

# ОПЫТ ГК «ГЕОСКАН». СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ\*

**Ф.В. Солощенко** (ГК «Геоскан», Санкт-Петербург)

В 2000 г. окончил Санкт-Петербургский государственный университет (СПбГУ) по специальности «географ, картограф, эколог». С 2002 г. работал в ООО «ЦГЭИ», с 2012 г. — в СПбГУ, с 2014 г. — в ООО «Бента». С 2016 г. работает в ГК «Геоскан», в настоящее время — руководитель отдела полевых работ.

**Е.В. Гринько** (ГК «Геоскан», Санкт-Петербург)

В 2011 г. окончила факультет освоения подземного пространства Санкт-Петербургского государственного горного университета по специальности «городской кадастр». С 2012 г. работала в ООО «УНИКОН», с 2014 г. — в ООО «Кадастр и землеустройство», с 2016 г. — в ООО «ВЭСТ». С 2017 г. работает в ГК «Геоскан», в настоящее время — руководитель отдела кадастра и инвентаризации объектов недвижимости.

**М.В. Курков** («Скан»)

В 2004 г. окончил аэрофотогеодезический факультет МИИГАиК по специальности «инженер-аэрофотогеодезист». После окончания университета работал в ЗАО НПП «Центр прикладной геодинамики», с 2007 г. — в ООО НП АГП «Меридиан+», с 2013 г. — в ФГУП «ЦНИИ ЭИСУ». С 2016 г. работает в ООО «Скан», в настоящее время — начальник научно-исследовательского отдела.

**Н.Р. Суздальцев** (ГК «Геоскан», Санкт-Петербург)

В 2017 г. окончил Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета по специальности «картография и геоинформатика». С 2016 г. работал в ООО «Росинжиниринг Проект». С 2017 г. работает в ГК «Геоскан», в настоящее время — копирайтер.

## ▼ Создание ортофотопланов и трехмерных моделей местности и объектов

Анализ и обработка отснятых материалов с целью получения ортофотопланов и моделей местности выполнялась в камеральных условиях с помощью специализированного программного обеспечения автоматизированной фотограмметрической обработки — Agisoft PhotoScan Pro. Объем снимков по одному району, как правило, составлял несколько сотен тысяч (например, при АФС Алексинского района площадью порядка 950 км<sup>2</sup> было выполне-

но 269 полетов и получено 250 тыс. снимков), поэтому такое количество данных требовало колоссальных вычислительных мощностей для обработки и хранения. Для решения этой задачи использовался собственный кластер и вычислительный кластер суперкомпьютера «Политехник РСК Торнадо» (рис. 6), пиковая производительность которого достигает 943 Тфлопс. В ходе проекта на нем было выполнено 300 000 Тфлопс вычислений.

При обработке данных в ПО Agisoft PhotoScan сначала восстанавливается исходное поло-

жение и ориентация камер (по элементам внешнего ориентирования камер), задается координатная система реконструируемой модели, а затем строится разреженное облако точек на основании фотографий. Для оптимизации результатов расчета положений камер и параметров их внутренней ориентации выполняется расстановка маркеров и задаются координаты. Маркеры расставляются по контрольным точкам, тем самым осуществляется контроль точности, заключающийся в вычислении СКО контрольных точек с известными координатами. В

\* Окончание. Начало в «Геопрофи» № 2-2018, с. 10–14.



**Рис. 6**  
Суперкомпьютер «Политехник РСК Торнадо»

случае выполнения требований по величине СКО (в данном случае,  $СКО \leq 10$  см), запускаются дальнейшие процессы.

Основываясь на рассчитанных положениях камер, программа автоматически вычисляет карты глубины для каждой камеры и формирует плотное облако точек, а на его основе – трехмерную полигональную модель, для которой затем строится текстура. Для создания ортофотоплана по плотному облаку точек или полигональной модели строится карта высот, на которую проецируется план.

В результате обработки 6 млн фотоснимков были созданы: ортофотопланы с разрешением 5 см/пиксель для территорий населенных пунктов и 10 см/пиксель для межселенных территорий, высокоточные текстурированные 3D-модели населенных пунктов, 1443 цифровых моделей населенных пунктов. Объем полученных данных составил 218 Тбайт.

Кроме того, на территории Тульской области отдельной бригадой при помощи квадрокоптера «Геоскан 401» была выполнена аэрофотосъемка памятников архитектуры с разрешением 1–2 см/пиксель. Для достижения лучшей точности и детальности при построении трехмерных реалистичных

моделей объектов в недоступных для квадрокоптера местах проводилась наземная фотосъемка. По результатам камеральной обработки этих данных были построено 22 3D-модели памятников архитектуры Тульской области, среди которых Тульский Кремль, Куликово Поле, Музей-усадьба «Ясная Поляна», Тульский государственный музей оружия (рис. 7).

