



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

«Сибирский государственный университет геосистем и технологий»

Кафедра
Кафедра инженерной геодезии и маркшейдерского дела

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

КРЕДО ТЕХНОЛОГИИ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Конспект подготовил: **Репин А. С., доцент кафедры инженерной геодезии и
маркшейдерского дела СГУГиТ**

Новосибирск, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ДАННЫЕ И ИНФОРМАЦИЯ.....	3
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СБОРА И ОБРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННО ВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	9
СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ЦММ.....	11
МЕТОДЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА.....	14
ОБРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПК24	
ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	28
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС CREDO.....	39
CREDODAT — ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ.....	41
CREDO ТОПОПЛАН — СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ И ВЫПУСК ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ.....	44
CREDO ГЕНПЛАН — ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ	47
CREDO ГЕОЛОГИЯ — ОБЪЕМНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	52
ОБЪЕМЫ	55
CREDO ДОРОГИ — ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ГОРОДСКИХ УЛИЦ И МАГИСТРАЛЕЙ	57
CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ	60
ТРАНСКОР 1.1 — ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ.....	64

ДАННЫЕ И ИНФОРМАЦИЯ

Становление геоинформатики сделало актуальной проблема более или менее точного, однозначного или многозначного определения того, что понимается под термином «информация», чем она отличается от «данных» и «знаний». Термин «информация» стал общеупотребительным, постоянно встречаясь в газетах, теле- и радиопередачах, наемных и научно-популярных публикациях. Смысл его предельно ясен, а сам он легко заменяется не только в быту, но и науке такими словами как «сообщение», «сведения», «сигнал», «данные», «знания». При этом не обращают внимания на то, что эти понятия, имея много общего, заметно разнятся по своей сути.

Данные - совокупность фактов, представленных в каком-либо формализованном виде (в количественном или качественном выражений) для их использования в науке или других сферах человеческой деятельности. Иначе говоря: данные соответствуют дискретным зарегистрированным фактам относительно явлений, в результате мы получаем информацию о реальном мире. Слово «данные» происходит от латинского «datum», буквально означающего «факт». Тем не менее, данные не всегда соответствуют конкретным или действительным фактам. Иногда они неточны или описывают нечто, не имеющее место в реальной действительности (идею). Будем называть «данными» описание любого явления (или идеи), которое представляется достаточно ценным для того, чтобы его сформулировать и точно зафиксировать.

Применительно к характеризуемой нами сфере «данные» можно рассматривать и определять в трех контекстах: вне автоматизированной среды использования, внутри ее и в среде ГИС. В первых двух контекстах под «данными» понимаются либо факты, некие известные вещи (из которых могут быть выведены заключения), либо сведения, подготовленные для компьютерной обработки. Под данными в среде ГИС понимаются «вещи, известные об объектах реального мира» результаты наблюдений и измерений этих объектов. Элемент данных содержит три главные компоненты:

1. атрибутивные сведения, которые описывают сущность, характеристики, переменные, значения и тому подобные его квалификации;
2. географические сведения, описывающие его положение в пространстве относительно других данных;
3. временные сведения, описывающие момент или период времени, репрезентирующие элемент данных».

Данные – это строительный элемент в процессе создания информации. Они рассматриваются как объект обработки и основа для получения информации. Информация о различных природных социально-экономических явлениях воспринимается человеком с помощью его органов чувств, литературных источников, карт; снимков, измерительной аппаратуры и т.д.

Информация - одно из свойств предметов, явлений, процессов объективной действительности, созданных человеком автоматизированных систем управления, заключающееся в способности воспринимать внутреннее состояние и воздействия окружающей среды, передавать сведения (сообщения) и накопленные данные другим предметам, явлениям, процессам.

Данные - это атрибут информации, обозначает факты, понятия, инструкции, которые представлены в условной форме, удобной для пересылки, интерпретации и обработки человеком или автоматическими средствами. В то же время информация – это смысл вкладываемый человеком в данные на, основании известных соглашений, используемых для их представления.

Отметим также проявление различий между данными, информацией и знаниями в технических системах. Так, вначале появились Банки данных, позднее оформились географические информационные системы и, наконец, появились системы, основанные на знаниях, - интеллектуальные системы.

В практическое понимание информации сегодня в основном включается: процессы обмена разнообразными сведениями между людьми, человеком и автоматом - актуальная информация, процессы взаимодействия объектов

неживой природы - потенциальная информация, степень сложности, организованности, упорядоченности той или иной системы.

Тем не менее, складывается парадоксальная ситуация - существуют количественные методы вычисления информации, множество определений понятия информации, но эти качественные теории не дают адекватного, качественного же понимания того, что вычисляют, когда производят расчет количества информации. Иными словами, количественная сторона проблемы относительно развита, но не обеспечена качественным пониманием объекта вычисления.

В литературе, посвященной определению сферы деятельности и задач геоинформатики, а также оконтуриванию ее связей и границ со смежными с нею областями науки и техники (прежде всего с картографией и дистанционным зондированием) можно встретить схемы, иллюстрирующие как линейные связи от дистанционного зондирования через геоинформатику к картографии, так и схемы, включающие первые две области в картографию или наоборот поглощающие картографию вместе с дистанционным зондированием, фотограмметрией, топографией и другими науками, имеющими дело с пространственным представлением явлений, в единую сферу геоинформатики. Для последнего случая в ряде стран (прежде всего в Канаде) стал использоваться термин "геоматика" (от географии и информатики).

Универсальное множество пространственно-временных моделей

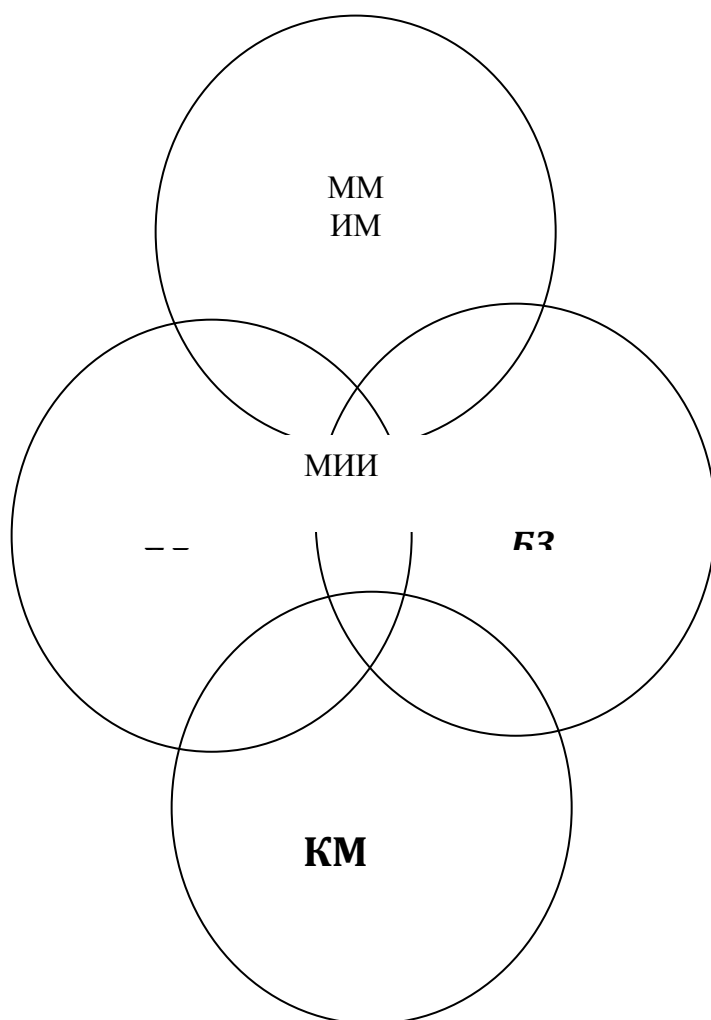


Рис.1. Принятые сокращения:
 БД-банки данных; ММ-математические модели; ИМ-имитационные модели; БЗ-банки знаний; КМ -картографические модели; ФМ-фотометрические модели; МИИ-модели искусственного интеллекта.

3) карты - основное средство географической интерпретации и организации данных дистанционного зондирования и другой используемой в ГИС информации (статистической, аналитической и т. п.);

4) картографический анализ - один из наиболее эффективных способов выявления географических закономерностей, связей, зависимостей при формировании баз знаний, входящих в ГИС;

5) математико-картографическое и ЭВМ - картографическое моделирование - главное средство преобразования информации в процессе обеспечения принятия решений, управления проведения экспертиз, составления прогнозов развития геосистем и т.п.;

6) картографическое изображение - целесообразная форма представления информации потребителям, а автоматическое изготовление оперативных и базовых карт, трехмерных картографических моделей, дисплей - фильмов - одна из главных функций ГИС.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СБОРА И ОБРАБОТКИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ

При цифровом картографировании исходным укрупненным процессом является **сбор цифровой информации** в ходе наземной съемки, фотограмметрической обработки аэрофотоснимков, дигитализации (преобразования в цифровую форму) имеющихся картографических материалов, обследования объектов местности и подземного хозяйства (или дешифрирования снимков). Все эти работы выполняют разными способами и приборами, по различным технологиям и, следовательно, их характеризует многообразие форм получаемых данных (различные системы координат, состав, форматы, коды данных и т. д.). Результаты съемочных работ содержат всю необходимую для создания карты дискретную информацию о взаимном пространственном расположении объектов местности и их качественных характеристиках, представленную в разных формах (алфавитно-цифровой, графической или в специальных технологических кодах), с разным содержанием и структурой данных.

