

# Промежуточные результаты реализации государственного контракта по созданию картографической основы государственного кадастра недвижимости

*М.В. Зимин<sup>1</sup>*

**Ключевые слова:** Росреестр, космические снимки, карты, геоинформационные и кадастровые услуги

**Key words:** Rosreestr, space images, maps, geoinformation and cadastral services

**И**ТЦ «СКАНЭКС» завершил основные работы по государственному контракту № 157Д «Создание картографической основы государственного кадастра недвижимости и пересчет содержащихся в государственном кадастре недвижимости...»

О реализации этого крупнейшего за историю современной России геопространственного инфраструктурного проекта уже довольно много сказано. Проект, действительно, беспрецедентный как по объему подготовленных данных, так и по ожидаемому результату — подготовлены космические снимки всей территории России полуметрового пространственного разрешения, произведены пересчет и оценка качества всей кадастровой информации, а также создана мультимасштабная топографическая карта, ее материалы опубликованы на «Публичной кадастровой карте», а также геопортале Росреестра. Цель выполненных работ — создание достоверной базы данных об объектах недвижимости.

Основные задачи: сокращение временных издержек при государственном кадастровом учете объектов недвижимости и предоставлении сведений из государственного кадастра недвижимости; создание защищенной, надежной и стабильной системы доступа к информационным ресурсам государственного кадастра недвижимости в усло-

виях развития государственных услуг на основе интернет- и интранет-технологий.

Ожидаемые результаты данного проекта — формирование цифровой картографической основы в целях создания государственного кадастра недвижимости, а именно:

- передача исходных материалов космической съемки и метаданных;
- ортотрансформированные цветные в естественных цветах космические снимки в проекции UTM на сфероиде WGS-84;
- ортофотопокрытия территорий кадастровых округов для каждой зоны местной системы координат в проекции Гаусса на сфероиде Красовского и в равноугольной цилиндрической проекции Меркатора на сфероиде WGS-84 для каждого кадастрового округа;
- мультимасштабная карта из цифровых топографических карт открытого пользования масштабов 1:1 000 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 и цифровых планов городов масштаба 1:10 000 для каждой зоны местной системы координат в проекции Гаусса на сфероиде Красовского и в равноугольной цилиндрической проекции Меркатора на сфероиде WGS-84;
- векторный слой единиц кадастрового деления в местных системах координат субъектов Российской Федерации

<sup>1</sup>К.г.н., руководитель отдела геодезии и картографии ИТЦ «СКАНЭКС», 119021, г. Москва, ул. Россолимо, д. 5/22, стр. 1, www.scanex.ru, e-mail: zimmin@scanex.ru

и в равноугольной цилиндрической проекции Меркатора на сфероиде WGS-84 для каждого кадастрового округа;

- сведения о местоположении границ земельных участков, частей земельных участков, контуров зданий, сооружений, объектов незавершенного строительства, границ единиц кадастрового деления территории Российской Федерации, границ муниципальных образований, населенных пунктов, территориальных зон и зон с особыми условиями использования территорий в местных системах координат, установленных в отношении кадастровых округов;
- протокол ошибок единиц кадастрового деления и границ объектов недвижимости.

Выполнены следующие виды работ:

- создание цветного покрытия космической съемкой всей территории Российской Федерации с пространственным разрешением 0.5 м на основе архивных данных за период 2009–2011 гг. и оперативной космической съемки 2012 г.;
- создание покрытия на основе цифровых ортофотопланов масштабов 1:2 000–1:25 000, не содержащих сведе-

ний, отнесенных к государственной тайне, созданных на основе аэрофотосъемки при выполнении государственных контрактов в 2006–2011 гг.;

- создание единой мультимасштабной карты из цифровых топографических карт открытого пользования масштабов 1:1 000 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 и цифровых планов городов масштаба 1:10 000 на основе цифровых топографических карт и планов городов открытого пользования федерального картографо-геодезического фонда;
- пересчет содержащихся в государственном кадастре недвижимости сведений в местные системы координат, а также создание протоколов ошибок кадастрового деления.