#### ▼ Выявление нарушений земельного законодательства

После камеральной обработки результатов полевых измерений рабочая группа, включавшая около 25 ГИС-специалистов, осуществляла выявление нарушений земельного законодательства на основе цифровых

ортофотопланов и сведений ЕГРН — кадастровых планов территории (КПТ). Большинство специалистов занимались векторизацией фактических границ земельных участков в целях выявления нарушений в области кадастрового учета с помощью ГИС «Спутник» и QGIS.

Помимо этого, была сформирована геокодированная адресная база путем аналитической обработки данных Федеральной информационной адресной системы, адресных материалов местных муниципальных образований и данных, полученных в ходе полевых обследований. Число адресов геокодированной адресной базы составило 350 тыс.

Процесс выявления нарушений земельного законодательства включал в себя:

- векторизацию границ фактического использования земельных участков;
- выявление ранее учтенных земельных участков;
- сверку границ учтенных участков, выявление реестровых ошибок;
- выявление нецелевого использования сельскохозяйственных земель.

Для организации пространственных данных была выбрана открытая СУБД PostgreSQL, поддерживающая работу в среде QGIS и подходящая для опера-



**Рис. 7**  
3D-модель Тульского государственного музея оружия

ций с геоданными, что позволило создать отлаженную инфраструктуру для сбора и хранения данных.

По результатам этих работ были сформированы следующие векторные слои, содержащие информацию о (рис. 8):

- земельных участка, сведения о которых имелись в КПП и которые были поставлены на государственный кадастровый учет (ГКУ);

- земельных участка, сведения о которых дублировались в ЕГРН;

- земельных участка, границы которых имели пересечения с границами участков, сведения о которых содержались в ЕГРН;

- налогооблагаемых участках, по которым имелись сведения об оплате их владельцами налогов.

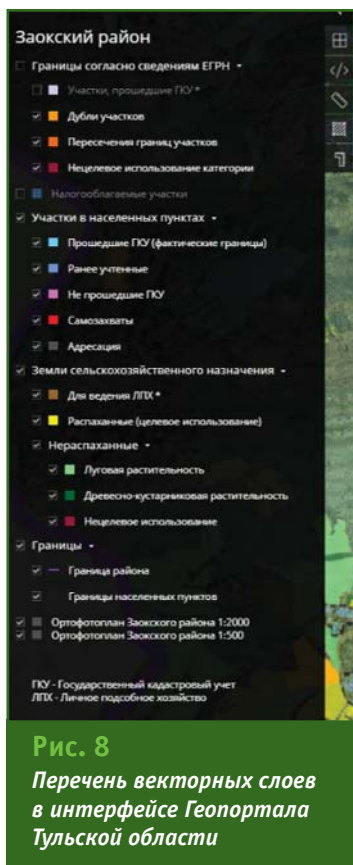
Дополнительно для территорий населенных пунктов выделялись следующие категории участков:

- участки, поставленные на ГКУ (с указанием границ), которые выявлялись с помощью дешифрирования ортофотопланов по границам фактического использования земель;

- ранее учтенные участки, выявленные по адресу и площади, согласно данным КПП и созданной геокодированной адресной базы;

- участки, не поставленные на ГКУ, которые выявлялись по границам фактического использования земель;

- незаконно используемые участки (самозахват), которые выявлялись с помощью сравне-



**Рис. 8**  
Перечень векторных слоев  
в интерфейсе Геопортала  
Тульской области

ния площади участков, поставленных на ГКУ, и площади участков с фактическими границами использования земель;

- участки с адресацией, сведения о которых имелись в созданной геокодированной адресной базе.

Земли сельскохозяйственного назначения формировались по границам и сведениям фактического землепользования (с учетом сведений в ЕГРН), распределялись по категориям — на пашни и нераспаханные земли, а далее разбивались на дополнительные подкатегории, что позволяло точно определить статус их использования:

- для ведения личного подсобного хозяйства;
- распаханнные;
- с луговой растительностью;
- с древесно-кустарниковой растительностью;
- с многолетними насаждениями;
- нецелевое использование.

Всего в процессе векторизации на территории Тульской области проанализировали и выявили 825 100 земельных участков в населенных пунктах, для которых были определены границы, в том числе 340 600 составили участки, поставленные на ГКУ, 36 100 — участки, поставленные на ГКУ без указания границ, и 448 400 — участки, не поставленные на ГКУ. Статистика использования земельных участков приведена в таблице.

#### ▼ Геопортал Тульской области

Для создания и поддержки удобного геопортала, а также визуализации всех полученных данных, необходимо было разработать эффективную сетевую инфраструктуру.

В результате было создано клиент-серверное web-приложение на основе языков программирования Java (JEE), JavaScript, HTML, CSS. Серверная часть организует публикацию по протоколам Open Geospatial Consortium (OGC), причем для обеспечения высокой нагрузки сайта используется дублирование серверов и размещение ресурсов геопортала на базе собственных серверов (в сете-

#### Статистика использования земельных участков на территории Тульской области

Категория участков	Количество участков	Общая площадь участков, км <sup>2</sup>
Незаконно используемые участки	60 500	31
Участки сельскохозяйственного назначения, используемые по назначению	20 100	7400
Участки сельскохозяйственного назначения, используемые не по назначению	23 300	4300

вом хранилище объемом около 0,5 Пбайта), а клиентская часть представляет пользовательский интерфейс для осуществления запросов и визуализации геопространственных данных.