Следующий укрупненный процесс цифрового картографирования - цифровая обработка топографической информации содержит три самостоятельных этапа работ.

Первый этап - это первичная обработка собираемых материалов и приведение многообразной топографической информации к единому стандартизированному виду. Она предусматривает (Вычисление плоских или пространственных координат съемочных точек в заданной системе, формирование съемочной информации по ее принадлежности к объектам местности.

Вторым этапом цифровой обработки является **создание ЦММ**. Это новая форма представления топографической информации составляет одно из основных принципиальных отличий метода цифрового картографирования от традиционных методов.

Третий этап цифровой обработки топографической информации заключается в **формировании на основе ЦММ цифровых моделей всех элементов создаваемой карты**, т. е. в преобразовании ЦММ в цифровую карту. Этот процесс является аналогом традиционного процесса камерального изготовления и оформления составительского оригинала карты. Здесь топографическая информация, содержащаяся в ЦММ, трансформируется в картографическую в соответствии с конкретными требованиями к содержанию, масштабу, высоте сечения рельефа горизонталями, математической основе, системе условных знаков и т. д. Конкретными объектами обработки являются отдельные структуры ЦММ. В состав этой обработки входят процессы аппроксимации рельефа и интерполирование горизонтален, формирование моделей условных знаков, размещение этих знаков, автоматизированного редактирования и генерализации, сводки по рамкам и т. д.

Параллельно с цифровой обработкой осуществляется еще один важный процесс цифрового картографирования - **накопление и хранение ЦММ**. Основой его является банк данных. Он представляет собой сложную систему, в которую входят накапливаемый фонд данных (база данных) и программный комплекс, обеспечивающий работу с этими данными (система управления базами данных). Такая форма накопления информации обеспечивает качественно новый уровень использования геодезических, топографических и картографических данных.

Важным заключительным процессом цифрового картографирования является **графическое отображение содержания цифровой карты** с помощью ЭВМ и систем графического вывода, графопостроителей и графических дисплеев. Содержание этого процесса во многом определяется аппаратными и программными особенностями применяемых систем графического отображения.

Перечисленные информационные процессы составляют сущность цифрового картографирования местности.

СУЩНОСТЬ И ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ЦММ

Сущность и содержание топографических работ определяет метод моделирования, при котором данному реальному физическому объекту—местности—ставится в соответствие некоторый объект, называемый моделью. Под моделью понимают объект (например, систему, знаковое образование), подобный моделируемому. Цифровая модель местности, ЦММ (digital terrain model, РТМ) - сип, математическая модель местности, МММ - цифровое представление пространственных объектов, соответствующих объектовому составу топографических карт и планов, используемое для производства цифровых топографических карт; "множество, элементами которого являются топографо-геодезическая информация о местности и правила обращения с ней".

С позиций топографо-геодезического производства эти модели представляют собой некоторую информационную систему свойств местности и могут быть как моделями отдельных объектов (здания, дороги), так и моделями различных совокупностей объектов, начиная от аспектного набора объектов (гидрография, растительность) их совокупностей (ситуация, рельеф) и кончая моделью всей системы объектов (местности). По форме представления модели могут быть абстрактными (например, дорога отображается линией, дерево—в виде точки, совокупность отдельных деревьев—в виде площадного объекта—леса), цифровыми топографическими (ЦММ), цифровыми картографическими (цифровая карта) и картографическими (карта, план). При этом Модели могут отображать все топографические свойства или только их часть (например, контурная карта отображает только геометрические свойства местности).

Принятие ЦММ в качестве информационной основы автоматизированного картографирования и информационных систем накопления топографической информации в банках данных определили сущность ЦММ как совокупности

информации о всех элементах местности— рельефе, ситуации, топографических объектах.

Появились узко ориентированные модели: цифровые модели рельефа или цифровые модели поверхности, цифровые модели ситуации, цифровые модели застройки или цифровые модели контуров, цифровые модели топографических объектов. Были сформулированы и более общие понятия: «цифровая модель среды» или «комплексная цифровая модель рельефа» как результат синтеза топографо-геодезической и другой информации.

Главные особенности и свойства цифровых моделей местности.

- Отличительная особенность цифровой модели местности — ее содержание, ориентированное на отображение топографических свойств местности. Поэтому цифровую модель местности называют топографической моделью или указывают, что она содержит топографическую информацию.

- Важной особенностью ЦММ является наличие структуры в виде упорядоченного множества точек или чисел, совокупности взаимосвязанных точек и элементов.

- Характерная черта ЦММ—дискретная форма представления информации, что обусловлено применением ЭВМ для целей моделирования.

Наряду с перечисленными особенностями имеется еще ряд свойств ЦММ, обеспечивающих решение топографических и инженерных задач: адекватность модели

исходному объекту—местности, непрерывность, точность, однозначность и реальность модели.

Цифровая карта (ГОСТ 21667—76) - «цифровое отображение содержания карты, записанное на магнитной ленте или каком-либо другом носителе». Необходимо отличать это понятие от другого широко распространенного— «цифровая модель местности» (ГОСТ 22268—76).

Карта сама по себе является специфической моделью местности. Её цифровое отображение в силу естественной транзитивности отношения «быть моделью» также может рассматриваться в качестве модели местности. В

отличии от топографической ЦММ цифровая карта моделирует местность с помощью специфических средств картографии.

Пример: дорога в топографической ЦММ может быть задана в виде множества характерных точек оси с указанием ширины проезжей части, в то время как на цифровой карте эта дорога будет задана двумя параллельными линиями в дискретной или аналитической форме. Следовательно по аналогии с топографической ЦММ цифровую карту можно называть «цифровой картографической моделью местности». Топографическая ЦММ является первичной моделью местности, а цифровая карта и собственно карта могут быть моделями второго и третьего уровня, в зависимости от последовательности их создания:

топографическая цифровая модель местности → цифровая обработка → цифровая карта - графическое отображение → карта;

топографический оригинал → составление - карта → дигитализация → цифровая карта.

Базовым понятием цифрового картографирования является «цифровая (топографическая) модель местности». Составными частями ЦММ являются «цифровая модель рельефа» и «цифровая модель ситуации». Следующими по уровню детализации понятиями будут «цифровая модель топографической поверхности» и «цифровая модель топографического объекта».

Принципиальная сущность цифрового картографирования заключается в следующем, содержание модели составляет топографо-геодезическая информация; модель представляет собой некоторую систему данных, поэтому характеризуется определенной структурой; модель обладает рядом свойств (точность, адекватность, однозначность и др.) и может быть описана набором параметров; модель создается посредством сбора и преобразованиях топографической информации по определенным математическим законам в соответствии с некоторым алгоритмом (т. е. в результате информационного процесса).

МЕТОДЫ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА

Анализ данных, являясь частью одного из крупных модулей ГИС (обработки информации; наряду с её вводом и выводом), составляет ядро геоинформационных технологий, все остальные операции которых с некоторой точки зрения могут представляться сервисными, обеспечивающими возможность выполнения системой ее основных аналитических и моделирующих функций. Существуют различные классификации, позволяющие сгруппировать различные элементарные операции аналитического характера или их последовательности в группы:

- 1) операции переструктуризации данных;
- 2) трансформация проекций и изменение систем координат;
- 3) операции вычислительной геометрии;
- 4) оверлейные операции (наложение разноимённых и разнотипных слоев данных);
- 5) общие аналитические, графо-аналитические и моделирующие функции.

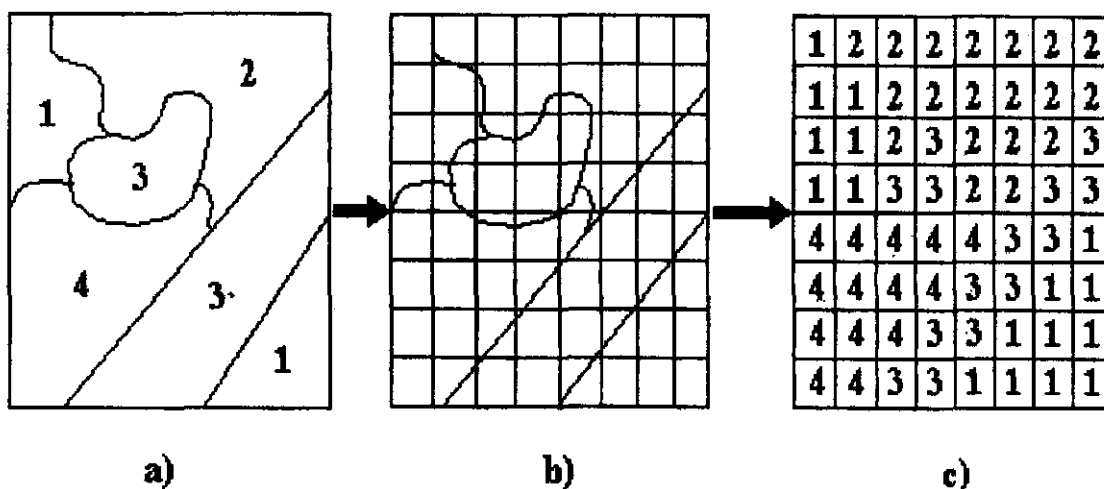
Переструктуризация данных. Пространственные данные нуждаются в некоторых предварительных операциях, позволяющих адаптировать эти данные к дальнейшей обработке и приложениям. Наиболее практически важными операциями этой группы являются операции преобразования данных из векторного в растровые представления и обратно - задачи, связанные не только с их импортом/экспортом при взаимодействии с другими средами, но и для обеспечения работы с ними в ГИС, поддерживающих как растровые, так и векторные форматы.

