

# ПК CREDO — СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ

А.С. Назаров (Белорусский государственный университет, Минск)

В 1959 г. окончил геодезическое отделение землеустроительного факультета Омского сельскохозяйственного института им. С.М. Кирова. После окончания института работал в Омском сельскохозяйственном институте, в Белорусском институте инженеров железнодорожного транспорта (Гомель), на предприятии № 5 ГУГК СССР, в Управлении государственного градостроительного кадастра и картографии Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь, в Национальном кадастровом агентстве Республики Беларусь. С 2002 г. по настоящее время — доцент географического факультета Белорусского государственного университета. Кандидат технических наук.

На страницах технических изданий, в том числе журнала «Геопрофи», регулярно публикуются материалы, посвященные отдельным вопросам эксплуатации программного комплекса CREDO [1, 2]. В данной статье делается попытка рассмотреть возможности ПК CREDO с позиции системного подхода, что позволит сформировать представление о комплексе в целом. При этом основное внимание будет сконцентрировано на проблемах, касающихся обработки результатов геодезических измерений и формирования цифровой модели местности (ЦММ).

Прежде всего, следует отметить, что ПК CREDO предлагает пользователю:

— правила сбора исходной информации и порядок ее кодирования с помощью классификатора тематических данных;

— средства обработки исходной информации, формирования ЦММ и последующего проектирования на ее основе цифровой модели проекта (ЦМП): генерального плана, дороги, моста, инженерных коммуникаций, земельного участка и др.;

— набор выходных документов в цифровой, текстовой (табличной) и графической формах;

— средства подготовки данных для выноса проекта в натуру.

ПК CREDO, как автоматизированную систему обработки информации, характеризует ее техническое, математическое, программное, информационное, технологическое и иные виды обеспечений, уровень которых определяет возможности комплекса и степень их соответствия требованиям или ожиданиям конечного пользователя.

## ▼ Техническое обеспечение

Для функционирования ПК CREDO необходимы средства вычислительной техники с соответствующим периферийным оборудованием и геодезические приборы различного уровня автоматизации, используемые производственными организациями.

Средства вычислительной техники должны быть представлены IBM-совместимым компьютером с процессором Intel Pentium, накопителем CD-ROM, параллельным или USB-портом (для установки ключа защиты), видеоадаптером или видеоподсистемой с графическим ускорителем. Объем оперативной памяти, в зависимости от операционной системы и эксплуатируемых программ, должен быть не менее 128 Мбайт, при оптимальном объеме 512 Мбайт. При эксплуатации некоторых программ комплекса с возможностью коллективной работы необ-

ходимо наличие СУБД Microsoft SQL Server 2000, 2005 или Oracle 8.1.7 и выше.

Геодезические приборы, с помощью которых выполняется сбор информации о местности в процессе полевых работ, могут быть как оптическими и электронными, так и оснащены встроенными или внешними блоками памяти или не иметь их. Во втором случае результаты измерений заносятся в полевые журналы установленной формы. В частности, система может принимать и обрабатывать данные, полученные практически любым из представленных на рынке электронным тахеометром: Sokkia, Trimble, Topcon, Nikon, YOM3 (2Ta5, 3Ta5, 4Ta5), Leica, PENTAX, Kolida, FOIF и др.

## ▼ Информационное обеспечение

Информационное обеспечение CREDO включает классификатор тематических (топографических, проектных и др.) объектов, порядок его ведения, описание форматов представления элементов ЦММ при их передаче внешним системам и набор эксплуатационных документов в виде справочных систем по каждой программе, пособий, руководств и иных, ориентированных на пользователя, материалов.

Классификатор тематических объектов создан на основе действующих таблиц условных знаков, применяемых при создании топографических планов крупного масштаба, и представляет собой иерархическую базу данных, содержащую информацию о типах топографических объектов, встречающихся при выполнении топографо-геодезических работ и инженерных изысканий.

Классификатор CREDO реализован в виде «дерева» слоев, каждый из которых имеет следующие уровни: слой, подслой и отнесенные к нему объекты в виде соответствующего списка. Для каждого объекта задается тип его локализации, графическое отображение (условный знак), набор характеристик (атрибутов), пояснения по использованию и диапазон масштабов, в которых данный объект отображается на плане (рис. 1).

