

# ФОТОГРАММЕТРИЯ И ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## А.Ю. Сечин («Ракурс»)

В 1980 г. окончил факультет управления и прикладной математики Московского физико-технического института (в настоящее время — Московский физико-технический институт (государственный университет)) по специальности «динамика полета и управление». После окончания института работал в Троицком институте инновационных и термоядерных исследований. С 1994 г. работает в АО «Фирма «Ракурс», в настоящее время — научный директор. Кандидат физико-математических наук.

## В.Н. Адров («Ракурс»)

В 1980 г. окончил факультет управления и прикладной математики Московского физико-технического института (в настоящее время — Московский физико-технический институт (государственный университет)) по специальности «автоматические и информационные устройства». После окончания института работал в ЦКБ «Алмаз», с 1989 г. — в Институте автоматизации проектирования АН СССР и Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» РАН. С 1993 г. работает в АО «Фирма «Ракурс», в настоящее время — генеральный директор. Кандидат технических наук.

Облачные технологии с каждым годом становятся все более и более популярными. Это связано, прежде всего, с удобством и коммерческой выгодой, за счет экономии на обслуживании, персонале и инфраструктуре. Рассмотрим различные эле-

менты облачных технологий с технической точки зрения и возможность развертывания ЦФС «PHOTOMOD» для обработки данных и решения фотограмметрических задач в «облаках», предлагаемых компаниями Amazon (США), CloudEO AG (Гер-

мания) и «Ростелеком» (Россия) (рис. 1).

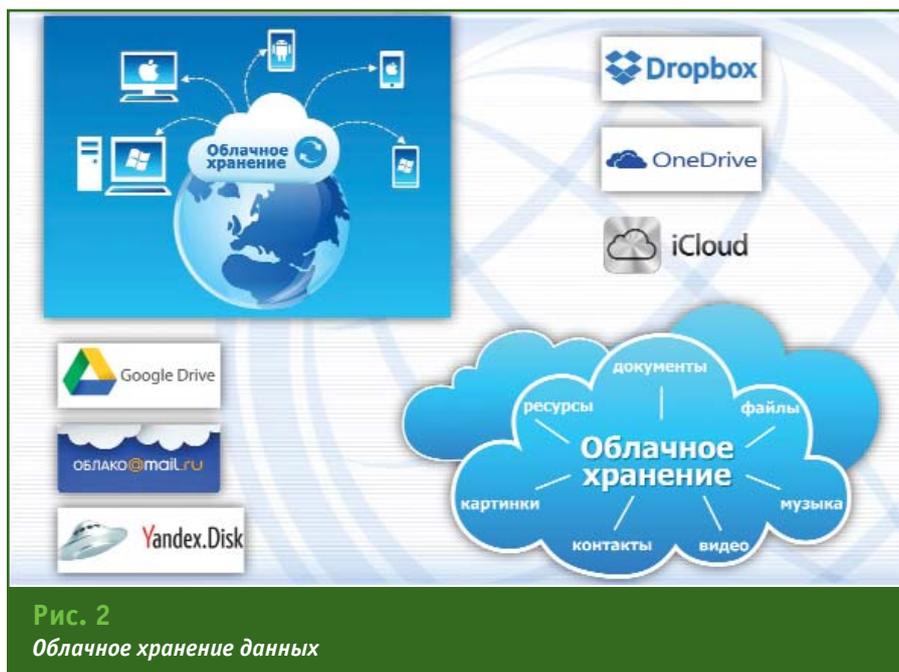
### ▼ Облачное хранение данных

Облачные технологии — это совокупность разных элементов. Одним из таких элементов является облачное хранилище данных (Cloud Storage). На бы-



Рис. 1

Фотограмметрические задачи, решаемые в ЦФС «PHOTOMOD» при обработке данных в «облаках»



**Рис. 2**  
Облачное хранение данных

товом уровне мы сталкиваемся с этим на каждом шагу (рис. 2). Например, фотографии, сделанные с помощью камеры смартфона или планшета, автоматически попадают в одно из настроенных облачных хранилищ и могут быть доступны с других устройств. Компания Microsoft включила облачное хранилище OneDrive в операционную систему Windows 10, а компания Apple активно предлагает хранилище iCloud не только для своих устройств. Широкое распространение получили такие хранилища данных, как Dropbox и Google Drive. В России хорошо известны «Яндекс. Диск» и «Облако Mail.ru». Существуют десятки облачных хранилищ, предназначенных как для личного использования, так и для корпоративного, как платные, так и бесплатные. Компании, которым необходимо корпоративное облачное хранилище данных, с возможностью, например, обработки данных с ограниченным доступом, могут развернуть «облака» на собственных безопасных серверах, используя решения OwnCloud, Pydio, NextCloud и др.