Имеются и разрабатываются всё новые алгоритмы перехода от растрового формата к векторному и наоборот. Преобразования типа "растр - вектор" и "вектор - растр" становятся всё более распространёнными. Преобразование типа "вектор - растр" (векторно-растровое преобразование) - типичная задача растровых ГИС с поддержкой векторного ввода данных.

Она должна решаться и в случае необходимости непосредственного вывода векторных данных на устройства печати дискретного типа (матричные и лазерные принтеры), подготовки данных к визуализации средствами графических редакторов (и при визуализации на растровых видеокранах вообще).

Векторно-растровое преобразование может использоваться для генерализации изображения. Детальность исходного векторного изображения и цели растеризации определяют при этом порог, за которым следует недопустимо большое "загрубление" исходного изображения.

Векторно-растровое преобразование



а) набор векторных данных в виде полигонов с их номерами б) регулярная квадратная сеть с необходимым размером ячеек, накладываемая на исходное векторное изображение; принадлежность ячейки полигону определяется положением ее геометрического центра

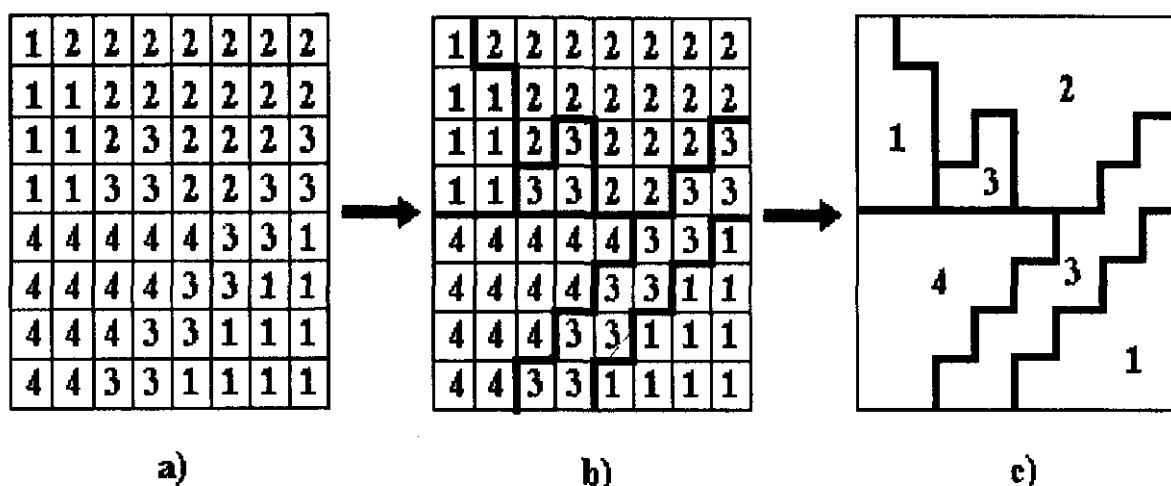
с) ячейка получает номер того полигона, к которому она принадлежит

Обратная задача - растрово-векторное преобразование, - используется в приложениях, связанных с интерпретацией цифровых (например, аэрокосмических) изображений, в методах аналогово-цифровых преобразований цифрового растрового картографического изображения, полученного путём сканирования оригинала с последующей векторизацией в

рамках современных смешанных растрово-векторных технологий цифрования карт и в других приложениях геоинформационных и автоматизированных картографических технологий. Идея такого преобразования также достаточно проста (рис. 6), однако её реализация сталкивается с большими трудностями, хотя наиболее трудо- и времяёмкие стадии этого процесса поддаются автоматизации: фильтрация исходного растрового изображения, подавление "шумов", индикация и устранение разрывов линий, их утончение и "скелетизация" изображения; вслед за которыми применяются "ручные" и автоматизированные операции корректировки геометрии и топологии результирующей векторной записи.

Некоторые из побочных эффектов растрово-векторного преобразования приводят к появлению небольших по размерам "паразитных" полигонов, нарушающих топологию сети полигонов.

Растрово-векторное преобразование



а) результаты классификации растрового изображения - ячейки сети пиксел с номерами классов

б) выделение границ разных классов

в) выделение полигонов, описываемых номером класса и последовательностью координат его границ /

Трансформация проекций и изменение систем координат. В этот блок входят операции пересчёта координат пространственных объектов (ротации,

сдвига, масштабирования осей и т. п) трансформации, связанные, например, с "укладкой" объектов (относительно множества которых можно предполагать случайные или систематические погрешности местоуказания) в систему опорных точек с точно известными координатами с применением эластичных (линейных, аффинных) преобразований, и, наконец, трансформация картографических проекций как наиболее сложная подгруппа операций.

Операции вычислительной геометрии. Программные средства ГИС предоставляют пользователю возможности выполнения некоторых картометрических операций: расчёт площадей, периметров, длин ломаных линий, координат центроидов полигонов.

Так же к задачам вычислительной геометрии принадлежат такие операции как, определения принадлежности точки внутренней области полигона (или линейного объекта), описание геометрических и топологических отношений точечных, линейных и полигональных объектов двух разноимённых слоев в целом при их наложении (оверлее).

Оверлейные операции. Суть этого достаточно средства анализа множества разноимённых и разнотипных по характеру локализации объектов состоит в наложении двух разноимённых слоев (или множества слоев, большего двух, при многократном повторении операции попарного наложения) с генерацией производных объектов, возникающих при их геометрическом наложении и наследованием их семантики (атрибутов).

Общие аналитические, графоаналитические и моделирующие функции. К ним относят такие операции как расчёт и построение буферных зон, анализ сетей, цифровое моделирование рельефа.

Расчёт и построение *буферных зон* - областей построенными относительно множества точечных, линейных, и площадных объектов. Эта операция широко используется при решении задач оценки зоны существующей или проектируемой сети транспортных коммуникаций, например, санитарной 50-метровой зоны автомагистрали, связанной с повышенным шумовым или химическим загрязнением.

Анализ сетей. Одна из немногих групп аналитических операций, приближающихся к моделирующим операциям и позволяющая решать классические оптимизационные задачи на сетях, например, определение оптимального маршрута движения и т. п. Развитый блок анализа сетей имеют немногие программные средства ГИС.

Цифровая модель рельефа

Цифровая модель рельефа, ЦМР – средств цифрового представления 3-мерных пространственных объектов (*поверхностей рельефов*) виде трехмерных данных как совокупности высотных отметок или отметок глубин и иных значений аппликата (координаты Z) в узлах регулярной сети с образованием матрицы высот, нерегулярной треугольной сети или как совокупность записей горизонталей (изогипс, изобат) или иных изолиний. Наиболее распространенными способами цифрового представления рельефа является, растровое представление и особая модель пространственных данных, основанная на нерегулярной треугольной сети и. аппроксимирующая рельеф многогранной поверхностью с высотными отметками (отметками глубин) в узлах треугольной сети. Процесс цифрового моделирования рельефа включает создание ЦМР, их обработку и использование. Источниками исходных данных для создания ЦМР суши служат топографические карты, аэрофотоснимки, космические снимки и другие ДДЗ (Данные дистанционного зондирования), данные альтиметрической съемки, систем спутникового позиционирования, нивелирования и других методов геодезии, подводного рельефа акваторий (батиметрии) –морские навигационные карты, данные промерных работ, эхолотирования, в том числе с использованием гидролокатора бокового обзора; рельефа поверхности и ложа ледников -аэросъемка, материалы фототеодолитной и радиолокационной съемки. Обработка ЦМР служит для получения производных морфометрических или иных данных, включая вычисление углов наклона и экспозиции склонов; анализ

видимости/невидимости; построение трехмерных изображений, профилей поперечного сечения, оценку формы склонов через кривизну их поперечного и продольного сечения, вычисление положительных и отрицательных объемов, генерацию линий сети тальвегов и образующих каркасную сеть рельефа.

Цифровое моделирование рельефа. В отличие от цифровых представлений точечных, линейных и площадных (полигональных) объектов, трёхмерные объекты - поверхности, поля, "рельефы", к наиболее распространённому типу которых принадлежит физический (топографический) рельеф земной поверхности, требуют особых форм представления, поскольку их пространственное положение должно описываться не только плановыми, но и высотными координатами. Множественность существующих представлений отражает актуальное многообразие технологий цифрования источников, способов формализованного описания, входных форматов и методов обработки соответствующих данных в условиях разнообразия типов источников и целей цифрового моделирования рельефа.

Одна из главных причин разнообразия способов и технологий создания и обработки цифровой модели рельефа (ЦМР) - множественность типов источников исходных данных о рельефе, вызванная, в свою очередь, многообразием способов получения и организации первичных измерительных сведений. Среди них геодезические работы и топографическая съёмка местности, стереофотограмметрическая обработка фототеодолитных, аэро- и космических снимков, альтиметрическая съёмка (рельеф суши), промерные работы и эхолотирование подводного рельефа акваторий океанов и внутренних водоёмов, радиолокационная съёмка рельефа ледникового ложа. Каждый из этих типов источников включает в себя опять-таки набор различных вариантов получения и обработки исходных данных, связанный с различиями в приборно-инструментальной базе выполнения соответствующих работ. Например, полевая топографическая съёмка может выполняться с использованием методов геометрического и тригонометрического нивелирования, баронивелирования,

лазерных нивелиров, тахеометрии, мензульной съёмки, планово-высотного координирования съёмочных пикетов на основе глобальной системы позиционирования GPS и т. д.