Программные средства ведения классификатора обеспечивают возможность создания, удаления или изменения слоев или объектов, введения новых наборов кодов, изменения начертания (вида) условных знаков (формы, цвета, типа линий и др.), атрибутов и многое другое.

В системе предусмотрена возможность использования как

четырёхзначных базовых кодов классификатора, так и до десяти настраиваемых пользователем (технологических) кодов, каждый из которых содержит сравнительно небольшое число часто встречающихся на участке съемки объектов местности, которым с помощью специальной настройки присваиваются цифровые или буквенные технологические коды (рис. 1). Эти коды создаются пользователем с учетом технических возможностей приборов, используемых в работе, и в последующем применяются непосредственно в полевых условиях для описания содержания снимаемого объекта вместо полных базовых кодов классификатора.

#### ▼ Технологическое обеспечение

ПК CREDO содержит правила сбора информации, кодирования ее геометрической, синтаксической и семантической составляющих, порядок представления данных на внешних носителях, а также описание процедур формирования элементов ЦММ, создаваемых проектов и выходных документов.

Одним из основных элементов технологического обеспечения комплекса CREDO является **система полевого кодирования**

**ния**, сущность которой заключается в том, что каждое из измерений может быть дополнено следующей информацией:

— кодом снимаемого объекта местности, соответствующим базовому или условному технологическому коду классификатора (рис. 1);

— кодами и значениями характеристик (атрибутов) объекта;

— командой формирования объекта (указание начальной, конечной точек, замыкание линейного объекта, построение окружности, параллельного контура и др.) и, при необходимости, соответствующего параметра;

— номером одного из десяти однотипных, снимаемых одновременно в текущий момент, объектов, к которому относится текущий пикет;

— служебными признаками.

Указанная информация представляется в кодовых строках (полях) в определенных форматах, записывается в память тахеометра и вместе с результатами измерений импортируется в программу. Ее последующая расшифровка позволяет получить одновременно с геометрической информацией полные или неполные данные синтаксического и семантического характера. Совокупность этих данных дает возможность:

— связать элементы создаваемой цифровой модели с точками местности и их описаниями в классификаторе;

— сформировать описание геометрического положения объекта или его фрагментов;

— получить семантические характеристики объекта;

— определить параметры снимаемых точек (тип координат и отношение к рельефу) и др.

Одно из основных достоинств рассмотренной системы полевого кодирования — это ее гибкость, проявляющаяся в возможности выбора кодов содержательной части описания объек-

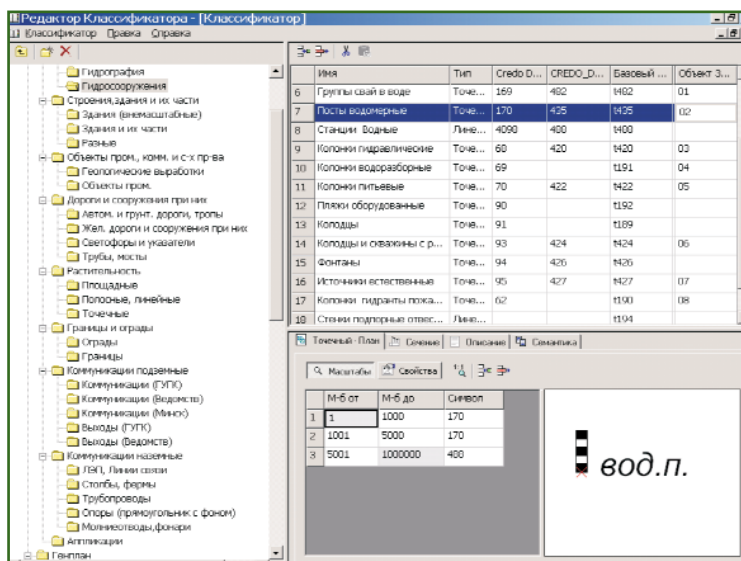


Рис. 1  
Фрагмент классификатора ПК CREDO

тов, отсутствии жестких требований к выбору кодов (за исключением команд и служебных признаков) и избирательности применения. Важно, что ее использование позволяет выделить и расшифровать данные, определяющие положение съемочного пикета (геометрические данные), его связь с другими объектами (синтаксические данные) и их содержание (семантические данные). В итоге обеспечивается возможность автоматического создания значительной части контурной нагрузки съемочного планшета (рис. 2).