Требования технического задания были очень высоки и ориентированы на использование самых современных материалов космической съемки: данных со спутников GeoEye-1 и WorldView-2. Лишь эти данные на момент подписания контракта соответствовали требованиям технического задания:

- пространственное разрешение панхроматических каналов космических снимков 0.5 м;



Условные обозначения:

- |  |                                |  |                                |  |  |
|--|--------------------------------|--|--------------------------------|--|--|
|  | Границы кадастровых округов РФ |  | Космическая съемка WorldView-2 |  | Космическая съемка с наличием облачного и снежного покрова |
|  | Материалы аэрофотосъемки       |  | Космическая съемка GeoEye-1    |  |  |

Рис. 1. Алтайский край (кадастровый округ 22). Схема размещения космических снимков по материалам съемки за период 2009–2012 гг.

- пространственное разрешение многоспектральных каналов съемки 2.0 м в надире;
- точность позиционирования исходных снимков на земной поверхности CE90 — 6.5 м, согласно спецификации поставщиков;
- облачность на снимках не превышает 15% для межселенной территории и 5% — для населенных пунктов в пределах границ застройки;
- проведение космической съемки в бесснежный период;
- период реализации космической съемки — 2009–2012 гг.
- Компания «СКАНЭКС» выполняла работы по формированию покрытия территории России материалами космической съемки и созданию производных продуктов на ее основе. Все работы проводились на программно-аппаратном комплексе, созданном специалистами компании специально для реализации данного проекта. Для оценки производительности системы в целом стоит выделить следующие аспекты:
- суммарная площадь обработанных материалов космической съемки (с учетом перекрытий) составляет более 18 млн кв. км (площадь России — 17.1 млн кв. км), материалами космической съемки покрыта вся территория России (рис. 1, табл. 1);
- на основе исходных космических снимков созданы три производных продукта: ортотрансформированные цветные космические снимки с пространственным разрешением 0.5 м в проекции UTM; ортофотопокрытия территории кадастровых округов РФ в местной системе координат, а также в равноугольной цилиндрической проекции Меркатора для публикации в сетях в виде картографических сервисов;
- суммарный объем данных — около 250 терабайт.

### Обработка космических снимков

Обработка космических снимков была проведена в несколько этапов в полуавтоматическом режиме. Основные этапы обработки космических снимков были таковы.

#### Подготовительный этап.

На данном этапе выполнялась проверка целостности исходных данных. Система проверяла количество и целостность каждого поступающего продукта и его составляющих. Далее происходило объединение каналов красного, зеленого и голубого видимого диапазонов многозональной съемки в один трехканальный файл формата TIFF. После этого рассчитывалась гистограмма для каждого канала полученного трехканального растрового изображения во всех компонентах продукта. В итоге происходило слияние расчи-

Табл. 1. Объем и структура данных, поставленных в рамках госконтракта, в млн кв. км

	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.
GeoEye-1	3.6	4.9	3.4	1.8
WorldView-2	—	1.2	2.6	1.1

щенных гистограмм в единую гистограмму продукта, которая в дальнейшем была использована на этапе тональной балансировки и фотометрической коррекции.

#### Орторектификация с использованием ЦМР и повышение пространственного разрешения.

В систему загружался фрагмент ЦМР, пересекающийся с обрабатываемой компонентой, с приведением значений высот модели к эллипсоидальным относительно эллипсоида WGS-84. Далее последовательно выполнялась орторектификация панхроматического и мультиспектральных каналов с использованием коэффициентов рационального полинома третьей степени (RPC) и подготовленной ЦМР. Коррекция панхроматического и мультиспектральных каналов позволяла в автоматизированном режиме добиться точного геометрического соответствия двух наборов данных с целью обеспечения слияния панхроматического и мультиспектральных каналов. Результат обработки сохранялся в проекции UTM на эллипсоиде WGS-84 в формате GeoTIFF с глубиной цвета 16 бит.

#### Фотометрическая коррекция и тональная балансировка.

Для обеспечения единого тона у всех компонент продукта в качестве опорной информации использовалась гистограмма, построенная на подготовительном этапе. Результат обработки сохранялся в формате GeoTIFF с глубиной цвета 8 бит.

#### Создание ортофотопокрытий.

Ортофотопокрытия представляют собой совокупность обработанных данных космической съемки и цифровых ортофотопланов, созданных на основе аэрофотосъемки при выполнении государственных контрактов в 2006–2011 гг., агрегированных по территориям всех кадастровых округов РФ. Ортофотопокрытия территории каждого кадастрового округа созданы для каждой зоны местной системы координат (в проекции Гаусса на сфероиде Красовского), а также в равноугольной цилиндрической проекции Меркатора на сфероиде WGS-84. Далее ортофотопокрытия подготавливались для публикации



в сети Интранет/Интернет с использованием ГИС сервера ArcGIS (рис. 3).