Принципиально важно, что во всех перечисленных случаях окончательным видом оформления данных о рельефе являются топографические, общегеографические, гипсометрические, топонимические, морские, навигационные и иные карты и планы. В дальнейшем они используются для составления более мелкомасштабных генерализованных картографических изображений и служат основным (практически наиболее распространённым) типом вторичных (производных) данных о рельефе для его цифрового моделирования. Сложность представления трёхмерных объектов на картах исторически породила множество способов картографического изображения рельефа. На сегодняшних общегеографических картах суши рельеф представлен композицией трёх средств картографической выразительности с принципиально разными условиями пространственной локализации объектов: системой изолиний (горизонталей, изогипс), множеством отметок высот и совокупностью точечных внемасштабных, линейных и площадных знаков, дополняющих изображение рельефа горизонталями (знаки оврагов и промоин, сухих участков рек, обрывов, бровок, оползней, осыпных участков, скал, карстовых воронок, курганов, наледей, ледников и т. д.), но не всегда уточняющих (а иногда и нарушающих) его метрику. Топографические карты лишены к тому же изображения рельефа акваторий и не дают достаточно детального рельефа ледников (как впрочем и высокогорий альпийского типа вообще). Поэтому на сегодня они могут рассматриваться как безусловно основной, но достаточно сложный и нетехнологический источник цифровых данных о рельефе, требуя, как показал опыт различных топографических служб, совместного использования при цифровании нескольких исходных слоев данных (например, цветоделённых оригиналов рельефа, гидросети и надписей).

Д. В. Лисицким предложена классификация моделей топографических поверхностей по характеру распределения образующих их множеств точек местности:

- 1) геометрически упорядоченная (регулярная) модель с заданием поверхности в вершинах правильных геометрических фигур;
- 2) геометрически упорядоченная (аналоговая) модель с расположением точек на горизонталях, структурных линиях и в характерных точках поверхности;
- 3) полурегулярная модель как комбинация первых двух типов;
- 4) хаотическая (случайная) модель с произвольным расположением точек дискретизации поверхности.

Наиболее широкой областью приложений ЦМР продолжает оставаться картография, обслуживающая нужды общегеографического картографирования суши (универсальные и специализированные топографические планы и карты) и батиметрического картографирования акваторий (топобатические, топографические карты акваторий и морские навигационные карты). Способы получения и формы представления ЦМР опираются при этом на технологии, принятые в государственных топографо-геодезических, картографических и океанографических службах, систем автоматизированного картографирования, нацеленных на автоматизацию процессов сбора и обработки топографической информации, обновление карт и их издание.

Пространственный анализ, выполняемый на ЦМР, позволяет решить задачи, связанные с ориентацией элементарных склонов. Примером тому могут служить исследования по анализу динамики инсоляции и оценке пространственного распределения по физической поверхности прямой, рассеянной и суммарной солнечной радиации путём интегрирования её прихода в течение года в осреднённых условиях облачности, спектральной прозрачности атмосферы и свойств подстилающей поверхности в комплексных геоэкологических исследованиях, в агроэкологических целях, для

ректификации аэрокосмических изображений пересечённого рельефа и снятия эффектов, вызванных неравноосвещённостью склонов.

Другой крупной группой приложений ЦМР является комплекс методов их анализа и получения производных морфометрических и структурных характеристик рельефа. К ним принадлежит выделение и анализ структурных линий и особых точек рельефа по ЦМР с плотными регулярными решётками в морфометрических целях, а также для перехода к структурным и структурно-лингвистическим цифровым представлениям рельефа. Возможность выделения линий эрозионной сети, сетей тальвегов и водоразделов позволяет выполнить автоматическое оконтуривание водосборных бассейнов как производных единиц картографирования. К наиболее широко используемым операциям морфометрического анализа ЦМР относят расчёты крутизны склонов (углов наклона) и экспозиции склонов, а также их формы. Однако более "глубокие" процедуры автоматизации традиционного морфометрического анализа, включая показатели вертикального и горизонтального расчленения, интегральные морфометрические характеристики рельефа остаются пока редкостью, реализуясь в немногих методиках и программных продуктах.

К числу задач, обязанных своей постановке и решению именно возможностям обработки ЦМР (ввиду чрезвычайной трудоёмкости или невозможности их выполнения в неавтоматическом режиме), принадлежат процедуры расчёта и визуализации зон видимости и невидимости, используемые в оборонных приложениях, проектировании радиорелейных сетей, для оценки возможности индикации возникновения лесных пожаров контролируемой территории с наблюдательных вышек и т. п.

Многие из существующих программных средств обработки ЦМР включают возможности трёхмерного воспроизведения участка рельефа. Полученные нитяные блок-диаграммы (обычно как композиция параллельных сечений поверхности с экранированием невидимых линий, совокупность изолиний или в ином виде) используются для быстрой визуализации, контроля, корректировки поверхностей. Трёхмерные модели могут служить основой

визуализации нерельефных слоев данных - подобные тематические блок-диаграммы распространены в иллюстративной машинной графике и для генерации отчётных документов, обладающих повышенной наглядностью. Эта линия развития возможностей трёхмерной визуализации ЦМР получила чрезвычайно эффектное развитие в методах имитации различных ландшафтных особенностей территории, текстурных деталей поверхности, атмосферных условий видимости, освещённости, иных способов повышения степени реалистичности трёхмерных дистанционных изображений.

ОБРАБОТКА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПК

Общие сведения

В геодезической практике все большее внимание уделяется созданию локальных геодезических построений, а также автономному развитию геодезических сетей с применением спутниковых, инерциальных и других систем. В ряде случаев строятся, так называемые свободные геодезические сети, в которых имеется минимум исходных данных или их вообще нет, т.е. когда все без исключения пункты являются определяемыми. Такие построения используются в качестве геодезической основы для производства инженерно-геодезических работ на строительных площадках, выполнения кадастровых съемок, для наблюдения за деформациями и осадками зданий и уникальных сооружений, а также для наблюдений за современными вертикальными и горизонтальными движениями земной поверхности.

Особое внимание заслуживает математическая обработка геодезических построений с применением компьютерной техники. В некотором смысле, компьютер можно отождествить с черным ящиком, когда погрешность, обусловленная некорректным алгоритмом, может возрасти многократно и привести к весьма ошибочным выводам. Поэтому в процессе автоматизированной обработки данных существенное значение приобретают надежные алгоритмы и программные средства, а также удобные пользовательские интерфейсы (рис.1).

При разработке алгоритмов и программ для ПК важное значение имеет выбор рационального математического аппарата. Практически все современные ПК приспособлены для обработки информации представленной в виде таблиц или матриц. Поэтому применение матричного исчисления и теории линейной алгебры, при решении целого ряда задач, может существенно повысить качество программирования и эффективного использования компьютеров.

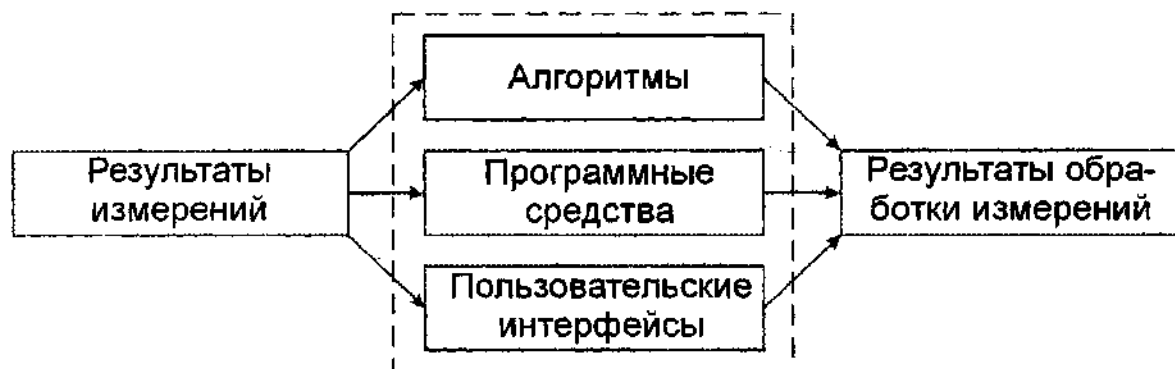


Рисунок 1 - Обработывающий фильтр» результатов геодезических измерений

Краткие сведения о геодезических сетях

Геодезические сети позволяют определять расположение отдельных точек земной поверхности относительно исходных точек, координаты которых определены или известны заранее. При создании геодезических сетей производятся топографо-геодезические работы имеющие целью определить относительное положение на земной поверхности" опорных точек, т.е. координаты и высоты.

Геодезическая сеть - это совокупность точек, закрепленных на местности, положение которых определено в общей для них системе координат. Закрепленная на местности точка геодезической сети называется геодезическим пунктом. Относительно геодезических пунктов определяют положение любой точки на местности при съемке.

