

В.Е. Алексеев (Компания «Совзонд»)

В 1994 г. окончил Московский институт инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК) по специальности «инженер-геодезист». В настоящее время – руководитель департамента картографических решений компании «Совзонд».

Картографическое обеспечение региональных информационно-аналитических систем

В наше время, время инноваций, нанотехнологий и электронного правительства, более половины управленческих решений принимается только после как минимум получасового блуждания по Интернету в поисках подсказок, в частности нужной карты местности или другой геопространственной основы. Причем то, что находится в поисковых системах в первых строках, – всего лишь «раскрученные» сайты, и к «истине» они имеют достаточно малое отношение.

Что же делать руководителю? Ему нужно подключиться к РИАС – региональной информационно-аналитической системе. Не получается? Нет ее, этой региональной информационно-аналитической системы? Мы расскажем в этой статье, что РИАС собой представляет и почему особенную важность в данном вопросе имеет картографическое обеспечение.

О РИАС

Если коротко, РИАС – это системы, организующие сбор, хранение и обработку (интерпретацию) информации ведомственных реестров и кадастров. Источники информации могут иметь различные форматы представления данных, а также могут быть разнесены территориально на довольно большие расстояния и не иметь зачастую возможности передачи данных по каналам связи. Поэтому системы должны быть корпоративными и создаваться как инфраструктуры, в которых поддерживаются про-

цессы сбора исходной информации на местах, синтаксического и семантического согласования и помещения ее в интегрированное хранилище данных, а также организация обработки накопленной информации современными методами поддержки принятия решений. Обычно РИАС состоят из нескольких (десятков) информационных (ведомственных и территориальных) систем, которые обеспечивают деятельность общей РИАС.

Мы не будем сильно углубляться в суть организации РИАС. На эту тему много всякого материала в том же Интернете. Мы остановимся всего лишь на одном процессе, без которого нормальное функционирование РИАС невозможно, – на картографическом обеспечении.

Большинство пользователей Интернета считают картографические сервисы Google идеалом. Почему? – спросите вы. Да потому что на Google Earth есть карта мира, с подложкой из космических снимков, на которой при некотором везении можно даже увидеть свой дом. Конечно, кроме Google, есть еще несколько интернет-ресурсов, имеющих такие же возможности, но Google успел первым. Большинству пользователей вполне достаточно взглянуть на Землю с высоты полета различных космических аппаратов. Хотя есть специалисты из числа разработчиков программных продуктов для планирования сетей сотовой связи, которые «грузят» результаты расчетов в Google, чтобы посмотреть, куда распространяются радиоволны.

Вот, кстати, эти специалисты первыми и обратили внимание на то, что карты в подобных ресурсах не соответствуют действительности. Реальное состояние местности они сплошь и рядом не отображают. Понятия о точности там нет в принципе. И для того чтобы получить более-менее приемлемый результат, нужно обращаться к профессионалам за геопространственными данными, обладающими измерительными свойствами и пригодными для расчетов.

Такая же точно картина, если не хуже, складывается у большинства муниципальных ведомств, будь то архитекторы или землеустроители, «силовики» или «коммунальщики». Отсутствие геопространственной основы либо ее ненадлежащее состояние – общая проблема.

Теперь давайте разберемся с терминами. Что такое отсутствие геопространственной основы – все прекрасно знают. Но что представляет собой геопространственная основа и каково ее надлежащее состояние – в точности знают немногие.

Обратимся снова к Google Earth. При всех его недостатках, концепция геопространственной основы, предложенная в свое время разработчиками сервиса, наиболее оптимальна. Электронная карта, дополненная космическим снимком, – это то, что нужно большинству пользователей РИАС. Идем дальше. Что такое космический снимок – знают все. А вот что такое электронная карта – многие себе представляют в лучшем случае на уровне контурных карт средней школы.

ОБ ЭЛЕКТРОННОЙ КАРТЕ И ЕЕ ДОСТОИНСТВАХ

Что же такое **электронная карта**?

