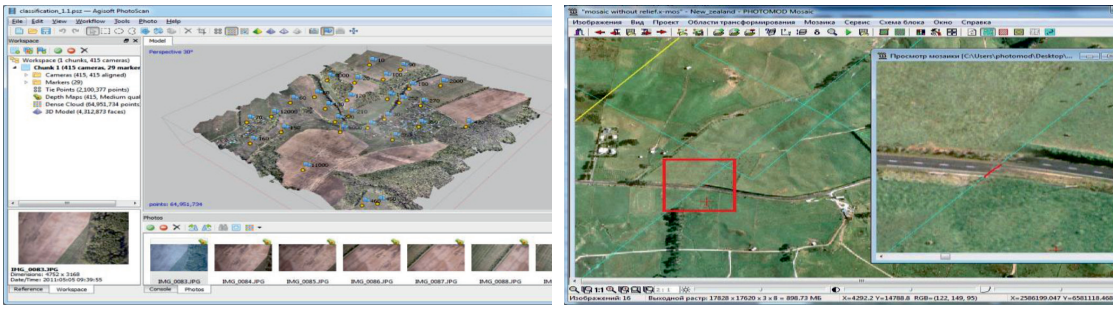
Trimble INPHO – это ПО с возможностью обработки данных в цифровом проекте. Оно включает в себя геокодирование данных, возможность создания ЦМР, трансформирование данных в ортофотоплан, возможность стереоскопической оцифровки. Компоненты программы могут рвботать в стандартных настройках, а так же гибко настраиваться под определенный формат работ. Trimble INPHO отличается высокой степенью автоматизации в сравнении с аналогичными программами. Высокая точность обработки данных достигается путем математического моделирования [4]. Рис. 2. б).

Pix4D – ПО разработанное в Швейцарии. С помощью Pix4D возможно получение ЦММ, ЦМР, карт индексов и отражений, 3D моделей местности, ортофотопланов, карт NDVI, а так же возможна оценка объемов земляных работ. Данное ПО необходимый инструмент для выявления ландшафтных изменений, в том числе и после чрезвычайных происшествий. Благодаря своему функционалу с помощью этой программы возможно достичь высокой точности выходных материалов, в сравнении с аналогами. Так же отличием от подобных программ рынка является возможность обработки мультиспектральных снимков. И самое главное скорость обработки материала значительно выше аналогов [5]. Рис. 3. а).

Reality Capture – программа для обработки фотоданных. По итоговому результату схожа с программой Trimble INPHO. Аналогичное наличие геокодирования пространства, создание ЦММ, ЦМР, ортофотопланов достаточно высокого разрешения. По скорости обработки сравнима с Pix4D. ПО от словацких инженеров может автоматически собирать данные из неупорядоченных фотографий [6]. Рис. 3. б).

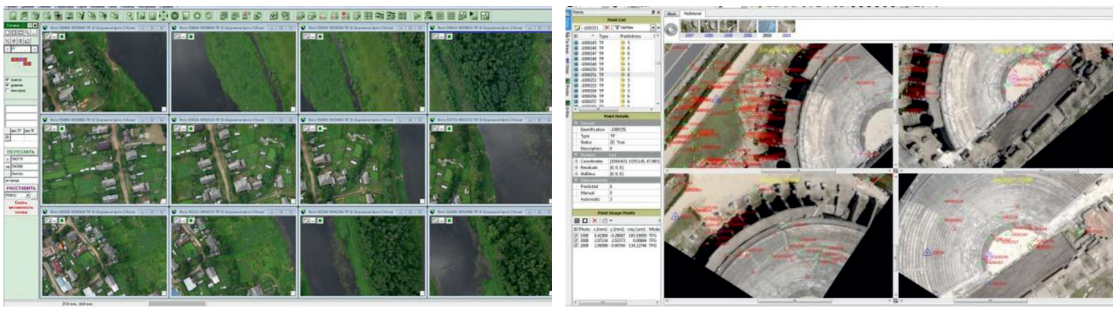
ENVI OneButton – самый упрощенный и понятный интерфейс в отличии от подобных программ, с достаточно хорошей функциональной основой. Обработка данных с БПЛА производится в автоматическом режиме [7].

Полученными результатами в итоге могут быть: фототриангуляция; векторизация рельефа местности; автоматический режим создания геопривязанных продуктов 2D и 3D.