Методы построения геодезических сетей

Построение геодезических сетей осуществляется следующими методами (и их комбинацией):

Прямая геодезическая задача

Состоит в определении координат конечной точки линии по длине ее горизонтального проложения, ориентирному (дирекционному) углу и координатам начальной точки

где: X, Y - координаты геодезических пунктов;

S - расстояние (горизонтальное проложение) между пунктами;

α - ориентирный (дирекционный) угол.

Обратная геодезическая задача

Заключается в определении горизонтального проложения и ориентирного направления линии по известным координатам двух точек (преобразование прямоугольных координат в полярные).

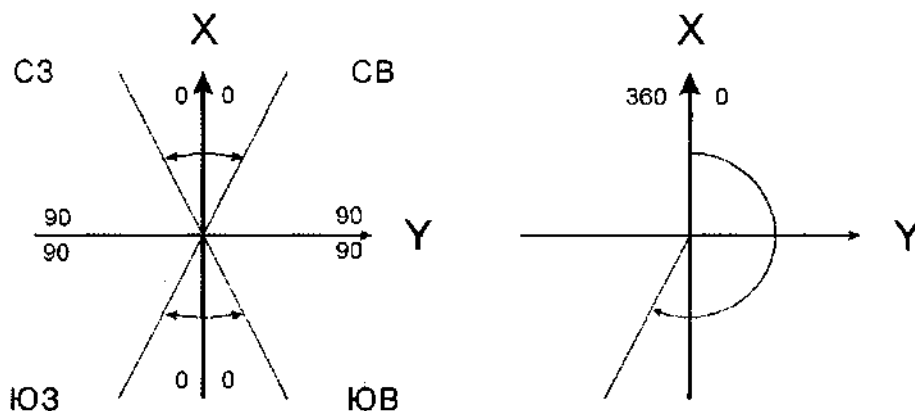
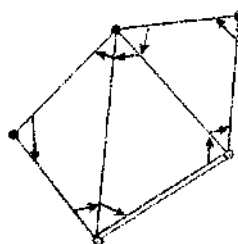


Рисунок 2 - Схема определения румба и ориентирного (дирекционного) угла

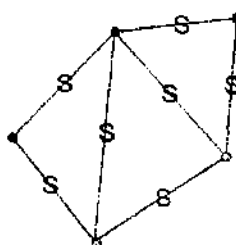
1. Триангуляция

Метод построения геодезической сети в виде примыкающих друг к другу треугольников, в которых измеряют все углы и длину хотя бы одной стороны, называемой базисом.



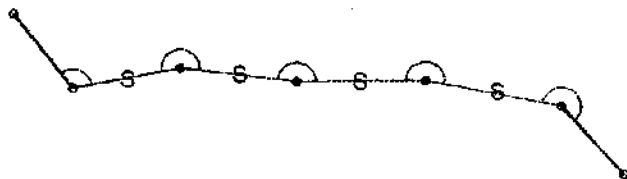
2. Трилатерация

Метод построения геодезической сети в виде примыкающих друг к другу треугольников, в которых измеряют длины всех сторон



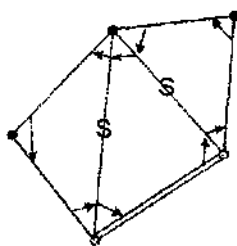
3. Полигонометрия

Метод построения геодезической сети в виде системы замкнутых или разомкнутых ломаных линий, в которых непосредственно измеряют все элементы: углы поворота и длины сторон.



4. Линейно-угловые сети

Метод построения сетей, в которых сочетаются линейные и угловые измерения. Являются наиболее надежными (жесткими).



ПРИКЛАДНЫЕ ПРОГРАММЫ ОБРАБОТКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

В настоящее время, обработка геодезических данных без использования компьютера не представляется возможной. Это связано не только с повышенным объемом вычислений, сколько с общей автоматизацией геодезического производства, внедрением автоматизированных технологий сбора геодезической информации, автоматизированных систем геодезического контроля за состоянием сооружений. В следствии этого, возникает необходимость изучения различных прикладных программ для обработки геодезических измерений, а так же программ, позволяющих выполнять последующие манипуляции с геодезическими данными, например, системы ЦММ, ГИС, базы данных и т.п.). Прикладные программы ориентированы в первую очередь на узкий спектр решаемых задач. Иногда (в последнее время чаще), прикладные программы «строятся» из нескольких блоков (программных модулей) и называются в этом случае - программными комплексами. Программный комплекс представляет собой набор программных модулей решающих различные задачи, работоспособных как в составе комплекса, так и индивидуально (независимо от других программ комплекса) и поддерживающих какой либо формат, используемый для обмена данными между модулями комплекса.

Прикладные программы для обработки геодезических измерений можно разделить на два класса: специализированные и общего применения.

К программам общего применения относятся различные программы позволяющие выполнять математические расчеты любого вида и сложности. В качестве примера можно привести программу Microsoft Excel - электронные таблицы. Данные программы целесообразно использовать для небольшого объема данных и несложных вычислениях. Кроме того, они подходят для предварительной обработки геодезических данных. К достоинствам программ общего применения можно отнести их

распространенность и легкое освоение. Недостатком является необходимость хорошо знать методы и формулы обработки геодезических данных. Однако этот недостаток может быть обращен в достоинство при обучении методам математической обработки данных. Еще одним недостатком является необходимость корректировки расчетных ведомостей (набора формул в таблицах) при изменении количества обрабатываемой информации.

Рассмотрим в качестве примера использования электронных таблиц решение важнейшей задачи при обработке геодезических измерений обратную геодезическую задачу. Данный пример иллюстрирует возможности электронных таблиц по обработке геодезических данных и в тоже время, дает представление о достаточной сложности решения этой задачи.

При обработке большого количества данных необходимо использовать специализированные программы. Специализированные программы можно разделить на два вида: *стандартные* и *индивидуальные*.

К *стандартным* программам относятся программные продукты нашедшие широкое применение благодаря набору функций, качеству работы, пользовательскому интерфейсу и стоимости. Этот вид программ содержит заранее определенный (разработчиками) набор функций не расширяемый пользователем, но отлично настроенных на обработку данных. При использовании стандартных программ, знание технологии обработки (особенно математической обработки) не требуется, необходимо только соблюдать установленный порядок действий для успешного решения поставленной задачи. Примерами стандартных программ могут служить: программный комплекс «КРЕДО»; программный комплекс «АРМИГ»; программный комплекс «ТОПОГРАД». Программный комплекс «АРМИГ» (автоматизированное рабочее место инженера-геодезиста) является предшественником «КРЕДО» (на топографо-геодезических предприятиях) и предназначен для уравнивания и оценки точности геодезических сетей, решения инженерно-геодезических, фотограмметрических и других задач на

компьютере. «АРМИГ» работает в операционной системе MS-DOS или в сеансе MS-DOS операционных систем Windows 9.x (95/98/ME).

Программный комплекс «АРМИГ» имеет ряд недостатков снижающих его потребительские качества, например, является весьма чувствительным к некорректной исходной информации и не «прощает» ошибок ввода исходных данных. Вместе с тем, пользовательский интерфейс не совсем удобен для выявления причин прерывания работы программы. Все это требует от исполнителя тщательной подготовки и внимательного ввода исходных данных и результатов измерений.

Программный комплекс «ТОПОГРАД» является обновленной версией программы «АРМИГ» с исправленными недостатками и дополнительными функциями. Однако пользовательский интерфейс и системные требования (операционная система) остались практически без изменений.

Кроме *стандартных*, в классе специализированных программ существуют еще *индивидуальные* программы. К ним относятся программы предназначенные для обработки специальных- видов измерений или выполнения специальных (не широко распространенных видов) вычислений, например, обработка сетей первого класса, уравнивание кольцевой микротриангуляции и т.п. индивидуальные программы создаются на геодезических предприятиях для конкретного вида работ и чаще всего используются только в пределах одной организации. Для создания программ используются распространенные языки программирования (BASIC, PASCAL, C и т.д.) которые можно назвать инструментальными средствами прикладных программ.

Аппаратное и программное обеспечение

На протяжении последних десятилетий активно ведутся исследования и разработки в области использования достижений современной науки для их применения в топографо-геодезическом производстве. В результате этих поисков появились геодезические приборы, которые существенно облегчают работу исполнителя, как при производстве полевых работ, так и при

предобработке геодезических измерений (вычисление координат, решение задачи разбивки, уравнивание и т.п.). Проследивая историю развития геодезического приборостроения, основные его достижения ценные для автоматизации геодезических работ можно представить в виде схемы.