Говоря о структуре геопортала, стоит отметить следующие компоненты с разным функционалом:

- СУБД Postgres/PostGIS — хранение геопространственных данных;

- Web-сервер nginx — передача содержимого web-страниц;

- сервер приложений Tomcat 8 — контейнер для JEE-компонентов, таких как GeoServer, TerrainServer, TlsModelServer, организующих публикации геоданных различных типов.

Основные решения реализованы на базе ГИС «Спутник Web». Работа геопортала оптимизирована таким образом, что трехмерные модели не требуют загрузки процессора пользователей, а формирование тайлов ортофотопланов происходит «на лету».

Релизная версия геопортала позволяет просматривать районы Тульской области в трехмерном пространстве, как по отдельности, так и в виде каталога моделей отдельных населенных пунктов (рис. 9), подключать все векторные слои и их атрибутивную информацию (рис. 10), работать с базой данных геопортала по протоколу WMS (например, добавлять недостающую информацию), использовать измерительные инструменты, изменять системы координат и др.

В ходе работы были получены все необходимые материалы, отвечающие требованиям точности: ЦММ, ЦМР и ортофотопланы, фотореалистичные 3D-модели населенных пунктов и памятников архитектуры. Эти материалы смогут найти применение при выполнении кадастровых работ, а также при оказа-

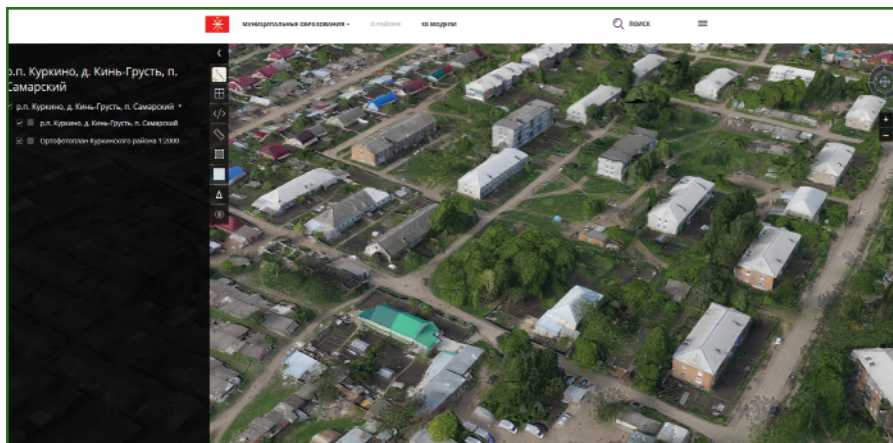


Рис. 9

Отображение трехмерной модели фрагмента населенного пункта на Геопортале Тульской области

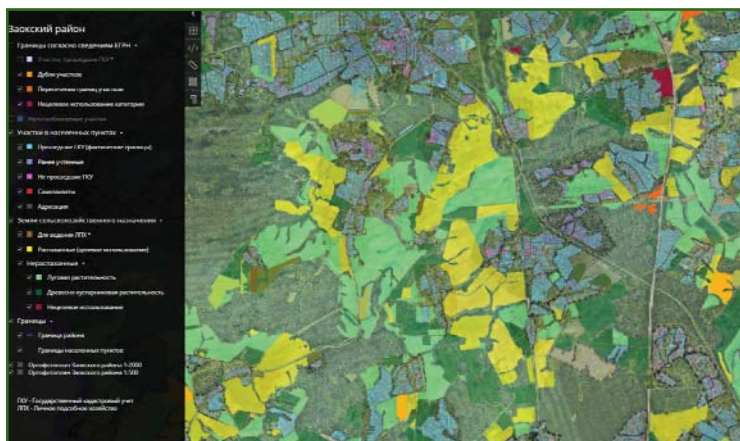


Рис. 10

Пример отображения векторного слоя территории на Геопортале Тульской области

нии туристических услуг, организации мониторинга, управления территориями и в других сферах. Созданный Геопортал Тульской области позволяет хранить и обновлять пространственную информацию и обеспечивает доступ к ресурсу органами местного самоуправления и кадастровым инженерам.

Благодаря проведенным работам, были выявлены нарушения земельного законодательства, реестровые и технические ошибки, осуществлено зонирование территорий и определен потенциальный экономический эффект от устранения нарушений. Так, потенциальные экономические эффекты от легализации незаконно используемых

территорий (самозахватов) составляют 3,4 млрд руб. однократных и 165 млн руб. ежегодных поступлений (по оценке НЭО Центра), а ежегодный сбор продукции с используемых не по назначению сельскохозяйственных земель мог бы составить 5 млрд руб.

В заключение можно сказать, что технологии ГК «Геоскан» на практике доказали высокую эффективность и экономическую рентабельность. Выполненный проект позволит дать толчок экономическому и социально-культурному развитию региона, а также способствовать развитию программы «Цифровая экономика Российской Федерации».