### Контроль качества выходного продукта.

По каждой обработанной компоненте проводилась визуальная оценка качества полученного продукта. В случае сбоя в процессе обработки или фотометрической коррекции оператор инициирует повторную обработку с измененными параметрами (для выравнивания гистограмм, подбора цветового баланса).

### Создание мультимасштабных карт

Создание мультимасштабных карт для использования при ведении государственного кадастра недвижимости осуществлялось на основе использования цифровых топографических карт и планов городов открытого пользования федерального картографо-геодезического фонда, масштабного ряда 1:10 000–1:1 000 000. В результате проделанных работ было создано восемь наборов тайлов, оптимизированных для работы в составе цифровой картографической основы публичной кадастровой карты и геопортала Росреестра.

Состав работ:

- подбор и копирование материалов из ЦКГФ;

- подготовка классификаторов (4 шт.) в ГИС «Панорама» для каждого набора тайлов карт;
- формирование районов работ в ГИС «Панорама» в СК-95 в формате SXF;
- пересчет координат районов работ из СК-95 в равноугольную цилиндрическую проекцию Меркатора на сфероиде WGS-84 и МСК субъектов РФ;
- создание растров на районы работ в количестве 8 шт. для каждого (4 — в WGS 84, 4 — в МСК);
- загрузка растров в ArcGIS. Корректировка привязки растровых изображений. Создание проекта карты в ArcGIS. Настройка параметров отображения растровых изображений;
- создание полигонов для построения ортофотопокрытий;
- построение ортофотопокрытий (8 наборов тайлов).

Созданная мультимасштабная карта по составу, структуре и порядку ведения соответствует приказу Министерства экономического развития Российской Федерации № 467 от 24 декабря 2008 г. «Об утверждении требований к составу, структуре, порядку ведения и использования единой электронной картографической основы федерального, регионального и муниципального назначения».

В рамках выполнения данной части работ были использованы самые последние материалы ЦКГФ, всего масштабного ряда, включая 280 цифровых планов городов РФ в масштабе 1:10 000.

Отдельно стоит выделить аналитическую часть проекта, которая выполнена на основе использования ГИС-технологий, в том числе и веб-ГИС. Здесь прежде всего стоит говорить о двух составляющих — это ведение работ по учету и инвентаризации пространственных материалов (космическая съемка, аэрофотосъемка, мультимасштабные карты, кадастровая информация) и их анализ, а также работы по созданию протоколов ошибок кадастрового деления.

Инвентаризация и анализ пространственной информации были направлены на получение объективной информации о ходе выполнения различных этапов проекта и оптимизации выполнения ее отдельных частей. Создание каталогов данных, реализация оперативной съемки и пространственный анализ материалов космической съемки позволили зна-



Рис. 3. Пример совместного отображения материалов космической и аэрофотосъемки с материалами кадастрового деления. Ростовская обл.

чительно сократить временные издержки, а соответственно, и затраты на реализацию проекта.

### Анализ сведений о границах единиц кадастрового деления

Анализ сведений о границах единиц кадастрового деления, объектов недвижимости, территориальных зон, зон с особыми условиями использования территорий, муниципальных образований и населенных пунктов для всех кадастровых округов и определение сведений, требующих пересчета координат, проводились по всем субъектам РФ на основе переданной заказчиком информации. Работы проводились на основе использования метаданных из состава векторных данных, переданных заказчиком. В результате проведенных работ были составлены сводные таблицы, на основе которых в дальнейшем осуществлялся поиск и подбор недостающей информации.

Пересчет координат поворотных точек границ единиц кадастрового деления, поворотных точек границ объектов недвижимости, территориальных зон, зон с особыми условиями использования территорий, муниципальных образований и населенных пунктов из условных систем координат в местные системы координат проводился по всем субъектам РФ на основе переданной заказчиком информации, а также с использованием данных из открытых источников

Выявление ошибок в сведениях о границах единиц кадастрового деления: ошибки в кадастровых номерах, ошибки топологии, наличие территорий, не покрытых кадастровым делением, выход за государственную границу Российской Федерации и границы объектов недвижимости, — проводилось в рамках границ субъектов кадастрового деления РФ в виде отдельных отчетов. Отчеты по результатам проведения анализа сведений о границах единиц кадастрового деления, объектов недвижимости, территориальных зон, зон с особыми условиями использования территорий, муниципальных образований и населенных пунктов субъекта РФ включают в себя следующие разделы:

- Пояснительная записка.
- Приложение 1. Положение субъекта относительно других регионов на космоснимке.
- Приложение 2. Схема расположения кадастровых районов в кадастровом округе.
- Приложение 3. Схема расположения единиц кадастрового деления, представленная на основе исходных данных по региону.
- Приложение 4. Анализ исходных данных.
- Приложение 5. Результаты анализа кадастрового деления и кадастровых сведений.