Безусловно, компании, предоставляющие доступ к таким

хранилищам, стараются обеспечить максимальную скорость доступа к ним. Специалисты компании «Ракурс» провели тестирование скорости доступа (скачивание файла размером 1 Гбайт) к одному из наиболее распространенных решений — Dropbox, предлагаемому рядом российских провайдеров, из разных городов РФ, а также из Лондона и Стокгольма. По результатам тестирования скорость доступа к хранилищу из Хабаровска (самая низкая) и из Лондона (самая высокая) отличается более чем в 30 раз. Если необходимо размещать большие объемы данных, например, изображения ДЗЗ из космоса или цифровые аэрофотоснимки, то в России решение Dropbox использовать нецелесообразно в силу низкой скорости обмена информацией. Можно надеяться на решение проблем со скоростью доступа, так как компании начинают широко внедрять технологии CDN (Content Delivery Network) для дублирования данных на разных серверах с возможностью предоставления ближайшего к потребителю сервера с данными.

К сожалению, стандарта и единого программного интер-

фейса для доступа к данным в различных облачных хранилищах не существует. Так, в «Яндекс. Диск» используется доступ WebDAV и один из вариантов так называемого REST API, а в Google Drive — другой вариант REST API. В Mail.ru также применяется собственный вариант REST API и WebDAV (в тестовом режиме).

Следует отметить, что все облачные хранилища обеспечивают безопасный доступ к данным и их защиту от несанкционированного доступа.

#### ▼ Облачные вычисления

Перейдем к следующему элементу облачных технологий — облачным вычислителям. В настоящее время компаниям не нужно покупать дорогостоящие мощные вычислительные средства, их можно арендовать и выполнять проекты, получая доступ к ним через сеть Интернет. Такие решения имеются у многих компаний. Например, Microsoft предлагает решения Azure для виртуальных серверов с операционными системами от Microsoft, Amazon — универсальное решение Elastic Compute Cloud (EC2), Digital Ocean — собственную универсальную платформу, а «Ростелеком» — «Виртуальный центр обработки и хранения данных», представляющий собой вычислитель с облачным хранилищем. Ежемесячная аренда облачных вычислителей составляет от 5 долларов до нескольких сотен долларов в месяц, в зависимости от его мощности. При этом предусмотрена и почасовая оплата. Облачные вычислители могут содержать много ядер на нескольких узлах. Для использования по максимуму предлагаемой вычислительной мощности и полной загрузки всех вычислительных устройств (CPU) фотограмметрическая система должна поддерживать функцию распределенных вычислений.

Начинают развивать облачные вычисления и поставщики данных ДЗЗ из космоса. Так, компания Digital Globe предлагает партнерам размещать на своих облачных серверах программы (алгоритмы), оформленные в виде так называемых контейнеров Docker, и предоставляет доступ к космическим снимкам через собственный вариант REST API. В Европе доступ к космическим снимкам со своих облачных вычислителей предлагает компания CloudEO AG.

### ▼ Тестирование облачных вычислителей

В компании «Ракурс» проведено тестирование автоматических алгоритмов ЦФС «PHOTOMOD» на некоторых облачных вычислителях — EC2, CloudEO и «Виртуальный центр обработки и хранения данных». Решение, предлагаемое компанией Digital Globe, не использовалось, так как создание контейнера Docker с PHOTOMOD предоставляет определенные сложности, и по причине отсутствия в PHOTOMOD поддержки нужного варианта REST API.

Рассмотрим подробнее результаты тестирования.

В случае с EC2 была зафиксирована очень низкая скорость обмена данными с сервером из России (не более 600 Кбайт/с). Для загрузки проекта размером в 1,5 Тбайт потребовался бы целый месяц. Время выгрузки и загрузки данных на сервер / с сервера в случае с EC2 во много раз превышает время, необходимое для вычислительных операций. При тестировании использовалась виртуальная машина с параметрами: 40 CPU, 160 Гбайт RAM, HDD 250 Гбайт + 100 Гбайт, что позволило успешно проверить автоматические алгоритмы обработки в ЦФС «PHOTOMOD».

Хорошие результаты выполнения вычислительных операций в ЦФС «PHOTOMOD» были получены на вычислителе CloudEO. Но в



этом случае проявились не технические, а организационные проблемы доступа к данным, обусловленные закрытостью виртуальной машины и отсутствием выхода в сеть Интернет. Надеемся, что в будущем подобных проблем не возникнет.

