ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КБ «ПАНОРАМА» ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЕДИНОГО ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА РЕГИОНА

А.Г. Демиденко (КБ «Панорама»)

В 1989 г. окончил факультет прикладной математики Харьковского ВВКИУРВ им. Н.И. Крылова по специальности «радиоинженер». После окончания училища служил в рядах Вооруженных Сил СССР и РФ. С 2006 г. работает в АО КБ «Панорама», в настоящее время — заместитель генерального директора по научной работе. Кандидат технических наук.

А.А. Королёв (МИИГАиК)

В 2005 г. окончил технологический факультет Московского государственного института стали и сплавов по специальности «прикладная информатика (в экономике)». После окончания университета служил в рядах Вооруженных сил РФ. В настоящее время — доцент кафедры геоинформационных систем и технологий Московского государственного университета геодезии и картографии (МИИГАиК). Кандидат технических наук.

А.С. Кириченко (КБ «Панорама»)

В 2015 г. окончил бакалавриат МИИГАиК по направлению «прикладная информатика в геодезии», в 2017 г. — магистратуру по направлению «информационные системы и технологии». С 2014 г. работает в АО КБ «Панорама», в настоящее время — руководитель проектов.

Основными особенностями единого геоинформационного пространства региона является глобальный характер информационной среды и возможность быстрого подключения к ней пользователей различных уровней регионального и муниципального управления (от губернатора до специалиста органа местного самоуправления). Объединение всех рабочих мест участников межведомственного взаимодействия позволяет руководству оперативно получать создаваемую на местах информацию и принимать обоснованные решения.

Одним из условий успешного взаимодействия информационно-управляющих компонентов информационного пространства друг с другом является использование единого геоинформационного пространства. В отличие от классического картографического обеспечения, при котором пользователям передаются созданные в соответствии с установленным порядком карты и модели данных, единое геоинформационное пространство реализует информационно-коммуникационную среду для доступа к фондовым хранилищам и базам пространственных данных.

Региональная ГИС — единый геопространственный ресурс

При решении расчетных и аналитических задач нужны специальные сведения о местности, представленные объектно-ориентированными данными об объектах инфраструктуры, транспорта, инженерной обеспеченности, метеоданных и иных, необходимых для принятия управляющих решений сведений. Для реализации единого геоинформационного пространства необходимо перейти к новым принципам предоставления геопространственной информации на основе сетевых информационных ресурсов, с использованием геосервисов и геопорталов.

Геосервис — web-сервис, предоставляющий возможность выполнять операции на пространственных данных, содержащихся в наборах пространственных данных, или на связанных с ними метаданных [1, ст. 3.7].

Геопортал — информационная система, выполняющая роль единого пункта доступа к сервисам инфраструктуры простран-

ственных данных, интерфейс которой с использованием сети Интернет обеспечивает доступ пользователей к информации для поиска пространственных данных и геосервисов по их метаданным, а также выполнения других функций в соответствии с его назначением и целевой аудиторией [1, ст. 3.3].

Геоинформационные системы, широко применяемые на уровне региональных и муниципальных органов управления, не обладают в полной мере характеристиками, соответствующими современным требованиям по объемам обрабатываемых данных, надежности и универсальности. Их существенным недостатком является то, что они работают исключительно с собственными форматами данных, а обмен осуществляют за счет импорта и экспорта геопространственной информации. Такая реализация снижает скорость анализа пространственных данных, а отсутствие единых правил идентификации пространственных объектов приводит к потере связей между ними.

Построение единого геоинформационного пространства устранит существующие проблемы за счет создания интероперабельного программного обеспечения, и формирования сетевых информационных ресурсов, реализующих точки доступа к данным в защищенной сети субъекта РФ.

Интероперабельность — способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [2, введение].