Полученные таким образом результаты автоматической обработки полевых данных сводят к минимуму операции по формированию элементов создаваемого плана в диалоговом режиме и повышают эффективность эксплуатации системы в целом.

Другие элементы технологии полевых работ с последующим использованием комплекса CREDO, не связанные с системой полевого кодирования, выполняются в полном соответствии с техническими описаниями соответствующих приборов.

#### ▼ Математическое обеспечение

ПК CREDO построен с учетом максимальной автоматизации вычислительных работ, их методической корректности, разумного устранения сколько-нибудь важных ограничений (требований) и опирается на алгоритмы логического анализа и математической обработки данных.

**Логический анализ** входного потока информации выполняется с целью разделения его по видам измерений и технологическим признакам, в качестве которых используются так называемые «заголовки станций». Это позволяет решить в автоматическом режиме некоторые важные задачи, в частности:

- разделить измерения, выполняемые на пункты геодезического обоснования, от измерений на съемочные пикеты, и

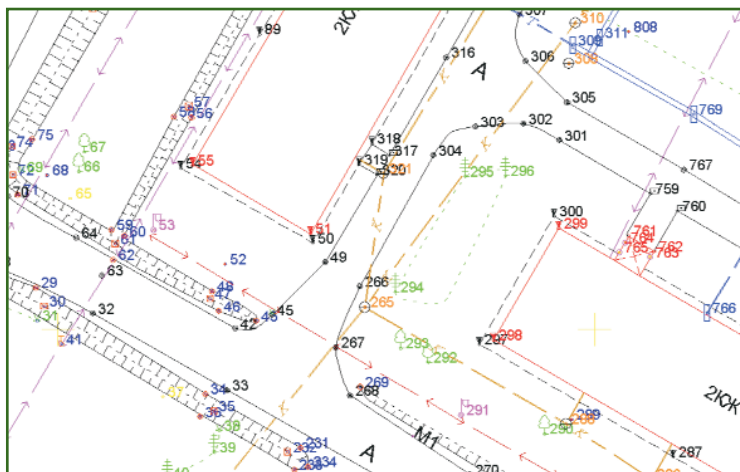


Рис. 2

Фрагмент плана, полученного с использованием системы полевого кодирования

выявить топологические связи элементов геодезических построений;

- сформировать результаты измерений (углы, расстояния, превышения и др.) и дополнительные данные (высота инструмента и пр.) для уравнильных вычислений.

В качестве разделителя информации по станциям используются их «заголовки» в виде имени точек стояния, ориентирования, высоты инструментов и др. Элементы геодезических построений выделяются по ряду логических признаков, оперируя с именами наблюдаемых пунктов. Логический анализ перечисленных и иных признаков обеспечивает возможность уверенного выявления и выделения теодолитных и нивелирных ходов (в том числе висячих), триангуляционных построений и др.

**Алгоритмы вычислительной обработки** информации, сгруппированной по результатам логического анализа, построены таким образом, чтобы обеспечить методически корректную предварительную обработку и уравнильные вычисления, в частности:

- вычисление измеренных значений (углов, длин линий, превышений и т. п.) с учетом схемы измерений, конструктив-

ных особенностей измерительного прибора, метеорологических условий измерений и пр.;

- контроль качества угловых и линейных измерений путем проверки технологических допусков (сходимости приемов, полуприемов, угловых и линейных невязок и пр.);

- высокоточные редуцированные вычисления, обеспечивающие трансформирование измеренных величин на плоскость заданной проекции;

- вычисление рабочих координат определяемых пунктов;

- выявление, локализацию и исключение ошибочных измерений;

- уравнивание результатов равноточных или неравноточных измерений параметрическим методом с оценкой точности неизвестных и функций их уравниленных значений;

- вспомогательные вычисления, связанные с преобразованием координат пунктов из одной системы в другую, решением обратных геодезических задач и др.

Значительная часть перечисленных операций выполняется в автоматическом режиме, на основе введенных свойств и параметров проекта, другая — в диалоговом режиме.