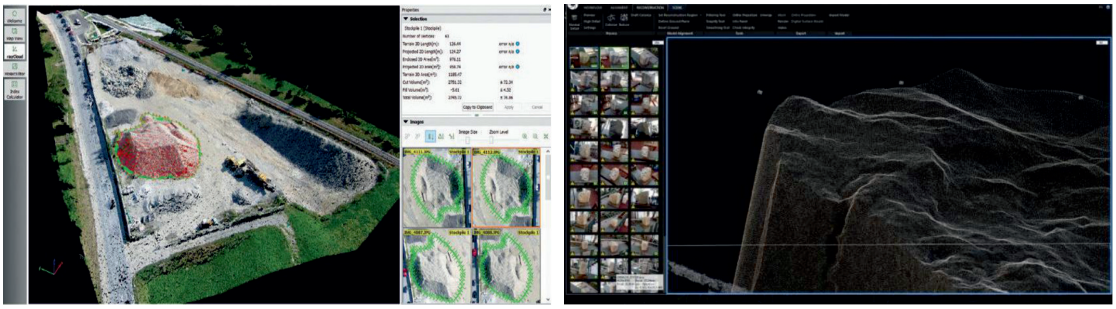
а) *б)*

Рис. 1. а) Интерфейс программы Agisoft PhotoScan, б) Интерфейс программы Photomod



а) *б)*

Рис. 2. а) Интерфейс программы Геоматика-Беспилотник, б) Интерфейс программы Trimble INPHO



а) *б)*

Рис. 3. а) Интерфейс программы Pix4D, б) Интерфейс программы Reality Capture

Преимуществом ПО является не только автоматическое склеивание фотоматериала, но и автокоррекция и выравнивание яркости и цвета.

Основные преимущества: интуитивно понятный интерфейс; высокое быстродействие (всего несколько минут от сбора изображений до получения готовых продуктов); полностью автоматическая сшивка изображений в мозаику, выравнивание по цвету и яркости; уникальный алгоритм блочного уравнивания для точного геопозиционирования наклонных изображений и изображений в надир; создание отчетов, показывающих свойства проекта, результаты обработки, статистику, анализ покрытия изображениями, карту корреляции изображений и результаты калибровки камер; использование графических (GPU) и многоядерных процессоров для увеличения скорости обработки изображений. высокоточная геопривязка изображений; визуализация, измерение и извлечение 2D и 3D информации; создание ортомозаик с выравниваем цветового баланса; создание цифровых моделей рельефа (ЦМР) и 3D облака точек с различными уровнями детализации; интеграция с программными продуктами ENVI и ArcGIS для выполнения тематического анализа.

Расширенные возможности версии OneButton Professional: замена артефактов, обнаруженных в выходной продукции; полный контроль над фотограмметрическим процессом; расширенное редактирование точек и мозаик для получения высокоточных продуктов.

Подытожив можно сказать, что рынок программ для обработки материалов аэрофотосъемки достаточно разнообразен. Каждый может выбрать удобную для себя программу исходя из функциональной нагрузки, специфики работы, понятности интерфейса ПО и бюджета.

Список литературы

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэрофотосъёмка.
2. http://www.gisa.ru/1506.html.
3. http://av.disus.ru/programma/1510355-1-rukovodstvo-polzovatelya-geomatika-bespilotnik-oao-geoinformatika-moskva-marta-str-wwwtc-georu-e-mail-info-tc-georu-tel-faks-7-495.php.
4. http://www.kmcgeo.com/Products/Inpho.htm.
5. https://www.exactfarming.com/ru/o-chem-rasskazhet-ndvi/.
6. https://en.wikipedia.org/wiki/RealityCapture.
7. https://sovzond.ru/products/software/uav_data_processing/envi-onebutton/.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

Пермякова А.В., Пузиков Н.Т.
ННГАСУ, e-mail: j-starel@mail.ru

Попутный нефтяной газ (ПНГ) – это газ, растворенный в нефтяной жидкости. В составе этого газа есть метан и широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), которая используется либо в качестве топлива, либо сырья для глубокой переработки. Существуют различные способы использования ПНГ с точки зрения удельных затрат, последующей экономической выгоды и влияния на экологию: сжигание, закачка в единую газотранспортную сеть Газпрома, обратная закачка в нефтяной пласт, электрогенерация, переработка.

Для большей части месторождений центральной части России, а в частности Удмуртской республики характерна добыча тяжелой, трудно извлекаемой нефти с попутным нефтяным газом, не пригодным для бытовых нужд, в связи с большим содержанием в нем азота (до 93 %) и низкой калорийности (до 6600 ккал/н. м3) [1]. В связи с этим, попутный нефтяной газ сжигался на факельных установках или рассеивался. В Удмуртской республике были разработаны несколько методов утилизации ПНГ. Наиболее приемлимым методом является использование универсальные теплогенераторы различных модификаций, которые служат для нагрева нефтяной эмульсии, нефти, поступающей с промысла. Универсальность его заключается в том, что он может эксплуатироваться в стационарном исполнении или устанавливаться на передвижной платформе. Газогорелочное устройство теплогенератора работает без отрыва и проскока пламени на ПНГ любого компо-