Электронная карта – это карта, существующая в виде компьютерного файла. Специальное программное обеспечение может отображать информацию из этого файла на экране компьютера, печатать на принтере, прокладывать маршруты движения, решать различные расчетные задачи и многое другое. Возможности манипулирования с электронной картой



Рис. 1.
Образец растровой карты

зависят не только от «продвинутости» программного обеспечения, но и от вида электронных карт, которые бывают растровыми и векторными.

Что такое **растровая карта**?

Растровая карта представляет собой цифровое изображение, получаемое путем сканирования обычной бумажной карты (рис. 1). Так же как и цифровая фотография, она является копией оригинала с точностью до элемента (пиксела) сканирования. Если учесть, что бумажная карта обладает графической точностью, равной 0,2 мм, то сканирование с разрешением около 500 dpi (при этом размер пиксела составляет примерно 0,1 мм) обеспечивает сохранение в растровой карте всех деталей исходной бумажной карты.

Растровая карта имеет две особенности. Первая заключается в том, что, как правило, получаемый после сканирования файл имеет большой объем. Действительно, если отсканировать в полноцветном режиме карту размером 50x50 см с разрешением 500 dpi, то получится файл размером примерно 75 Мб.

Вторая особенность заключается в том, что программное обеспечение практически ничего, кроме отображения, делать с растровой картой не умеет. По растровой карте компьютер не может выполнять такие расчеты, как: определение оптимального маршрута движения, расчет профиля земной поверхности



Рис. 2.
Образец векторной карты

и т.п. Более того, ввиду больших объемов отображенные растровых карт на большие территории происходит достаточно медленно.

Если в наличии имеются бумажные карты, сделать из них электронные растровые карты достаточно легко и быстро путем сканирования и последующего несложного процесса «привязки» растрового изображения карты к той или иной системе координат. Перечисленные особенности, являющиеся недостатками растровых карт, существенно ограничивают их применение, однако в некоторых случаях их использование бывает оправдано ввиду низких затрат на их производство и ввиду отсутствия векторных карт.

Что такое **векторная карта**?

Векторная карта внешне на экране компьютера очень похожа на растровую, но по своему внутреннему содержанию не имеет с ней ничего общего. Векторная карта представляет собой базу данных, в которой хранится информация об объектах карты (рис. 2). Эта информация состоит из двух видов: графическое (геометрическое) и атрибутивное (семантическое) описание объектов. Атрибутивное описание включает в себя такие, например, данные, как высота дерева, ширина дороги, скорость течения реки, название населенного пункта, улицы, адрес дома и т.п. Графическое описание определяет контура объектов (в общем случае криволинейные), представляя

их, как правило, ломаными линиями, которые с допустимой погрешностью аппроксимируют исходные контура, цвета, стили линий для линейных объектов и характер заполнения для площадных. Именно векторные карты и являются, помимо космических снимков, частью геопространственной основы таких интернет-ресурсов, как Google Earth.

Векторная карта базируется на «трех китах»:

- формате представления информации;
- классификаторе информации;
- правилах цифрового описания объектов.

Формат определяет внутреннее устройство векторной карты. От него зависят такие характеристики, как объем файла векторной карты и время доступа к требуемому объекту. Производители программного обеспечения создают все новые и новые форматы, которые позволяют оптимизировать те или иные функции, поэтому в настоящее время существует несколько десятков форматов векторных карт. Единого стандарта в настоящее время нет.

Классификатор информации представляет собой электронный структурированный список всех объектов, которые могут встретиться на карте, и всех атрибутов, которые могут содержать объекты. Единственный и неповторимый в России классификатор «рожден» в недрах топографической службы Вооруженных сил Российской Федерации под конкретный формат карты SXF 4.0 и военные правила цифрового описания картографических объектов. Как правило, в базе данных такой векторной карты хранятся цифровые записи типа: 31410000, 2, 15, 1.5, что означает: 31410000 – код объекта (река), 2 – тип объекта (линейный), 15 – глубина (15 м), 1.5 – скорость течения (1,5 м/с). Все вышеописанные расшифровки хранятся в классификаторе, поэтому без него векторная карта – бессмысленный набор цифр. Поскольку другие классификаторы, кроме описанного выше не являются ГОСТом и не приняты на вооружение воинскими частями и картографическими предприятиями, мы их рассматривать не будем ради экономии времени.