Конструкторским бюро «Панорама» [3] разработан комплекс программ для создания региональной ГИС, обеспечивающий построение и ведение банка пространственных данных, публикацию цифровой картографической информации, данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), тематической информации из баз данных, организацию удаленного взаимодействия с автоматизированными системами территориального планирования и управления градостроительной деятельностью, выполнения всего цикла работ по ведению кадастра земли и недвижимости, создания отраслевой аграрной ГИС и других задач, используя пространственные данные из различных источников информации. Созданные средства разработки ГИС-приложений базируются на интерфейсе доступа к ГИС-ядру «Панорама». ГИС-инструментарий делает программное обеспечение открытым для встраивания функций, необходимых пользователю, и тем самым его адаптации под собственные нужды (рис. 1).

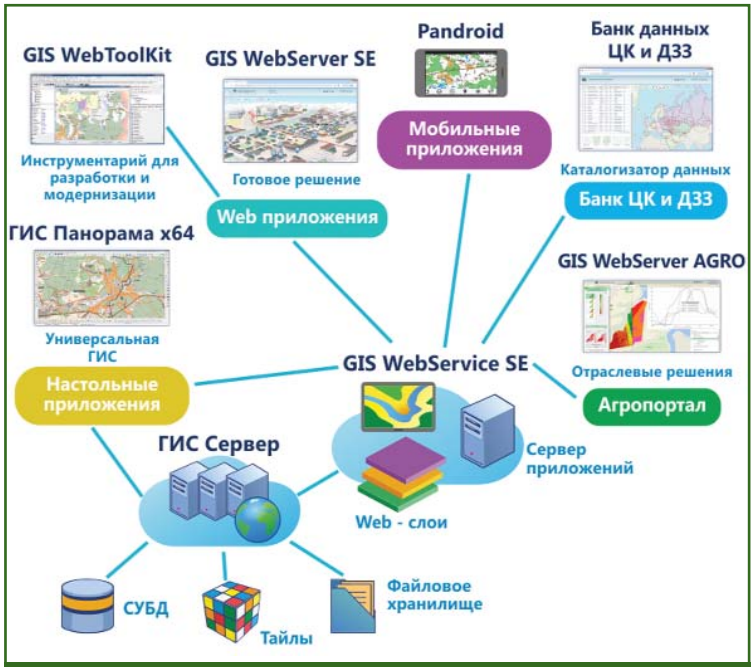

Рис. 1
Структура региональной ГИС

Программные технологии «Панорама» предназначены для решения широкого спектра задач, основанных на клиент-серверных, облачных, Интернет и мобильных технологиях. Серверное программное обеспечение может использоваться в базах и банках данных для организации коллективного доступа к информации и публикации пространственных данных с учетом уровней управления. Клиентское программное обеспечение предназначено для оснащения стационарных рабочих мест в органах власти.

Отличительной особенностью систем, разработанных на базе технологии «Панорама», является поддержка обширного диапазона геопространственной информации: спутниковых изображений, двумерных и трехмерных растровых и векторных карт, данных радарной, инфракрасной и лазерной съемки, фотопанорам, потокового видео, сведений из объектно-ориентированных баз данных. Применение геоинформационного инструментария позволяет создавать в регионах автоматизированные системы управления, быстро и качественно встраивать средства отображения и анализа

пространственных данных в свои решения.

Для решения задач формирования сетевых информационных ресурсов единого геоинформационного пространства в составе программного обеспечения КБ «Панорама» реализованы программные технологии, обеспечивающие создание различных видов пространственных данных.

Мультимасштабная электронная топографическая карта

Мультимасштабная электронная топографическая карта (рис. 2) является важнейшим информационным ресурсом, реализующим функции картографической основы в едином геоинформационном пространстве.

В технологиях «Панорама» для создания и поддержания в актуальном состоянии мультимасштабной электронной топографической карты используются традиционные топографические карты. Применение принципов мультимасштабного картографирования обеспечивает интеграцию нескольких иерархических уровней данных в единую модель, предназначенную для динамического создания изображений карты на разных масштабах отображения с применением методов обобщения, отбора и упрощения. Созданная мультимасштабная карта публикуется по стандартным протоколам WMS, WMTS и WFS, а также может быть сохранена в виде однофайловой базы данных для автономного использования.