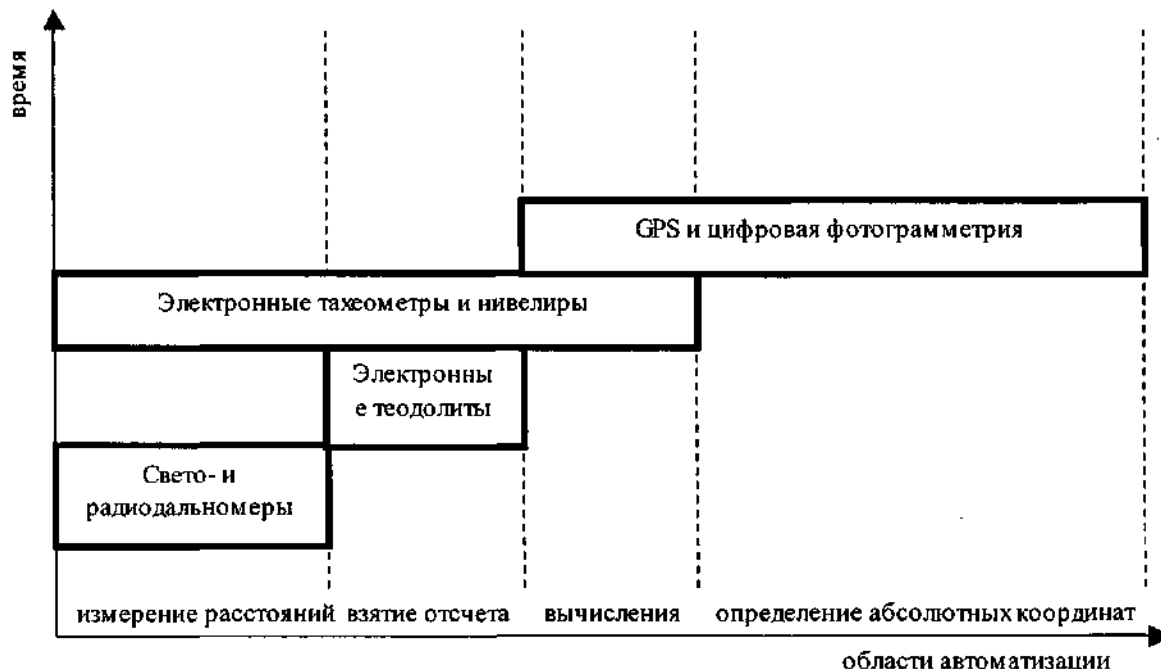


Рисунок 3 - История автоматизации геодезических работ

Как видно из рисунка, процесс автоматизации движется в сторону автоматического определения абсолютных координат точки в единой системе координат, при этом, точность определения координат стараются довести до точности достигаемой обычными методами (приборные наземные измерения). Рассмотрим основные типы современных приборов, а также их основные функции.

Свето- и радиодальномеры. Как отдельные устройства используются только при высокоточных измерениях расстояний. В большинстве современной геодезической технике являются встроенными, и обеспечивая точность, необходимую для выполнения прикладных задач (в зависимости от области использования базового устройства).

Электронные теодолиты. Первые геодезические приборы, которые позволяли снимать отсчет автоматически с использованием специального отчетного устройства (на основе муарового эффекта). В настоящее время в

России используются мало, так как являются довольно дорогими приборами, но обеспечивают высокую точность измерений 0,6" (триангуляция, определение деформаций сооружений, а также контроль за их состоянием).

Электронные тахеометры. Основные геодезические приборы нашедшие наиболее широкое применение в большинстве видов геодезических работ. Своей популярностью они обязаны встроенным функциям, которые обеспечивают автоматизацию измерений и вычислений, а также своим техническим параметрам. При небольшом весе, электронные тахеометры позволяют помимо измерений обрабатывать полученную информацию, а также хранить ее до момента камеральной обработки. Перечислим основные функции электронных тахео-метров:

- 1 автоматическое взятие отсчета (точность угловых измерений $\approx 1,5''$ - $3''$);
- 2 измерение расстояний встроенным светодальномером;
- 3 регистрация (хранение) информации об измерениях;
- 4 вычисление координат измеряемой точки (X, Y, H(Z));
- 5 учет атмосферных поправок при измерениях;
- 6 компенсация наклонов прибора в момент измерений;
- 7 контроль за установкой прибора (допустимые отклонения установочных уровней);
- 8 вычисление элементов разбивки;
- 9 поддержка системы полевого кодирования объектов местности при съемке;
- 10 вынос точек по координатам и т.п.;
- 11 удобное управление (дисплей и клавиатура).
- 12 обработка измерений (прикладное программное обеспечение):
 - а) определение ортогональных отстояние точки от принятой системы осей координат;
 - б) определение пролета;
 - в) определение высот объектов и т.д.

Электронные нивелиры. Также как и электронные тахеометры обладают электронной системой компенсации наклонов, имеют регистрирующее устройства и т.п. Отсчет осуществляется по специальной рейке, которая похода на обычную рейку, только в место сантиметровых (миллиметровых) делений нанесены штрихи напоминающие товарный штрих-код. Точность электронных нивелиров «0,2-2мм в зависимости от модели нивелира.

GPS. Система глобального позиционирования - система, основанная на использовании сети состоящей из космических спутников и наземных станций. Орбиты спутников и их количество подобраны таким образом, чтобы обеспечить видимость созвездие хотя бы четырех спутников в любой точке Земли в любое время. Благодаря этому, координаты точки определяются решением пространственной линейной засечки, в которой расстояния определяются между приемником (сенсором) наземной станции и спутниками, входящими в созвездие.

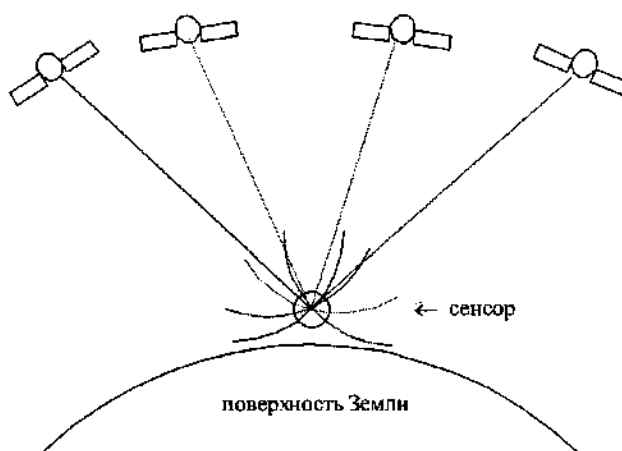


Рисунок 4 - Пространственная засечка при спутниковых измерениях

Координаты точки с использованием спутниковой аппаратуры могут быть получены двумя способами:

1. Абсолютное определение координат. Определение выполняется одним приемником. Достаточно невысокая точность координат «1-3м. Кроме того, точность существенно снижается из-за зашумления несущих частот (используются для определения расстояний) США, при этом точность

определения координат «100м. Выгодно использовать для целей навигации, когда подобная точность достаточно удовлетворительна.

2. Относительное определение координат. Определение выполняется несколькими приемниками (т.т. двумя). В результате получается геодезическая сеть на местности, в которой расстояния между пунктами определены с помощью спутниковой аппаратуры. Точность определения плановых координат составляет «2см, а высоты «8см. В этом случае зашумление не влияет на точность определения координат, так как измерения выполняются одновременно двумя приемниками и шумы действуют на них одинаково. Поэтому расстояние между двумя определяемыми точками вычисляется безошибочно (при условии хорошего созвездия). Однако при относительном определении необходимы точки с известными координатами для привязки получаемой геодезической сети.

Цифровая фотограмметрия. Современными методами сбора информации для картографирования занимается фотограмметрия. Эти методы носят название - дистанционное зондирование.

Дистанционное зондирование - это огромное разнообразие методов получения изображений буквально во всех диапазонах длин волн электромагнитного спектра, самая различная обзорность изображений - от снимков с геостационарных спутников, охватывающих практически целое полушарие Земли, до детальных аэросъемок участка в несколько сот квадратных метров. Пространственно разрешение может варьироваться от нескольких километров до сантиметров.

В аэро- и космofотосъемках в качестве съемочной камеры используются аэрофотоаппараты. Кроме того, необходимы приборы, определяющие элементы внешнего ориентирования снимков в полете, а также радиовысотомер. В результате фотосъемки получается набор снимков на некую территорию. Однако снимок - не карта. Любой снимок любой аппаратурой с любого носителя, если его специально не обработать, отличается по своим геометрическим характеристикам от любой нормальной

карты. Он с картой просто не совмещается, даже если задать координаты какой-то точки изображения в координатах карты и укажем, какой размер на местности имеет ячейка раstra, то остальные точки снимка не лягут точно на карту.) Для точного совмещения с картой снимок надо геометрически трансформировать. Снимки трансформируются с помощью *цифровых фотограмметрических станций*.

Аппаратным обеспечением обработки данных дистанционного зондирования являются рабочие станции, основанные на мощных процессорах (RISC, старшие модели Intel) с большим объемом оперативной памяти и, дискового пространства. Эти требования предъявляются еледующим, фактором: ДДЗ - это огромные объемы файлов, так снимок КВР-1000 при наилучшем разрешении на местности 2м требует 1,5Гбайта машинной памяти, при этом требуется оптимально визуализировать такое изображение, а также выполнять его пересчет в какую-либо картографическую проекцию.

В аппаратное обеспечение для обработки ДДЗ входят также сканеры позволяющие получать растры с фотограмметрической точностью ($\gg 0,5\text{мкм}$).

Данные, получаемые тем или иным методом (наземная съемка, дистанционное зондирование или дигитализация) используется в ГИС в виде электронной карты. ГИС, как известно, функционируют на компьютерах различного класса. Одни из них предназначены для эксплуатации на ПК, другие - на компьютерах, называемыми рабочими станциями.