Правила цифрового описания определяют процесс создания геометрического образа объекта векторной карты. Например, объект «мост» может быть описан координатами центра моста и вектора, определяющего направление моста. Может быть и другое описание: координатами двух концов моста. Поэтому правила цифрового описания призваны установить единообразное описание однотипных объектов карты. Правила, так же как и классификатор, должны сопровождать саму векторную карту, ведь для того чтобы правильно нарисовать мост на экране, необходимо знать, по каким правилам он был создан.

Следует отметить, что производители векторных карт зачастую создают свои собственные форматы, классификаторы и правила цифрового описания, поэтому векторные карты различных источников часто несовместимы между собой.

Здесь следует сделать небольшое отступление и задать законный вопрос: а почему разные форматы? Почему разные классификаторы и правила цифрового описания? Потому что занимаются созданием электронных карт все, кому это необходимо. Как специализированные предприятия, имеющие необходимые лицензии и производственные мощности, так и «народные умельцы». «Умельцев», к сожалению, большинство. Иногда они объединяются в компании, которые потом называются «системными интеграторами» и выбрасывают на рынок «продукцию», о качестве которой мы поговорим позже. Зачастую такие «интеграторы» не имеют не то что ни одного специалиста по геодезии или картографии в своем составе, но даже лицензий на эти виды деятельности.

Но вернемся к нашим картам. Несмотря на то что процесс отображения векторной карты на экране компьютера сложнее, чем растровой, программное обеспечение достаточно легко справляется с этой задачей. Учитывая, что объем векторной карты на порядок, а иногда на два порядка меньше растровой, процесс отображения векторной карты идет существенно быстрее. При отображении векторных карт достаточно просто реализуются такие возможности, как:

- масштабирование (увеличение и уменьшение в произвольное число раз);
- скроллинг (перемещение по карте);
- разворот изображения карты;

- включение/выключение видимости отдельных объектов и целых группировок (слоев карты);
- выделение цветом или миганием каких-либо объектов или групп;
- изменение цвета и стиля отрисовки требуемых объектов и др.

Кроме того, по векторным картам довольно просто делать расчеты:

- определять геометрические размеры объекта, такие, как длину, площадь, периметр (для риэлторов, сельского хозяйства, лесного хозяйства);
- при наличии данных о рельефе и относительных высотах объектов – рассчитывать профили, схемы распространения радиоволн (для связистов), площади затопления территории при разливе рек (для МЧС) и т. д.;
- рассчитывать наиболее оптимальных маршрутов движения автотранспорта;
- рассчитывать объемы земляных работ при строительстве;
- получать качественные и количественные характеристики объектов, если они содержатся в базе данных векторной карты, и многое другое.

Но при всех очевидных достоинствах векторной карты по сравнению с растровой у векторной карты тоже есть серьезные недостатки.

О НЕДОСТАТКАХ

Главный недостаток, который, кстати, в равной степени присущ и растровой карте, — это ее устаревание. При нынешнем темпе антропогенных изменений поверхности Земли это особенно касается густонаселенных районов, состояние местности которых на картах нужно обновлять с интервалом в 1–3 года. Чем крупнее масштаб карты, тем меньше интервал ее обновления. Дежурные планы городов масштаба 1:500 нужно вообще обновлять по мере их изменения.