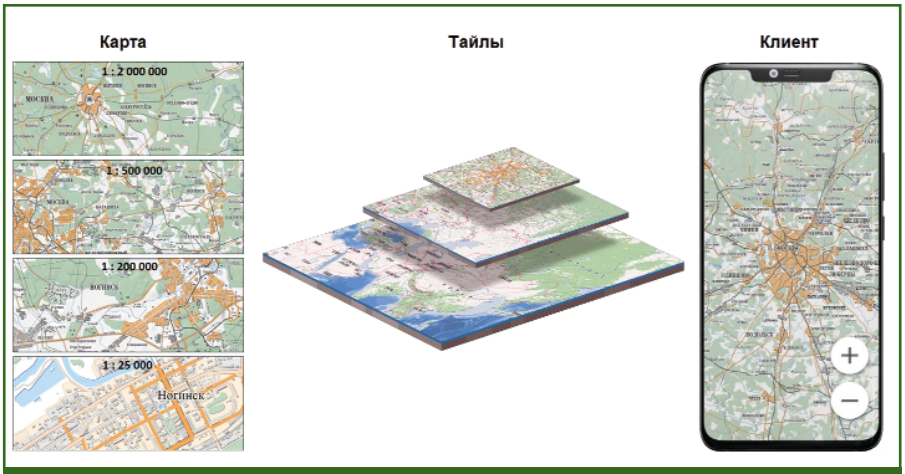

Рис. 2
Мультимасштабная электронная топографическая карта

Для автоматизации процессов создания топографических карт, служащих в качестве исходных данных при формировании мультимасштабной карты, разработана технология автоматизированной генерализации топографических карт. Технология обеспечивает целенаправленный отбор объектов и атрибутов на картах базового масштаба, упрощение метрики объектов и изменение условных обозначений на соответствующие производному мас-

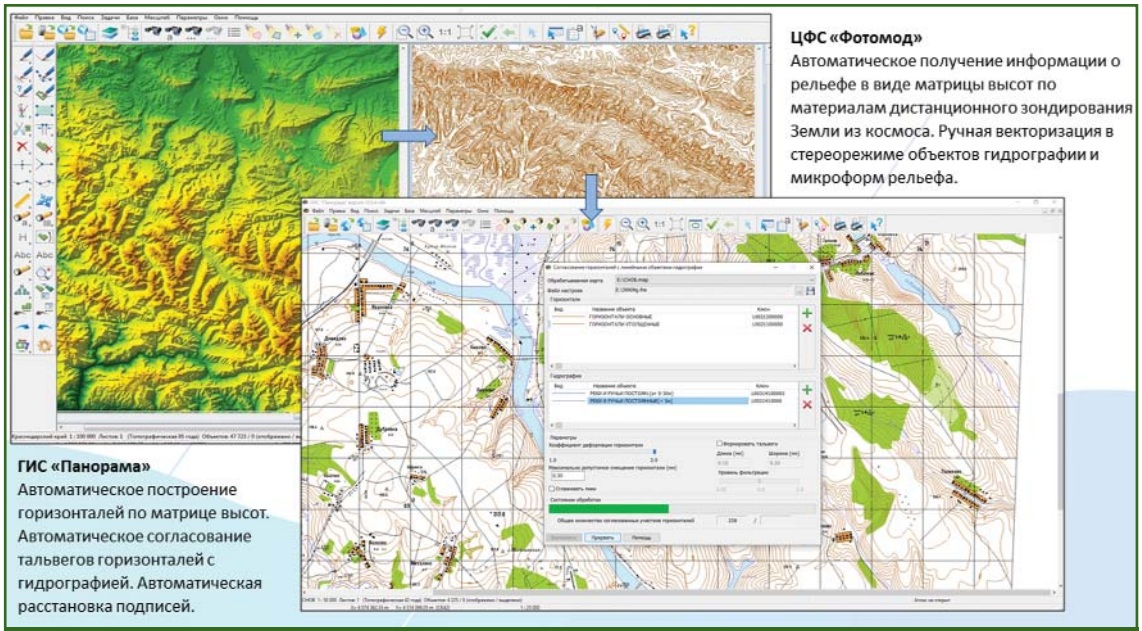

Рис. 3
Технологии создания информации о рельефе местности

штабу. Например, карты масштаба 1:100 000 формируются автоматически из карт базового масштаба 1:50 000. Технология обеспечивает последовательное выполнение нескольких технологических этапов в автоматическом режиме, с учетом кодов объектов и цензовых значений допусков.

