

$$x_{CK2} = x_C - R_2 \left(\frac{1}{\cos \frac{\theta_2}{2}} - 1 \right) \sin \left(\alpha_{CB} - \frac{\theta_2}{2} \right); \quad (22)$$

$$y_{CK2} = y_{BC} + R_1 \left(\frac{1}{\cos \frac{\theta_2}{2}} - 1 \right) \cos \left(\alpha_{CB} - \frac{\theta_2}{2} \right). \quad (23)$$

Ось трассы представлена сочетанием прямолинейных отрезков и круговых кривых. Таким образом, получаем формулы для вычисления всех элементов оси трассы, независимо от ее конфигурации и комбинации данных элементов.

Для детальной разбивки на местности пикетажных точек электронным тахеометром или тахеометром в сочетании со спутниковой системой позиционирования, независимо от их положения, как на прямолинейных, так и криволинейных участках в координатном режиме с точностью, необходимой и достаточной для конкретного вида сооружения. Для этого необходимо в меню прибора внести соответствующие проектные значения координат, вычисленных по предлагаемым формулам.

Литература

1. Будо А.Ю., Гриб В.Г. Новые возможности КРЕДО ТРАНСКОР версии 3.0 // Геопрофи. – 2018 – № 3. М., с. 46–49.
2. Подшивалов В.П. Координатная среда для геоинформационных систем. Геодезия и картография, № 6. М., 1997. с. 51–55.
3. Подшивалов В.П. Композиционные геодезические проекции. Геодезия и картография, № 8. М., 2000. с. 39–43.

УДК 629.735

Тенденции развития ГИС

Радевич Е.И., Кабацкий А.В., Крупица С.М.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время геоинформационные системы применяют практически во всех сферах человеческой деятельности, а именно в геодезии, картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, транспорте, экономике, экологии, обороне и других областях. Применяют как для решения научных, так и практических задач на локальном, региональном, республиканском и глобальном уровнях.

Геоинформационные системы (ГИС) – информационные системы, которые обеспечивают сбор, обработку, хранение, доступ, отображение и распространение пространственно-координированных данных. В основном, эти системы позволяют автоматизировать процесс составления карт. Другими словами, если раньше на создание картографического продукта традиционным способом, уходило недели или даже месяцы, то теперь, используя ГИС, можно разработать общегеографическую либо тематическую карту всего лишь за несколько часов. Исключая процесс составления карт, геоинформационные системы сегодня являются мощным инструментом для проведения пространственного и геостатистического анализа геообъектов, процессов и явлений, а также их моделирования, в том числе и в трехмерном виде.

Геоинформационные системы появились в 1960-х годах как средство отображения в памяти компьютера объектов, расположенных на поверхности Земли. Первые ГИС были разработаны военными ведомствами СССР и США как часть системы навигации ракет. Этот этап являлся первоначальным в развитии ГИС.

Спустя время, применять ГИС стали и в мирных целях. В 1970-х годах геоинформационные системы применялись для вывода пространственных данных на экран монитора, а также, для редактирования и печати карт на бумаге, что сильно упростило жизнь картографам.

Широкое распространение в Республике Беларусь ГИС получили только в конце 1990-х - в начале 2000-х годов с появлением персональных компьютеров.

Сегодня геоинформационные системы является одной из наиболее стремительно развивающихся отраслей рынка высоких компьютерных технологий, в котором задействовано большое количество крупных фирм, таких как Google, NASA, Refrations Research, Intergraph, Grass Development Team (GRASS GIS), Microsoft, ESRI (ARC GIS), Autodesk, CalComp и многие другие.

Геоинформационные системы позволяют выдавать в наиболее удобной пользователю форме информацию по запросу в виде карт, таблиц, схем и предоставляют различные технологии обработки и преобразования этих данных. Привычно геоинформационные системы, помимо цифровых карт, содержат и разнообразные базы данных, имеющие связи с картами.

Основные инновации, влияющие на развитие ГИС-индустрии, проходят скачками. Некогда на развитие ГИС большое влияние оказали данные лазерного сканирования, после образовался и стал развиваться сервис Google Earth, появились геоинформационные системы с открытым исходным кодом, стали распространяться смартфоны, с поддержкой GPS. Сегодня наблюдаются два параллельных направления: развитие корпоративных ГИС и получение данных с беспилотных летательных аппаратов и технология их обработки.