Хорошее слово – НУЖНО. Но на практике большая часть картографической основы устарела катастрофически. Разрыв между реальным состоянием местности и тем, что изображено на карте, составляет зачастую не один десяток лет. Хочется знать причины? Пожалуйста! Основная причина – развал картографической отрасли. Если во времена СССР Главное управление геодезии и картографии (ГУГК) было мощнейшим ведомством (практически в ранге мини-

стерства), вполне справлявшимся с задачами картографирования огромной территории Советского Союза, то сейчас геодезией и картографией в масштабе всей страны занимается небольшое подразделение Росреестра. Работа геодезистов и картографов сведена к простейшим обмерам земельных участков и отображению их на кадастровых планах. Даже на стройках геодезические измерения выполняют сплошь и рядом люди без соответствующей квалификации. А ведь от этого зависит качество строительства и жизни людей.

Существующая в данный момент в Российской Федерации государственная система геодезии и картографии не в состоянии обеспечить потребности нуждающихся в точной, достоверной и актуальной картографической информации еще и потому, что объем работ колоссален! К примеру, количество планов масштаба 1:500 на территорию среднего областного центра составляет несколько тысяч. А таких городов – многие десятки. И если на большие города-миллионники какая-то информация все же есть, то на населенные пункты поменьше она попросту отсутствует. Ее нужно создавать с нуля, а это время, люди, деньги, которых нет.

Второй большой недостаток векторной карты – это высокая трудоемкость ее изготовления и, как следствие, высокая стоимость. Так, например, для создания одного листа векторной карты масштаба 1:200 000 потребуется порядка четырех человеко-недель. И выработать эти человеко-недели должен не просто человек с улицы, а специалист с высшим картографическим образованием и серьезным опытом работы. А таких специалистов очень мало и становится все меньше и меньше, потому что гораздо проще заработать деньги, продавая те же векторные карты, чем их создавать. Простой пример, основанный на личном опыте: из группы численностью в 22 человека после окончания Московского института инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии в геоинформационную отрасль пошли работать только два человека, один из которых – автор этой статьи. Остальные 20 занимаются чем угодно, только не геоинформатикой.

Из второго недостатка вытекает третий – низкое качество большинства векторных карт. Для того чтобы снизить себестоимость выпускаемой продукции, большинству производителей приходится идти на сознательное ухудшение качества продукции. С той же целью высокотехнологичные операции, требу-



Рис. 3.
Карта Google. Город Томск, ул. Красноармейская



Рис. 4.
Отображение объектов на космическом снимке. Город Томск, ул. Красноармейская

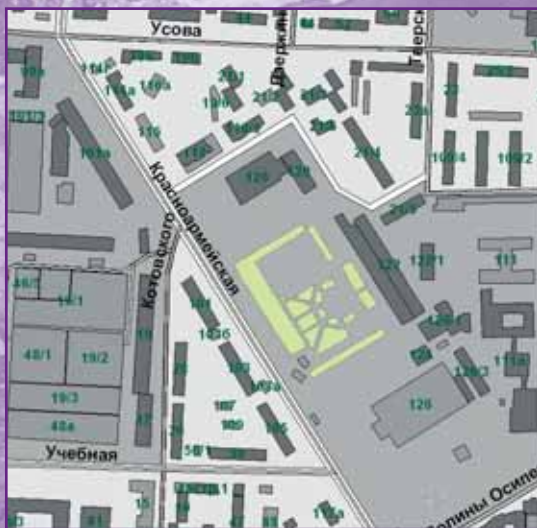


Рис.5
Фрагмент векторной карты производства компании «Совзонд». Город Томск, ул. Красноармейская

ющие высокооплачиваемых специалистов, выполняются кадрами с низкой квалификацией. Все эти внутренние процессы вкупе с несовершенной системой контроля качества на предприятиях производителей приводят к результатам, которые потребителю поначалу не видны. Потребитель, закупая геопространственную основу, уделяет этому вопросу меньше всего внимания. Самое главное для потребителя – поменьше заплатить и чтобы все договорные документы были оформлены как надо. С закупленной же геопространственной основой работает не закупщик, а специалист-картограф, который в процессе закупок практически не принимает участия. И этот специалист выявляет уже потом более 80% всех недостатков, которые должны были быть выявлены в процессе производства. В итоге потребитель, приобретая задешево геопространственную основу низкого качества, вынужден из-за своей недалековидности нести убытки, превосходящие затраты иногда на порядок.