В автоматизированных системах управления пространственные данные должны быть представлены в трехмерном виде. При этом информация о рельефе создается в виде регулярной матрицы высот и в виде горизонталей (рис. 3).

Классическая технология получения информации о рельефе по материалам дистанционного зондирования Земли включает создание матрицы по стереопаре и ее обработку с целью получения горизонталей. Технология совместного применения цифровой фотограмметрической системы PHOTOMOD и инструментальной геоинформационной системы «Панорама» позволяет автоматизировать технологические процессы и существенно сокращает время на получение цифровой информации о рельефе.

Мультимасштабная электронная топографическая карта, создаваемая заблаговременно, ограничена детальностью топографических карт масштаба 1:50 000. Для решения оперативных управленческих задач регионального и муниципального управления необходима более детальная информация. Получение такой информации ограничено локальной территорией и может осуществляться в результате оперативной съемки местности при помощи аэрофотосъемочных систем, устанавливаемых на борту пилотируемых или беспилотных летательных аппаратов. Сквозная технология обработки данных (рис. 4), поступающих с беспилотных летательных аппаратов, включает аэросъемку местности, фотограмметрическую обработку с получением матрицы высот рельефа и цифрового ортофотоплана, загрузку и векторизацию ортофотоплана в среде инструментальной ГИС «Панорама» [4]. Аэросъемке предшествует геодезическая подготовка планово-высотной основы территории (координирование опознаков) с привязкой к базовой станции ГНСС.

Контроль деятельности по сбору, обработке и доведению пространственных данных до пользователей в Российской Федерации осуществляет Росреестр. Последние опытно-конструкторские работы по данному направлению нацелены на применение геосервисов и облачных технологий с целью создания единой точки доступа к цифровой информации о местности, размещенной в федеральном фонде пространственных данных.

В КБ «Панорама» разработана облачная технология хранения пространственных данных (рис. 5), обеспечивающая раз-

Рис. 4
Технологии оперативного создания карт по данным с беспилотных летательных аппаратов

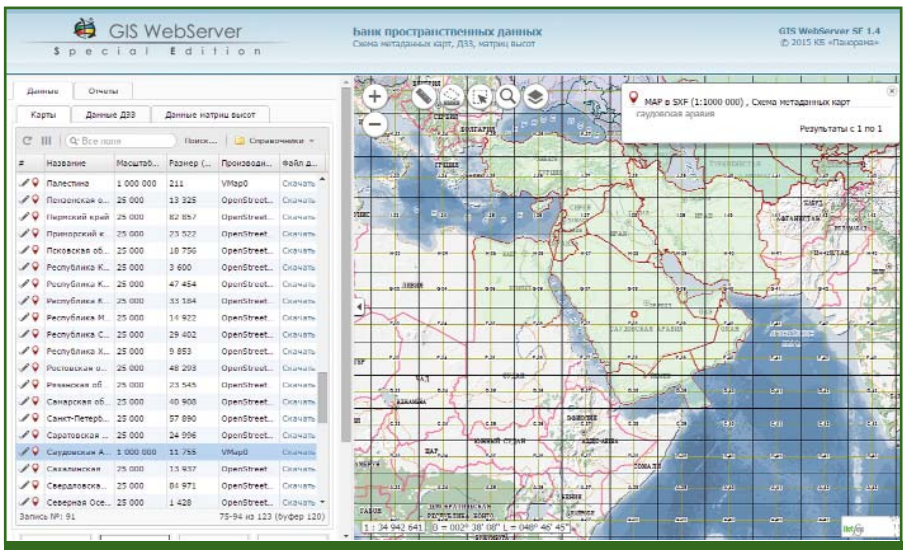

Рис. 5
Облачный банк пространственных данных

мещение, хранение, поиск и выдачу обширного диапазона информации в оригинальных форматах данных: спутниковые изображения, цифровые ортофотопланы, матрицы высот рельефа, цифровые карты, трехмерные модели местности, фотопанорамы, данные радарной, инфракрасной и лидарной съемки, а также геопривязанное потоковое видео.