Условные обозначения:

- |  |  |
|--|--|
|  Граница округа     |  Граница кварталов          |
|  Граница районов    |  Граница земельных участков |
|  Центры пересечений |  |

Рис. 4. Пример анализа топологии. Республика Ингушетия. Пересечение границ земельных участков и кадастровых кварталов

- Приложение 6. «Дыры» и пересечения между кадастровым округом и кадастровыми районами.
- Приложение 7. «Дыры» и пересечения между кадастровыми районами.
- Приложение 8. «Дыры» и пересечения между кадастровыми районами и кадастровыми кварталами.
- Приложение 9. «Дыры» и пересечения между кадастровыми кварталами.
- Приложение 10. «Дыры» и пересечения между кадастровыми кварталами и земельными участками (рис. 4).
- Приложение 11. Пересечения земельных участков в диапазоне погрешности наложения 0–0,1 м.

- Приложение 12. Пересечения земельных участков в диапазоне погрешности наложения 0.1–1 м.
- Приложение 13. Пересечения земельных участков в диапазоне погрешности наложения более 1 м.
- Приложение 14. Пересечения земельных участков и частей земельных участков.
- Приложение 15. Пересечения частей земельных участков.
- Приложение 16. Протокол ошибок единиц кадастрового деления и ошибок сведений о границах объектов недвижимости.

Таким образом, по каждому субъекту РФ была дана исчерпывающая информация о наличии, правильности оформления, топологической и семантической корректности данных ГКН (рис. 1).

Стоит отметить, что проект выполнен в сроки, составляющие менее десяти месяцев, — это стало возможным благодаря использованию оригинальных методических решений, реализованных на современных вычислительных и программных средствах.

Программное обеспечение ScanEx Image Processor® 3.6 позволило полностью автоматизировать процесс обработки материалов дистанционного зондирования, работа оператора использовалась лишь на этапе визуальной оценки качества исходного продукта. Статистика работы операторов по оценке качества говорит о том, что в 99% случаев созданный алгоритм работает отлично, сбои появляются только на изображениях с высокой степенью спектральной однородности, с незначительными по площади спектральными выбросами (льдина на фоне моря; постоянно покрытые снегом территории с минимальными площадями открытых горных пород). В подобных случаях оператор вводил специальные поправочные коэффициенты, позволившие добиться необходимого результата.

В целом в рамках проекта выполнены следующие виды работ:

- создание цветного покрытия космической съемкой с пространственным разрешением 0.5 метров на основе архивных данных за период 2009–2011 гг. и оперативной космической съемки 2012 г.;
- создание покрытия на основе цифровых ортофотопланов масштабов 1:2 000–1:25 000, не содержащих сведений, отнесенных к государственной тайне, созданных на основе аэрофотосъемки при выполнении государственных контрактов в 2006–2011 гг.;
- создание единой мультимасштабной карты из цифровых топографических карт открытого пользования масштабов 1:1 000 000, 1:100 000, 1:50 000, 1:25 000 и цифровых планов городов масштаба 1:10 000 на основе цифровых топографических карт и планов горо-

## 1. Получение исходных данных

## 2. Конвертация данных с помощью ArcGIS

## 3. Анализ полученных данных:

определение видов единиц кадастрового деления и их количества, проверка геометрии, приведение кадастрового номера к единому виду, выявление несоответствий данных требованиям ГЗК

## 4. Топологическая проверка объектов кадастрового деления, удовлетворяющих требованиям ГЗК

## 5. Топологическая проверка объектов кадастрового деления, удовлетворяющих требованиям ГЗК

Кадастровые кварталы:

Самопересечение границ кварталов, пересечение границ районов с границами кварталов, определение «дыр» между границами смежных кварталов

## 6. Топологическая проверка кадастровых сведений, удовлетворяющих требованиям ГЗК

Земельные участки:

Пересечение границ ЗУ с границами кварталов, самопересечение границ ЗУ на диапазоны погрешностей: 0 м–0.1 м; 0.1 м–1 м; более 1 м, выделение ЗУ, попавших в места несовпадений границ кадастровых округов и кадастровых кварталов

## 7. Определение координат центров пересечений и «дыр» по результатам топологической проверки объектов кадастрового деления и кадастровых сведений

## 8. Заполнение отчетных таблиц

Рис. 3. Пример методики по оценке ошибок кадастрового деления

дов открытого пользования федерального картографо-геодезического фонда;

- пересчет содержащихся в государственном кадастре недвижимости сведений в местные системы координат, а также создание протоколов ошибок кадастрового деления.