Корпоративные ГИС дают возможность с легкостью обмениваться геопространственными данными внутри организации, помимо этого, проводить анализ этих данных, даже если ГИС находится вне пределов их компетенции. Не смотря на присутствие на рынке дорогих коммерческих продуктов, благодаря Google, AWS и другим простым в использовании бесплатным или недорогим веб-ГИС-инструментам, таким, как Global Mapper, можно достаточно просто осуществить этот процесс. Из-за развития ГИС с открытым исходным кодом и совершенствованием мобильных устройств, расширение корпоративных ГИС будут продолжать развиваться поскольку пользователи и менеджеры программного обеспечения вводят новшества с доступными наборами инструментов. Это не должно быть дорогостоящим, процессом.

В последнее время появление недорогих беспилотных летательных аппаратов (дронов) стало настоящим подспорьем для геодезистов, у которых появилась возможность получать изображения с высоким разрешением. Улучшения в способности программного обеспечения, такого как Global Mapper и Pix4D, обрабатывать эти изображения в производные продукты, такие как облака точек, ортоизображения и др., создали многие дополнительные возможности. Еще недавно процесс автоматизированного преобразования растровых изображений в векторные был несбыточной мечтой. В ближайшие годы будут продолжать развитие способы обработки и получения различных продуктов, связанных с БПЛА, что позволит получать данные высокого качества, которого невозможно было достигнуть еще несколько лет назад.

Увеличение количества БПЛА для картографирования будет одним из основных факторов развития отрасли в настоящее время.

Хотя это и не ново, одной из отраслей, для которых дроны особенно полезны, является горнодобывающая, и эта тенденция не изменится. Камеры, установленные на дронах, позволяют заменить традиционные съемки и регулярно выполнять расчеты объемов пород. Это приводит к экономии средств и времени, что будет способствовать росту его популярности технологии.

Будут развиваться технологии, способные комбинировать различные источники данных, такие как лазерное сканирование и фотосъемка. Возможность интеграции нескольких типов данных вместе приводит к гораздо более ценным наборам данных.

В ближайшие годы продолжится отход от универсальных объемных ГИС-решений. По мере развития отрасли и привлечения внимания к новым стартапам, будет заметен отход от классических (но громоздких) решений. Крупные поставщики программного и аппаратного обеспечения не заинтересованы в разработке гибких рабочих процессов. «Дилемма инноватора» была проблемой в ГИС-отрасли в течение многих лет, но ближайший год

даст сигнал к большим изменениям, поскольку более гибкие ГИС-решения появятся на рынке.

Мобильные программные решения будут играть большую роль в этих переменах. Дорогое оборудование и громоздкое программное обеспечение давно пора заменить. В ближайшее время ожидаются более современные пользовательские интерфейсы и оптимизированные рабочие процессы.

Имеются, в частности, тенденции, которые уже сыграли свою роль в прошлом, но значение которых не уменьшилось на сегодняшний день.

Во-первых, продолжится общая тенденция использования для авиасъемки гибридных сенсорных систем, объединяющих однокамерную или многокамерную систему с блоком лазерного сканирования, гиперспектральным сканером или другим устройством сбора данных. Получение всех соответствующих данных одновременно во время полета экономически выгодно, а сочетание нескольких источников данных приводит к высокой степени полноты и надежности набора данных, поскольку недостатки одного метода могут быть компенсированы другим.

Еще одна продолжающаяся тенденция – использование БПЛА для съемки. БПЛА имеют широкий спектр возможных применений. Гибридные агрегаты, которые сочетают в себе преимущества самолетов и вертолетов, по-видимому, приобретают все большее значение в этом секторе. Это сопровождается постоянным требованием, чтобы детали и узлы были небольшими и легкими. По мере того как оборудование становится все меньше и меньше, данные и их точность все больше и больше возрастают, что потребует эффективных программных средств для обработки такого объема больших данных.

Расширение доступности геопространственных данных и потребность в 3D-аналитике будут стимулировать инновации уже сегодня.

Благодаря дронам, автономным транспортным средствам и широко распространенной доступности сенсоров геопространственные данные с высоким разрешением собираются чаще и становятся более доступными, чем когда-либо прежде.