Рабочая станция - это компьютер, обычно, работающий с операционной системой типа UNIX и, как правило, базирующийся на процессорах RISC. Однако в последнее время понятие рабочая станция стало приравняться к мощному ПК под управлением операционной системы WinNT. Это связано с тем, что ПК с WinNT в большинстве случаев достигли мощности, необходимой для решения задач, ранее доступных лишь на процессорах RISC с операционной системой UNIX. Рассмотрим основное аппаратное обеспечение геоинформационных систем. **Компьютеры:**

- *Персональные компьютеры.* Базовые технические средства ПК в целом определяются основными структурными компонентами: материнской платой, процессором, оперативной памятью, видеосистемой, жестким диском, системным интерфейсом. Для комфортной работы с ГИС и ГИС-приложениями необходимо: процессор -Pentium II 40(У, оперативная память - 4-128Мб, жесткий диск - 10-12Гб, видео система - монитор 17"-19", видеопамять - 16-32Мб, операционная система - MS » Windows NT.

- *Рабочие станции.* При больших объемах работ и информации используются рабочие станции. Наиболее известные рабочие станции фирм INTERGRAPH, SUN, • Hewlett-Packard, Silicon Graphics. Рабочую станцию можно характеризовать двумя ** * словами: мощность и скорость. Базовые технические средства такие же как и у г • ' ПК. Однако в большинстве случаев в рабочих станциях используются иные компоненты (процессоры - RISC, оперативная память - 256Мб, видеосистема - 64Мб, ; ' операционная система-UNIX или ей подобная).

Средства коммуникации;

- *Локальные:* Осуществляют взаимодействие между компьютерами внутри рабочей лаборатории или предприятия в целом. Поддержка обеспечивается дополнительными устройствами - сетевыми адаптерами и соединяющими кабелями.

- *Глобальные.* Сети объединяющие между собой различные организаций как в одном городе, так и между городами и по всему миру. Основная глобальная сеть используемая для обмена данными между пользователями и ГИС - INTERNET.

Периферийные устройства ввода:

- *Сканеры.* Сканеры -устройства для считывания графической и текстовой информации. ВТРС они широко используются для "Получения растровых образцов карт. Для обеспечения различных, видов деятельности нужны разные по своим характеристикам сканеры. Можно выделить несколько параметров характеризующих сканер: принцип считывания

информации (на просвет или на отражение), глубина цвета (бит на точку), оптическое разрешение, геометрическая точность, скорость, формат сканируемого источника.

- *Дигитайзеры.* Дигитайзер - это устройство планшетного типа, предназначенное для ввода информации в цифровой форме. Дигитайзер состоит из электронного планшета и курсора. Размеры планшета дигитайзера колеблются от А4 до А0. принцип действия дигитайзера достаточно прост. При перемещении курсора на поверхности планшета его координаты фиксируются и передаются в подключенный к дигитайзеру компьютер. Карта закрепленная на планшете привязывается к системе координат планшета. Фиксация нужной точки осуществляется нажатием кнопки на курсоре дигитайзера. Таким образом обводя все объекты карты, мы тем самым переносим их в память компьютера. **Периферийные устройства вывода:**

- *Принтеры.* Принтеры предназначены для вывода информации на бумагу. Используются в основном для вывода на печать текстовых документов или небольших графических документов. Принтеры используют несколько основных способов нанесения красителей на бумагу: точечно-матричный, струйный, лазерный.

- *Графопостроители (плоттеры).* Графопостроители - устройства для вывода чертежей на бумагу. Плоттеры делятся на два класса: векторные и растровые. В векторных плоттерах изображение рисуется пишущим узлом, который перемещается по двум координатам над неподвижным носителем или по одной координате над носителем, который может двигаться в перпендикулярном направлении по отношению к пишущему узлу. В качестве пишущего узла могут выступать карандаши, шариковые и капиллярные стержни, фломастеры и даже гравировальные резцы. Растровые плоттеры создают изображение путем нанесения красителя на отдельные точки носителя. Имеется несколько типов растровых плоттеров, которые используют те же способы нанесения красителей, что и принтеры. Плоттеры

могут быть различных форматов от А4 до А0 и более. Основные характеристики плоттеров:

- типы носителей (бумага, пленка);
- размеры носителя (формат);
- производительность;
- память;
- палитра (КОВ/СМУК);
- наличие встроенных растеризаторов.

Рассмотрим схему связей аппаратного обеспечения используемого для целей ГИС графически.

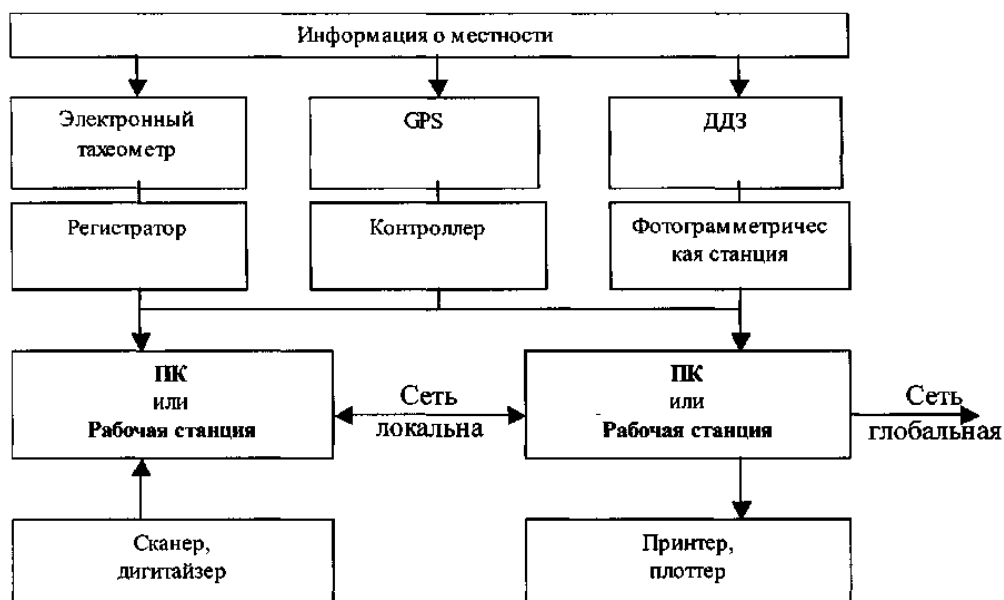


Рисунок 5 - Схема связи аппаратного обеспечения ГИС

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС CREDO

Область применения

1. камеральные работы при создании государственных и местных сетей геодезической опоры;
2. камеральная обработка инженерно-геодезических изысканий;
3. обработка геодезических данных при проведении геофизических разведочных работ;
4. подготовка данных для создания цифровой модели местности инженерного назначения;
5. создание и корректировка цифровой модели местности инженерного назначения на основе данных изысканий и существующих картматериалов;
6. формирование чертежей топопланов и планшетов на основе созданной цифровой модели местности, экспорт данных по цифровой модели местности в системы автоматизированного проектирования и геоинформационные системы;
7. обработка лабораторных данных инженерно-геологических изысканий;
8. создание и корректировка цифровой модели геологического строения площадки или полосы изысканий;
9. формирование чертежей инженерно-геологических разрезов и колонок на основе цифровой модели геологического строения местности, экспорт геологического строения разрезов в системы автоматизированного проектирования;
10. маркшейдерское обеспечение процесса добычи полезных ископаемых;
11. проектирование генеральных планов объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства;
12. подсчет объемов земляных работ;
13. проектирование профилей внешних инженерных коммуникаций;

14. проектирование нового строительства и реконструкции автомобильных дорог;
15. проектирование транспортных развязок;
16. решение задач проектирования железных дорог;
17. ведение дежурных планов территорий и промышленных объектов;
18. геодезическое обеспечение строительных работ;
19. геодезические работы в землеустройстве.

Концепция

Все модули КРЕДО используют единый набор данных, так как каждый модуль комплекса участвует в едином технологическом процессе. Это обеспечивает непрерывность процесса обработки изысканий и проектирования, предоставляет возможность осуществлять вариантное проектирование и в полной мере внедрять современные эффективные технологии. Вместе с тем, все модули комплекса являются самостоятельной программной единицей и могут использоваться отдельно.

Связь с другими системами осуществляется через файлы текстового формата, а также форматов *2D*, *3D DXF*. Это позволяет эффективно вписывать все модули КРЕДО в уже сложившиеся технологические цепочки.

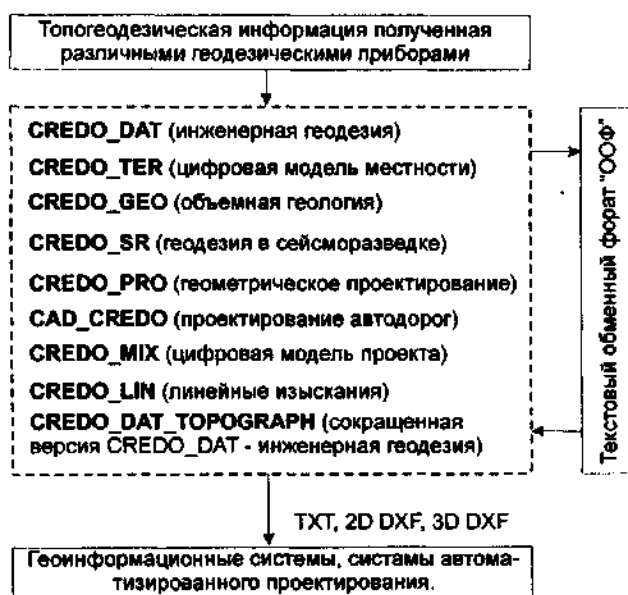


Рисунок 6 - Обработка геодезических данных в КРЕДО

Назначение модулей комплекса КРЕДО

CREDODAT — ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОДЕЗИЯ

Назначение: автоматизация камеральной обработки инженерногеодезических данных.