При загрузке в хранилище информация проходит входной контроль и контроль качества в автоматическом режиме. Наборы данных, не прошедшие контроль, бракуются и в облако не загружаются. Пользователям предоставляются средства наглядного поиска информации и ее выдачи в виде наборов, в оригинальных форматах данных, или в виде геопокрытий — наборов данных, преобразованных к единой проекции и системе координат. Геопокрытия, созданные по векторным данным, матрицам высот рельефа и растровым изображениям местности, могут компоноваться в проекты для совместного использования. Геопокрытия актуализируются в автоматизированном режиме, поскольку связаны с наборами исходных данных. Так, при обновлении топографической карты, обновляется геопокрытие.

Рис. 6
Трехмерная модель местности

Трехмерная модель местности

Мультимасштабная электронная топографическая карта, представленная векторными данными, матрицами высот рельефа и растровыми изображениям местности, может отображаться в виде трехмерной модели местности (рис. 6).

Для построения трехмерной модели используется рельеф местности, изображения геопокрытий и пространственные объекты на цифровой карте или в объектно-ориентированной базе данных. При помощи библиотеки трехмерных знаков и технологии динамической 3D визуализации двумерные объекты «на лету» превращаются в наглядные типовые трехмерные модели. В общее изображение трехмерной модели могут встраиваться трехмерные модели отдельных пространственных объектов. Например, типовые здания городской застройки создаются динамически, по двумерной карте, а для зданий, имеющих архитектурное и историческое значение, используются индивидуальные трехмерные модели. Для ускорения трехмерной визуализации в облачном хранилище предусмотрено создание и ведение трехмерных моделей местности, упорядоченных по уровням визуализации — база данных трехмерных тайлов.

Для встраивания трехмерных моделей в автоматизированные системы управления предназначены соответствующие компоненты, которые получают данные из облачного хранилища. Компоненты 3D визуализации реализованы для настольных и web-приложений. При необходимости фрагменты базы трехмерных моделей могут использоваться в автономном режиме.

Геоинформационная платформа «Панорама» поддерживает многомерную систему координатного описания объектов. Кроме координат X, Y, H могут применяться дополнительные координаты, представленные целыми (F) или дробными (M) числами. Координаты точек метрики можно отображать и редактировать в прямоугольной и геодезической системе координат с помощью различных единиц измерения и точности хранения координат. При описании метрики объекта используется различная локализация объектов, включая многоконтурное описание границ в виде мультиполигонов.

Возможности представления метрики объектов применяются для поддержки рендеринга объектно-ориентированных баз данных (рис. 7) в виде изображения карты. ГИС «Панорама» обеспечивает подключение к реляционной СУБД, получение метрики и атрибутов объектов по установленным XSD-схемам пространственных данных, установление типа условного знака и отображение информации в виде слоя в окне карты. Описание параметров слоя хранится в файле формата DBM.

Технология поддерживает полнофункциональный анализ и редактирование пространственных данных из СУБД PostgreSQL с расширением PostGIS, Microsoft SQL Server с

расширением geometry, Oracle с расширением Oracle Spatial и ArcSDE. Для коллективной работы с объектно-ориентированными базами данных слои, описываемые файлами DBM, размещаются на ГИС «Сервер». Клиентские программы поддерживают не только отображение содержимого объектно-ориентированных баз данных, но и прямое редактирование таблиц СУБД в соответствии с правами доступа, определенными на ГИС «Сервер».

Web-редактор карты (рис. 8) является универсальным средством редактирования пространственных данных и функционирует в составе GIS WebServer SE или иного web-приложения, созданного с использованием инструментария GIS WebToolKit SE.