Какие же качественные характеристики наиболее важны в векторной карте?

Основной характеристикой является точность и достоверность отображения объектов местности на

карте. Собственно, ради этого соответствия карта и создается. В качестве примера мы возьмем г. Томск и посмотрим, как выглядит этот город на картографическом сервисе Google (рис. 3), на снимках из космоса (рис. 4), и на карте, созданной компанией «Совзонд» (рис. 5).

О СТОИМОСТИ И СПОСОБАХ СОЗДАНИЯ

В заключение хочется поговорить о набравшем у большинства потребителей вопросе: сколько это все стоит и откуда это все взять?

Карту можно создать тремя основными способами: при помощи топографической съемки, при помощи аэрофотосъемки, при помощи космической съемки (табл. 1).

Топографическая съемка представляет собой комплекс мероприятий по созданию топографических карт и планов путем измерения углов, расстояний, высот при помощи различных инструментов непосредственно на местности. Сейчас для выполнения этих работ активно применяются электронные тахеометры и высокоточные GPS-приемники.

Топографическая съемка отличается высокой точностью и относительно высокой оперативностью, особенно на небольших площадях. Основное время уходит на собственно полевые работы. Процесс обработки результатов съемки сейчас повсеместно автоматизирован и много времени не занимает. На участках площадью более 10 кв. км топографическая съемка уже нерентабельна. Кроме того, процесс съемки сильно зависит от погодных условий. Например, нельзя выполнять работы в жаркую солнечную погоду, в дождь, во время тумана. Как следствие, стоимость топографической съемки довольно высока, в среднем 1,5 млн руб. за 1 кв. км.

Аэрофотосъемка – фотографирование территории с высоты от сотен метров до десятков километров при помощи аэрофотоаппарата, установленного на атмосферном летательном аппарате (самолете, вертолете, дирижабле и пр. или их беспилотном аналоге). Широкое распространение аэрофотосъемка получила с развитием авиации, в частности во время Второй мировой войны. Точность ее несколько ниже, чем у топографической съемки, но все же достаточно высока для выполнения работ по основ-

Таблица 1

Способы создания крупномасштабной карты

Топографическая съемка	Аэрофотосъемка	Космическая съемка
Масштабы: 1:500, 1:1000, 1:2000, 1:5000 (СКО<10 см)	Масштаб 1:2000, 1:5000	Передача в формате LRPT
СКО=40 см	Масштаб 1:5000, 1:10 000	Передача в формате ANRPT
СКО=1м	30 ÷ 150 Мбит/с	В зависимости от режима
Сильная зависимость от погоды	Сильная зависимость от погоды	Относительная зависимость от погоды
Высокая стоимость (1 кв. км = 1 500 000 руб.)	Высокая стоимость (1 кв. км = 150 000 руб.)	Относительно низкая стоимость (1 кв. км = 15 000 руб.)
Большие сроки выполнения работ	Большие сроки выполнения работ	Маленькие сроки выполнения работ
Оптимально применять на площадях до 10 кв. км	Оптимально применять на площадях до 3000 кв. км	Можно применять на любых площадях от 25 кв. км
Относительно высокая оперативность	Низкая оперативность	Высокая оперативность

ным городским масштабам. Сам процесс аэрофотосъемки занимает не очень много времени, но он ограничен возможностями воздушного судна и сильно зависит от погоды. Создание карты по результатам аэрофотосъемки представляет собой весьма сложный технологический процесс. Не в пользу аэрофотосъемки говорят и ограничения на полеты воздушных судов, накладываемые Министерством обороны РФ. С развитием цифровых аэрофотокамер технология аэрофотосъемки несколько упростилась, но она все равно осталась довольно сложным и дорогостоящим способом получения геопространственных данных.

Картографирование поверхности Земли при помощи космической съемки является на сегодняшний момент приоритетной задачей как государственных предприятий, так и частных компаний. Связано это с разными причинами: развитие систем глобального позиционирования, развитие муниципальных ГИС, развитие телекоммуникационных систем третьего и четвертого поколений и др.