Спрос на программное обеспечение, которое может извлечь ценную информацию из этих данных, быстро растет. Геопространственные программные платформы, такие как Cesium, которые обеспечивают фундаментальные строительные блоки для разработчиков приложений станут центральными для геопространственной отрасли. Чтобы обеспечить совместимость этой экосистемы, открытые стандарты будут продолжать играть ключевую роль.

Актуальность исследования современных тенденций рынка ГИС обусловлена широким потенциалом его развития. Несмотря на сравнительно небольшую историю, ранок ГИС - одно из стремительно прогрессирующих направлений совершенствования информационных технологий. В последнее время происходит активное распространение ГИС. Они появляются не

только в профессиональной работе с науками о Земле, но и во множестве иных областей: бизнесе, государственных структурах, службах экстренного реагирования, военных ведомствах, лесном хозяйстве, градостроении и т.д. ГИС необходима при использовании территориально распределенной информации и проведении территориального анализа, оценки и прогноза.

Обобщая, можно выделить следующих основные тенденции развития ГИС:

1. Распределенные ГИС развиваются по нескольким направлениям: порталы, онлайн-картографические сервисы, применение вычислительных кластеров, системы облачных сервисов. Все большую популярность приобретают интеллектуальные ГИС, по которым еще не устоялась определенная терминология.

2. Развитие технологий, способных комбинировать различные источники данных, такие как лазерное сканирование и фотосъемка. Возможность интеграции нескольких типов данных вместе приводит к гораздо более ценным наборам данных.

3. ГИС объединены с данными дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Это иная мощная система получения и представления географической информации из космоса, которая сегодня становится все более точной и разнообразной. Интенсивное развитие систем ДЗЗ резко увеличило информационные потоки пространственных данных. Около 300 космических аппаратов из разных стран предоставляют информацию о земной поверхности. Интеграция систем ДЗЗ обеспечивает сбор геоданных для ГИС, их обновление и проверку. Именно за счет ДЗЗ сегодня во всем мире актуализируется множество разных электронных атласов.

4. Совместно и широко используются данные, получаемые через системы ГЛОНАСС (Россия) и GPS (США). Они обеспечивают высокоточное глобальное позиционирование тех или иных объектов на суше и воде. Их использование в сочетании с ГИС и ДЗЗ образуют мощнейшую триаду территориальной информации, отличающуюся высокой точностью, актуальностью, постоянством обновления, объективностью и плотной насыщенностью. Использовать такие данные можно практически везде.

5. Развитие ГИС тесно связано с развитием телекоммуникационных систем, главным образом, сети Интернет. Здесь можно выделить самостоятельные направления:

- развитие крупнейших компаний и управленческих структур, которые имеют удаленный доступ (с использованием Интранета), что подкрепляется их финансовыми ресурсами и задачами, решаемыми ими с помощью пространственного анализа;

- дальнейшее развитие сети Интернет, в результате которого традиционные ГИС, объединяясь и приобретая новые качества, из обычных систем для отдельных структур превращаются в мощные интерактивные сервисы глобального масштаба.

В заключение можно отметить, что современный рынок ГИС имеет огромный потенциал развития. Объединение возможностей ГИС с ДЗЗ, GPS и сети Интернет позволяет создать мощнейшую базу пространственной информации. Реализация рассмотренных перспектив может сделать ГИС целой системой специальных знаний, которая будет использовать самые передовые технологии по переработке, обновлению огромных объемов пространственной информации.

Литература

1. Гусева А.В. Геоинформационные системы // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № 5. – С. 50–55.
2. Дупленко, А.Г. Этапы и тенденции развития геоинформационных систем / А.Г. Дупленко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 9 (89). — С. 115-117. — URL: <https://moluch.ru/archive/89/18321/> (дата обращения: 15.10.2020).
3. Темербаева А.А., Ганцен Н.Ф. Проблемы географических информационных ресурсов страны / VII Международная студенческая научная конференция. Студенческий научный форум – 2015 // <https://files.scienceforum.ru/pdf/2015/14001.pdf/> (дата обращения: 16.10.2020).
4. Шокин И.Ю., Потапов В.П. ГИС сегодня: состояние, перспективы, решения // ИВТ СО РАН. – 2015. – № 5 (Том 2). – С. 175-213.
5. Елистратова А.А., Коршакевич И.С. Применение и перспективы развития российских геоинформационных систем // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2013. – С. 424–425.