Наиболее полное тестирование удалось провести на серверах компании «Ростелеком». Для этих целей нам были выделены следующие вычислительные ресурсы: количество ядер — 168, частота ядер 2,6 ГГц, оперативная память 656 Гбайт, дисковое пространство на HDD 7000 RPM — 12 900 Гбайт, на HDD 15 000 RPM — 8000 Гбайт и на SSD — 500 Гбайт. Скорость загрузки данных на вычислительный ресурс была в 100 раз выше, чем в случае с EC2 и составила 6 Мбайт/с. Для выгрузки проекта с объемом данных 1,5 Тбайт потребовалось 7,5 часов. На облачном вычислителе запускались разные фотограмметрические процессы — расчет связующих точек, построение плотных моделей рельефа, ортотрансформирование и построение ортомозаики (рис. 1). Почти во всех расчетах загрузка CPU составила от 80 до 100%, при этом зависимости от типа дискового пространства HDD (7000 RPM или 15 000 RPM) во всех задачах

кроме ортотрансформирования выявлено не было. Объемы памяти для всех задач было достаточно. Задачи ортотрансформирования и построения ортомозаики очень чувствительны к скорости обмена с хранилищем данных. Разница времени обработки при использовании дискового пространства HDD 7000 RPM и HDD 15 000 RPM составила более 1,5 раз. К сожалению, объем накопителей SSD был недостаточным для запуска алгоритма построения ортомозаик. Наш опыт показывает, что в этом случае можно надеяться на рост объема загрузки CPU при ортотрансформировании и дальнейшее сокращение времени операции.

Проведенные эксперименты по тестированию показали, что облачные вычислители могут успешно использоваться при автоматических фотограмметрических расчетах, но при этом имеются некоторые проблемы (рис. 3). В случае, если потребуется доступ к облачным хранилищам, не совмещенным с облачными вычислителями, в ЦФС должен быть реализован API-доступ к облачным данным с обязательным кэшированием информации на вычислителе для надежности. Важным фактором для некоторых алгоритмов является скорость доступа

к хранилищам данных. Не все фотограмметрические операции могут быть выполнены в автоматическом режиме. Если для работы необходима стереообработка (или стереоконтроль) данных, следует реализовать клиент-серверную модель ЦФС с вынесением модуля стереорисования на удаленного клиента.

При разумной стоимости аренды перенос фотограмметрической обработки в облачные вычислители будет экономически оправдан. Одним из элементов удешевления конечной продукции может стать снижение стоимости космических данных, в случае, если пользователь физически не получает снимок на свой компьютер (предложение Digital Globe). Однако в этом подходе пока остаются нерешенными не только технические, но и некоторые правовые и организационные вопросы.

Разработчики цифровых фотограмметрических систем

предлагают решения в соответствии с традиционной схемой, когда пользователь после приобретения лицензии становится полноправным обладателем программного комплекса.

Дальнейшее развитие облачных технологий и сервисов приведет к смещению бизнес-модели разработчиков цифровых фотограмметрических систем в сторону SaaS (Software as a Service) — программное обеспечение как услуга. А в дальнейшем — даже к IaaS (Infrastructure as a Service) — инфраструктура как услуга, стоимость которой будет зависеть от времени работы на облачном сервере и мощности сервера при автоматической или автоматизированной обработке изображений космической съемки или аэросъемки.

В заключении следует отметить следующее.

Облачные технологии могут успешно и эффективно применяться для организации фото-

грамметрического производства, включающего ЦФС «PHOTOMOD».

Финансовая эффективность использования облачных технологий в фотограмметрии обусловлена:

— отсутствием необходимости приобретения вычислительных средств и программного обеспечения, стоимость которых значительно превышает стоимость услуг облачных сервисов: хранилищ и вычислителей;

— уменьшением стоимости исходных изображений, когда пользователь не загружает их на свой компьютер, а обрабатывает в облаке владельца данных (например, предложение DigitalGlobe).

Среди факторов, затрудняющих внедрение облачных технологий, может оказаться недоверие пользователей к безопасности передачи данных из облачных хранилищ по сети Интернет.

**PHOTOMOD**

Цифровые модели рельефа

2D и 3D векторизация, картографирование

3D-моделирование

Орторектирование и создание мозаик

Фотоориентация

**РАКУРС**  
Тел.: (495) 720-51-27, info@racurs.ru, www.racurs.ru