Данные высокого и сверхвысокого пространственного разрешения с современных космических аппаратов стали важным инструментом для решения задач крупномасштабного картографирования и в большинстве случаев могут с успехом заменить аэрофотосъемку. На современном этапе можно выделить

несколько основных тенденций в развитии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ):

- резкое увеличение количества космических аппаратов (КА) ДЗЗ на орбите;
- развитие национальных программ ДЗЗ, появление новых «игроков»;
- развитие систем получения, обработки и предоставления данных потребителям;
- улучшение основных характеристик аппаратуры ДЗЗ и качества данных;
- появление КА ДЗЗ сверхвысокого разрешения нового поколения;
- появление радарных КА ДЗЗ сверхвысокого разрешения с возможностью интерферометрической обработки;
- увеличение скоростей передачи данных;
- сокращение времени поставки данных потребителю – развитие концепции «виртуальных станций»;
- широкое использование сетевых технологий и возможностей сети Интернет и т. д., создание сервисов, обеспечивающих прямой доступ к данным.

Процесс обработки космической съемки в высокой степени автоматизирован и не требует больших трудозатрат. В результате этого стоимость векторной карты намного ниже, чем в случае топографической съемки и аэрофотосъемки.

Наземный приемный комплекс НПК – 2,4



Наземный приемный комплекс НПК-2,4 создан ОАО НИИ точных приборов совместно с ЗАО «Совзонд».

НПК-2,4 может обеспечить прием, хранение и обработку данных ДЗЗ со следующих КА: Ресурс-ДК1, AQUA, TERRA, FORMOSAT-2, SPOT-4, SPOT-5, IRS-1C, IRS-1D, CARTOSAT-1 (IRS-P5), RESOURCESAT-1 (IRS-P6), NOAA, RADARSAT-1, RADARSAT-2, Cosmo-SkyMed 1,2,3,4.

Основные технические характеристики НПК-2,4

Наименование	Значение	
Антенный комплекс		
Диаметр рефлектора (рабочая область), мм	2400x2670	
Тип зеркальной системы	офсет	
Фокусное расстояние, мм	1380	
	X-диапазон	L-диапазон
Коэффициент усиления на частоте 8,2 ГГц, дБ, не менее	43	27
Ширина ДН на частоте 8,2 ГГц, град, не более	1,0	4,6
Уровень боковых лепестков, дБ, не более	-15	-13
Коэффициент эллиптичности	0,8	0,6
Масса антенного комплекса, кг, не более	360	
Схема построения	азимутально-угломестная с 3-ей осью *	
	по углу места	по углу азимута
Диапазон рабочих углов наведения, град	от 5 до 85	± 270
Скорость наведения, град/с	до 10	до 20
Угловое ускорение, град/с ²	до 4	до 8
Системная ошибка наведения в картинной плоскости, угл.мин, не более	6	
Среднеквадратичная ошибка наведения, угл.мин, не более	4	
Средства приема и регистрации информации		
	X-диапазон	L-диапазон
Диапазон входных несущих частот, ГГц	8,035...8,38	1,69...1,71
Несущая частота сигнала на входе демодулятора, МГц	720	210
Шумовая температура радиоприемного устройства, °К	≤ 70	≤ 50
Уровень мощности принимаемых сигналов при вероятности ошибки приема информации 10 ⁻⁶ , дБм	-90...-60	-120...-90
Вид модуляции принимаемого сигнала	BPSK, QPSK	BPSK
Тактовая частота входного сигнала, МГц	5...80	1,3308
Полоса принимаемых радиочастот, ГГц	8,0...8,42	1,69...1,71
Уровень сигнала на входе демодулятора, дБм	0...3	-65...-35
Скорость приема и регистрации, Мбит/с	до 320	
Объем памяти накопителя, Гбайт, не менее	500	
Тип интерфейса ЛВС	Ethernet 100/1000	