Web-редактор содержит интуитивно понятный интерфейс, схожий с редактором в ГИС «Панорама». При этом в web-редакторе значительно сокращено количество экранных кнопок, а действия по нанесению и редактированию объектов существенно автоматизированы. В панели редактирования оставлены лишь базовые инструменты, а остальные, включая вспомогательные, активируются автоматически, при выполнении тех или иных операций по созданию или изменению метрики объектов. Для упрощения процессов создания и редактирования пространственных объектов разработан ряд новых подходов и алгоритмов действий оператора. Для нанесения объекта достаточно выбрать изображение условного знака в легенде. Наиболее часто используемые знаки группируются в панели быстрого доступа (аналог макетов в ГИС «Панорама»).

Предусмотрено создание пространственных объектов с настраиваемым внешним видом условного знака в соответствии со стандартом Style Layer Descriptor (SLD), предназначенным для описания символики пространственных данных. Формирование условного знака выполняется пользователем путем комбинации доступных графических примитивов (тип точечного знака, цвет, толщина и тип линии, цвет и вариант заливки полигона и пр.).

В процессе нанесения координат пространственного объекта автоматически захватываются метрики существующих объектов, причем только тех, выбор которых настроен администратором геосервиса на сервере источника данных. Во время редактирования объекта автоматически подсвечиваются существующие и виртуальные точки метрики. Наличие виртуальных точек позволяет быстро отредактировать любой участок метрики без дополнительных манипуляций по выбору вспомогательных режимов нанесения информации.

Web-редактор является кроссплатформенным и функционирует в ОС Astra Linux SE, Заря, CentOS, Red Hat, Debian, Fedora, QNX, MS Windows и других. Совместим с различными средствами обеспечения безопасности (средства авторизации, шифрования данных, антивирусы, брандмауэры и другие). Поддерживает процессоры