Неотъемлемой частью математического обеспечения CREDO

являются известные алгоритмы преобразования плоских и пространственных координатных систем, связи эллипсоидальных и геоцентрических координат, перехода на плоскость заданной проекции, перевычисления из одной координатной зоны в другую, работы с местными координатными системами (в том числе поиска ключей, их связи с государственными) и пр.

**Алгоритмы цифрового моделирования** основаны на использовании традиционных (классических) схем формирования топологической объектно-ориентированной структуры элементов ситуации (цифровой модели ситуации (ЦМС) и цифровой модели рельефа (ЦМР) на нерегулярной сети треугольников (TIN), на основе триангуляции Делоне со встроенными структурными линиями. Исходные данные для построения ЦМС и ЦМР могут быть получены как на основе полевых данных, так и путем векторизации растровой топографической основы.

Ориентация системы на создание и использование ЦММ инженерного назначения обуславливает целесообразность применения алгоритмов ее построения, основывающихся на использовании специальных средств (криволинейных примитивов, площадных и графических масок и др.) и функций нелинейной интерполяции (при создании сплайнов, клотоид, их сочленении между собой и с отрезками прямых и др.).

Построение ЦМС базируется на использовании преимущественно диалогового режима формирования соответствующих объектов и их элементов, при этом расчетная часть алгоритмов опирается на методы координатной геометрии и средства обеспечения топологической корректности данных. Адекватная решаемым задачам точность моделирования рельефа обеспечивается широким применением алгоритмов построения

трехмерных элементов, в частности, структурных линий.

**Алгоритмы решения прикладных задач** (проектирование зданий, сооружений, транспортных коммуникаций, формирование земельной документации и др.) подразумевают использование топографических ЦММ, действующих в соответствующей области нормативных документов, и предполагают создание соответствующей модели (проекта, чертежного плана и др.).

#### ▼ Программное обеспечение

ПК CREDO функционирует в операционных системах Microsoft Windows 98/Me, NT 4.0, 2000 и XP Professional и реализует основные принципы: модульность структуры и комплексный подход к обработке информации, а также взаимодействие с распространенными ГИС и САПР путем экспорта и импорта информации.

**Модульная структура** ПК CREDO позволяет, с одной стороны, обеспечить комплексность обработки данных, а с другой — возможность формирования разнообразных по составу и функциональным возможностям программ.

По состоянию на начало 2007 г. программное обеспечение ПК CREDO включает около 30 специализированных программных модулей, ориентированных на решение конкретных задач в области инженерной геодезии, цифровой картографии, маркшейдерии, землеустройства, проектирования различных объектов или их элементов и пр. Различные сочетания этих программ позволяют сформировать несколько вариантов программного обеспечения, с помощью которого решается комплекс задач в различных сферах деятельности: инженерно-геодезических изысканиях; геодезии и картографии; землеустройстве; линейных изысканиях; инженерной геологии; при проектировании железных и автомобильных дорог и их элементов,

объектов промышленного и гражданского строительства и пр. Такой подход максимально учитывает потребности производства, сохраняет возможность пополнения эксплуатируемых программ новыми технологическими линиями при полном сохранении методологии и общих принципов обработки разнородной информации и гарантированной информационной совместимости формируемых данных.

**Комплексный подход** к обработке информации обеспечивается применением эффективной «сквозной» технологии решения конкретных задач пользователя, начиная от создания исходной топографической основы и заканчивая проектом, разбивочным чертежом и иным документом, являющимся конечным продуктом деятельности проектно-изыскательской организации. При этом получаемый план местности становится не целью работ, а лишь средством ее достижения.

#### ▼ Список литературы

1. Калинин А.С. Технологическая линия для землеустроительных работ в CREDO // Геопрофи. — 2007. — № 2. — С. 61–63.
2. Пигин А.П., Васильков Д.М. Расширение функциональных возможностей комплекса CREDO для решения геодезических задач // Геопрофи. — 2006. — № 4. — С. 9–11.

#### RESUME

In the article the CREDO software is considered as an automated system for geospatial data processing. There are given engineering, mathematical, program, information and technological characteristics of the complex's soft- and hardware. The main attention is paid to the problems covering both processing the geodetic measurements and creating the terrain digital model. It is marked that the efficient throughput information technology is not the goal of the project but the means for solving the ultimate task faced by land use planning, planning and surveying and construction organizations.