## Лицензионные соглашения

Представления о правовом статусе полученных данных заметно отличались у геоинформационного сообщества и Росреестра. Тем не менее Росреестр обладает четко определенными правами на данные, получаемые в рамках реализации данного контракта. Вот некоторые особенно важные выдержки из лицензионных соглашений операторов спутников WorldView-2 и GeoEye-1:

- Росреестр получает неисключительную, свободную от уплаты роялти лицензию на материалы космической съемки, полученные с КА WorldView-2 и GeoEye-1, с возможностью создавать неограниченное количество печатных и электронных копий исходных материалов космической съемки исключительно для внутреннего использования их Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии, ее территориальными органами и подведомственными предприятиями и организациями.
- Переводить исходные материалы космической съемки для их дальнейшего применения Федеральной службой государственной регистрации, кадастра и картографии, ее территориальными органами и подведомственными предприятиями и организациями в иные форматы или на иные носители из форматов и носителей, в которых (на которых) они были первоначально предоставлены.
- Размещать на интернет-портале Росреестра цифровые ортофотопокрывтия и предоставлять конечным пользователям интернет-портала Росреестра права доступа и просмотра цифровых ортофотопокрывтий в формате JPEG, входящих в состав цифровых ортофотопокрывтий (на рабочих столах ПК и мобильных телефонных устройствах конечных пользователей) и др.

Понимая неизбежность лицензионных ограничений, а также потребности и ожидания геоинформационного сообщества, ИТЦ «СКАНЭКС» на льготных условиях предлагает получить доступ на обработку исходных данных, а также легитимный API доступ к обработанным снимкам на условиях оплаты лишь десятой части коммерческой стоимости данных.

Для коммерческих пользователей работа с этими данными представляет особый интерес, так как уже более 9 млн кв. км территории России покрыты высокодетальными

снимками GeoEye-1, которые могут предоставляться заказчикам в виде интернет-сервисов. Облачность изображений не превышает 15%. Данное спутниковое покрытие начало формироваться в 2009 г. и будет пополняться в течение всего гарантийного периода проекта, до 2016 г.

Доступ к данным GeoEye-1, IKONOS, SPOT 5 пользователи могут получить с помощью сервиса «Экспресс.Космоснимки» (каталог покрытий: <http://express.kosmosnimki.ru/>). Сервис начал работать в феврале 2012 г. и на сегодняшний день обеспечивает легитимный доступ к спутниковым данным с возможностью дальнейшего коммерческого использования производных продуктов, не содержащих пиксельной структуры исходных снимков. Также возможно получение материалов в виде WMS сервисов в произвольных проекциях, в том числе и МСК.

## Что дальше?

Прежде всего стоит отметить, что проект на этом не закончен. Оперативная съемка будет продолжена для реализации гарантийных обязательств по контракту (замена «снежных» и облачных данных на данные, соответствующие условиям ТЗ). И уже сейчас ведется совместная работа (с Росреестром) по выявлению данных, подлежащих замене.

Также стоит отметить, что у поставляемых данных довольно высокий потенциал по обеспечению геометрической точности вплоть до требований масштаба 1:2 000. В связи с этим ИТЦ «СКАНЭКС» предложена методика по улучшению этих данных.

Особое внимание в дальнейшем будет уделено формированию интеллектуальной системы мониторинга земель, базирующейся на созданной в рамках реализации контракта географической основы ведения кадастра.

---

## Interim results of state contract execution on creation of base map of the real property state cadastre. By M. Zimin

*It took a long time of diligent work to prepare space images of the entire territory of the Russian Federation at half-meter resolution, to recalculate and to assess the quality of all the cadastral data. A multi-scale topographic map was also drawn and its materials published at "Public Cadastre Map" and the Rosreestr geoportals. The goal of this project is to create a reliable database about real estate units.*