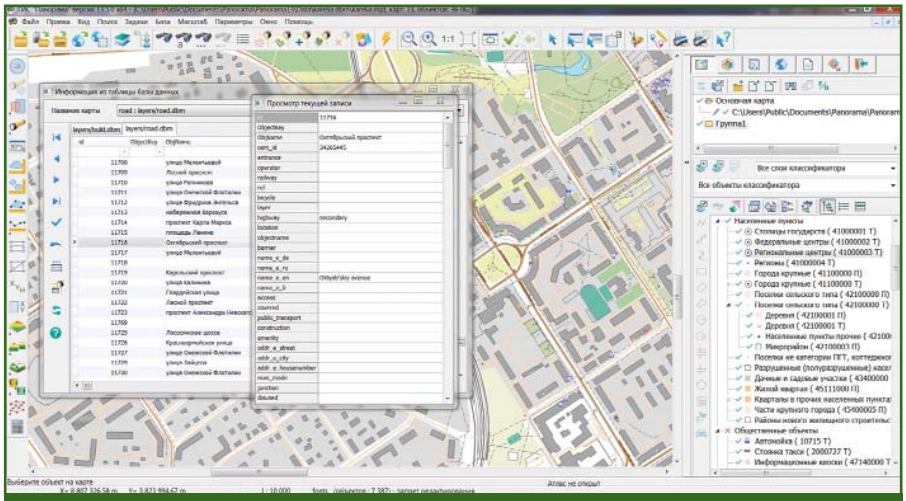

Рис. 7
Подключение объектно-ориентированных баз данных

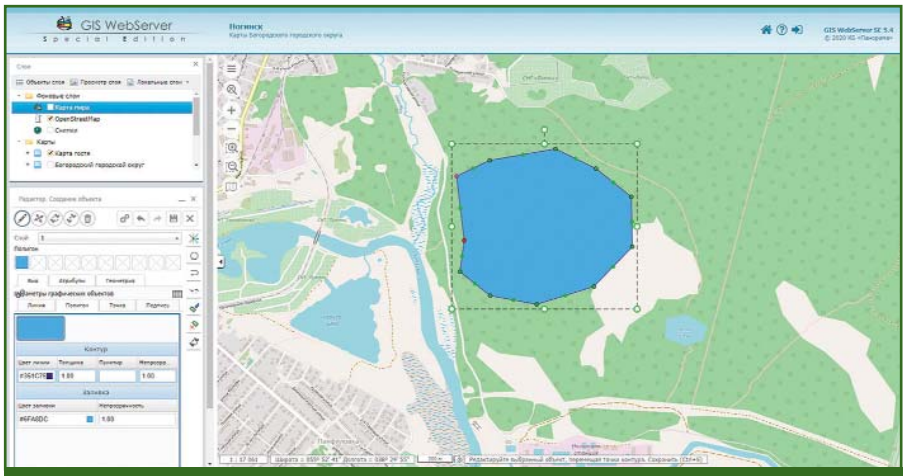

Рис. 8
Web-редактор геопространственной информации

Intel, AMD, SPARC, MIPS, ARM, Эльбрус и другие.

Инструментарий разработчика ГИС-приложений

Инструменты разработчика и API геосервисов предоставляют широкие возможности для визуализации электронной карты и решения расчетных и аналитических задач (рис. 9).

Применение геосервисов позволяет передавать информацию по унифицированным протоколам (WMS, WMTS, WFS, WCS) и REST-запросам. Слои пространственных данных, опубликованные на сетевых информационных ресурсах в виде геосервисов, могут встраиваться в любое ГИС-приложение (настольное, web или мобильное).

Применение средств геопривязки при фотографировании местности позволяет отображать панорамные изображения совместно с двумерной или трехмерной картой в среде ГИС. С помощью такого геосервиса можно осуществить виртуальный осмотр территории города и его окрестностей, ознакомиться с состоянием дорог и дорожных знаков. В GIS WebServer SE встроена поддержка сервисов для анализа панорамных изображений и потокового видео.

Для анализа непрерывно измеряемых данных (например, при помощи автоматических датчиков в распределенной измерительной сети) используется технология построения и анализа временных рядов — наборов пространственных данных, созданных на различные моменты времени. Данные, измеренные в различных точках в один и тот же момент времени, используются для построения регулярных моделей — матриц. Средства ретроспективного анализа позволяют просматривать значения характеристики в любой точке карты в виде графиков и мультипликации рядов матриц по шкале времени.

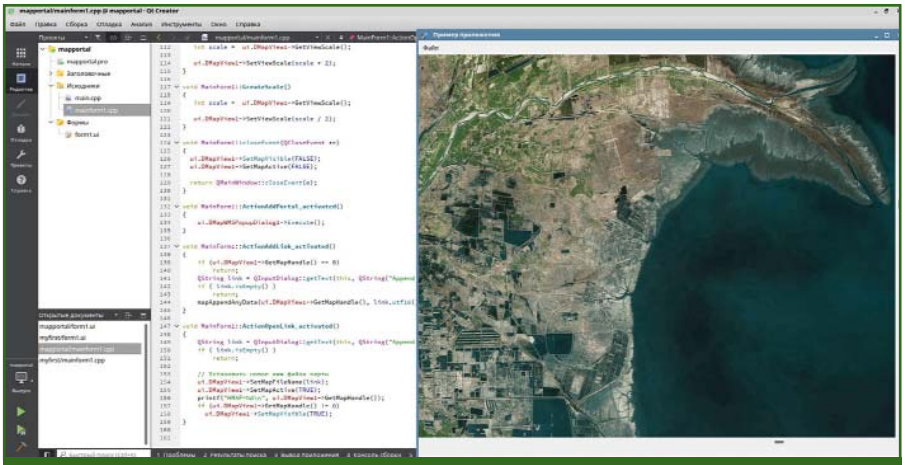

Рис. 9
Программный инструментарий разработчика приложений

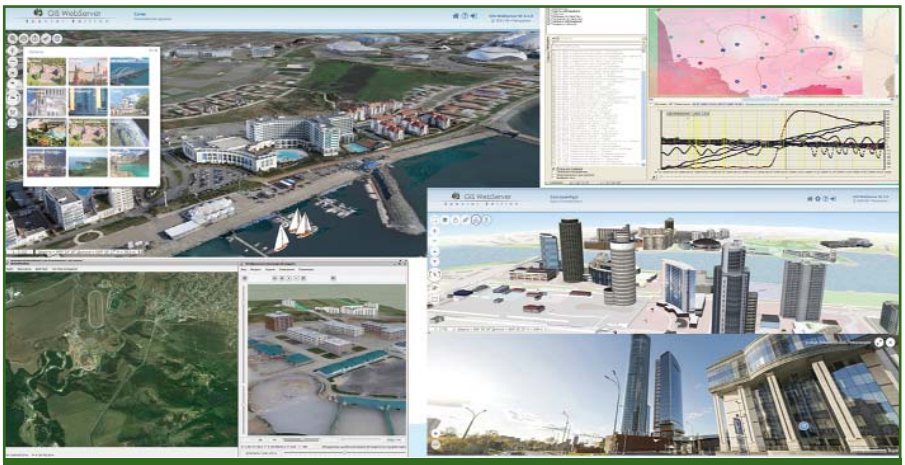

Рис. 10
Использование API геосервисов при создании ГИС-приложений

В программное обеспечение КБ «Панорама» встроены средства получения данных от различных геосервисов как собственных, так и внешних. Эта возможность позволяет создать интероперабельное ГИС-приложение (рис. 10), которое отображает электронную карту, комбинируя гибрид слоев пространственных данных, получаемых из различных сетевых информационных ресурсов.

Формирование контента на сетевом информационном ресурсе и подержание его в актуальном состоянии выполняется силами оператора этого ресурса. Анализ сетевых информационных ресурсов пространственных данных в России показал, что практически все ведомства ориентируются на развертывание web-сервисов пространственных данных. Однако содержание контента многих государственных и частных ресурсов не обладает достаточной актуальностью и полнотой, особенно в необжитых и малодоступных районах. Основным сдерживающим фактором развития сетевых информационных ресурсов является необходимость обработки значительных объемов накопленных фондовых материалов.

Многие данные хранятся в фондах в аналоговом виде или в виде растровых изображений.

Для отраслевых пространственных объектов отсутствует координатное и атрибутивное описание. Загрузка фондовых материалов в объектно-ориентированные базы данных сопряжена с преобразованием данных к единой системе классификации и кодирования.

Подводя итоги, отметим, что специалистами КБ «Панорама» [3]:

1. Создана технология формирования и ведения web-портала «Геопортал Регион», позволяющая на основе централизованного фонда геопространственной информации и ГИС-приложений осуществлять взаимодействие региональных органов государственной исполнительной власти на различных уровнях управления, например, от губернатора до специалиста органа местного самоуправления.

2. Разработаны системы и комплексы:

— территориального планирования и проектирования;

— управления градостроительной деятельностью, включая модуль «АРМ градостроителя»;

— «АРМ кадастрового инженера» — программный комплекс для выполнения всего цикла кадастровых работ;

— ГИС «Панорама АГРО» — базовое средство для создания отраслевой аграрной ГИС.

3. Разработаны технологии:

— построения инфраструктуры пространственных данных;

— создания и обновления цифровых топографических карт и цифровых топографических планов, предназначенных для наполнения инфраструктуры пространственных данных на государственном (федеральном, региональном) и муниципальном уровнях;

— создания топографических карт и планов по данным беспилотных летательных аппаратов в цифровой фотограмметрической системе PHOTOMOD и программе PhotoScan.

Список литературы

1. ГОСТ Р 58570-2019. Национальный стандарт. Инфраструктура пространственных данных. Общие требования. — М.: Стандартинформ, 2019.

2. ГОСТ Р 55062-2012 Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. — М.: Стандартинформ, 2018.

3. КБ «Панорама». — https://gisinfo.ru/products/geoportalregion.htm.

4. Смирнов А.В., Кириченко А.С., Бочкарёв А.А., Королёв А.А., Юрчук С.А. От снимка к карте // Геопрофи. — 2020. — № 1. — С. 25–31.