Области применения: линейные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, геодезическое обеспечение строительства, маркшейдерское обеспечение работ при добыче и транспортировке нефти и газа, подготовка информации для кадастровых систем (наземные методы сбора информации), геодезическое обеспечение геофизических методов разведки, маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых открытым способом, создание и реконструкция городских, межевых, государственных опорных сетей.

Исходные данные: файлы электронных регистраторов (тахеометров) и GNSS систем, рукописные журналы измерения углов, линий и превышений, координаты и высоты исходных точек, рабочие схемы сетей и расчетов, растровые файлы картографических материалов.

Основные функции:

- импорт данных, полученных с электронных регистраторов и тахеометров в форматах Sokkia (SDR2x, 3x), Nikon (RDF), Geodimeter (ARE, JOB), Leica (GRE, GSI), Topcon (GTS6, GTS7), Trimble (R4, R5, Rec500, M5), YOM3 (2TA5, 3TA5, 4TA5), PENTAX (DC1, AUX, CSV);
- импорт данных непосредственно с прибора 3TA5;
- импорт координат (X, Y, Z), данных измерений из текстовых файлов в произвольных форматах, настраиваемых пользователем;

- настройка и использование нескольких классификаторов, обработка кодовых строк расширенной системы кодирования для полевой регистрации геометрической и атрибутивной информации о топографических объектах;
- создание и использование собственных систем (наборов кодов) полевого кодирования;
- табличное редактирование данных, работа с буфером обмена для станций, ходов и отдельных измерений, «Отключение/восстановление» измерений, работа с блоками данных, использование интерактивных графических операций;
- предварительная обработка измерений, учет различных поправок атмосферных, за влияние кривизны Земли и рефракции, переход на поверхность относимости. Редуцирование направлений и линий на эллипсоид, плоскость в поперечно цилиндрической проекции Меркатора (СК42, СК63, СК95, UTM и им подобных) или пользовательской с настраиваемыми значениями смещения по X, Y и масштабом по осевому меридиану;
- выявление, локализация и нейтрализация грубых ошибок в линейных угловых измерениях и нивелировании автоматически (Лрметрика) и в диалоговом режиме (трассирование);
- уравнивание плановых (линейноугловых) и высотных (систем и ходов геометрического, тригонометрического нивелирования) геодезических сетей разных форм, классов и методов (комбинации методов) создания, выполняемое параметрическим способом по методу наименьших квадратов. Обеспечена возможность выполнять **совместное** уравнивание измерений разной точности и разных методик с развернутой оценкой точности, включающей эллипсы ошибок;
- Хельмерта, аффинное преобразование координат, пересчет координат из прямоугольных в геодезические;
- обработка тахеометрической съемки с формированием топографических объектов и их атрибутов по данным полевого кодирования;

- проектирование опорных геодезических сетей, выбор оптимальной схемы сети, необходимых и достаточных измерений, подбор точности измерений;
- настройка выходных документов под стандарты предприятия пользователя, национальные стандарты и языки с использованием Генератора отчетов;
- оформление в Компоненте чертежей и печать графических документов и планшетов;
- расчет и печать ведомостей обратных геодезических задач в различных видах;
- экспорт данных в системы MapInfo, ArcView, в открытый обменный формат, в настраиваемые пользователем форматы, в формат DXF.

Результаты: каталоги и ведомости измерений, координат и отметок, чертежи и планшеты с зарамочным оформлением в М 1:500 1:5000, файлы форматов DXF, MIF/MID (MapInfo), Shapefile (ArcView), файлы формата CREDO (TOP/ABR), текстовые файлы в форматах, настраиваемых пользователем.

Внутренние форматы данных: формат CREDO.

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

Особенности системы:

- отсутствие ограничений на объем обрабатываемой информации в сетях и при съемке;
- отсутствие ограничений на формы и методы обрабатываемых сетей геодезической опоры;
- расширенная система сбора геометрической и атрибутивной информации;
- развитый аппарат поиска и выделения грубых ошибок;

- интерактивные возможности проектирования плановых и высотных сетей;
- совместная обработка измерений, выполненных разными методами и с разной точностью;
- графическая иллюстрация процессов обработки;
- возможности настройки процедур ввода, обработки и создания выходных документов под стандарты предприятия, национальные стандарты и языки.

CREDO ТОПОПЛАН — СОЗДАНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ И ВЫПУСК ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНОВ

Назначение: создание цифровой модели местности инженерного назначения и выпуск чертежей топографических планов и планшетов.

Области применения: полосные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, подготовка информации для кадастровых систем (наземные методы сбора), ведение дежурных планов, землеустроительные работы, исполнительные съемки.

Исходные данные: чтение данных CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, CREDO_DAT 3.0. Импорт точек из текстовых файлов типа CXYZ, данных в формате DXF. Подгрузка файлов черно_белых и цветных растровых изображений карт, планов, аэрофотоснимков, подготовленных в программе TRANSFORM 2.0.

Организация данных. Полный набор данных на территорию формируется в иерархической структуре проектов, позволяющих группировать данные по необходимым для пользователя принципам, например, по площадной принадлежности (планшеты, кварталы и т.п.) или составу данных (ситуация, рельеф, коммуникации и т.д.), или их комбинации. В свою очередь проекты состоят из иерархически

организованных слоев. Тематические слои (фильтры) проекта, формируются программой автоматически на основе использующихся в нем объектов классификатора.

Основные функции:

Создание элементов цифровой модели местности при помощи большого набора методов координатной геометрии с использованием в качестве элементов – точек, окружностей, прямых, сплайнов.

• Моделирование ситуации

- Формирование точечных, площадных и линейных тематических объектов с их семантическим наполнением на основе классификатора. Возможности отображения условными знаками и информационными блоками (типа характеристик древостоя, водотоков, подписей скважин) в соответствии с масштабом генерализации.

- Обработка засечек, обмеров, створных измерений.

- Поддержка текста.

- Поиск точек по именам и параметрам.

- Моделирование поверхностей (рельеф)

- Построение цифровой модели рельефа нерегулярной сеткой треугольников с учетом структурных линий. Отображение участков рельефа разными типами в соответствии с настройками стилей поверхностей – горизонталями (с возможностями изменения высоты сечения, создания их подписей и бергштрихов, отображения дополнительных и полугоризонталей), а также откосами и обрывами (с изменяемым шагом и длиной штрихов).

- Построение разрезов поверхностей по интерактивно создаваемым и существующим линиям.

- Моделирование вертикальных поверхностей (бордюров, набережных, подпорных стенок и т.п.).

• Чертеж

- Создание, редактирование и выпуск топографических планов в виде листов чертежа или планшетов с использованием шаблонов.
- Импорт в чертежную модель текстовых файлов в формате txt и rtf.
- **Экспорт**
- Данные цифровой модели в текстовые форматы PXYZ и 2D DXF.
- Использование созданной цифровой модели местности в системах ГЕНПЛАН 1.0, ОБЪЕМЫ 1.0, СИТУАЦИОННЫЙ ПЛАН 1.0.
- Использование созданной цифровой модели местности в программе CREDO КОНВЕРТЕР 1.0 для дальнейшего экспорта в форматы 3D DXF и MIF/MID.

Результаты:

- цифровая модель местности инженерного назначения;
- топографические планы в виде листов чертежа или планшетов;
- файлы формата PXYZ, DXF.

Вспомогательные подсистемы:

- **редактор классификатора**, обеспечивающий создание и редактирование точечных, линейных и площадных топографических объектов с возможностью индивидуального назначения семантических свойств, подписей и условий генерализации;
- **редактор символов**, обеспечивающий создание и редактирование символов с использованием заливок для последующего формирования условных знаков топографических объектов;
- **редактор шаблонов чертежей и планшетов**, обеспечивающий возможность создания новых и редактирования существующих шаблонов, которые могут включать в себя штампы, рамки, переменные и стационарные текстовые поля;
- **редактор линий и штриховок**, обеспечивающий создание необходимых типов линий и штриховок, для последующего использования при формировании условных знаков топографических объектов или отображении элементов модели.

Внутренние форматы данных:

формат CREDO III.

Характеристика интерфейса:

стандартный интерфейс Windows. Язык русский.

CREDO ГЕНПЛАН — ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕНЕРАЛЬНЫХ ПЛАНОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ОБЪЕКТОВ

Назначение: проектирование генеральных планов объектов любого назначения.

Область применения: проектирование, строительство и эксплуатация строительных объектов, кадастровые и геоинформационные системы.

Исходные данные: данные цифровой модели местности, подготовленные на основе материалов полевой наземной съемки в системе ТОПОПЛАН. Чтение данных CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, текстовые файлы типа CXYZ, данные в формате DXF. Черно_белые и цветные растровые файлы карт, планов, аэрофотоснимков, подготовленные в программе TRANSFORM.

Основные функции:

- возможность работы со сложно организованными объектами, распределение данных проектируемого объекта по отдельным разделам проекта, по стадиям выполнения, по составу элементов либо в необходимой для пользователя комбинации;
- использование многопользовательской и локальной баз данных, возможность параллельной работы над проектом;
- создание, использование библиотеки типовых проектов, типовых альбомов и отдельных чертежей в форматах CREDO и DXF;
- возможность преобразования данных проекта различными методами трансформации;

- копирование или вырезка части или всех данных проектируемого объекта в другой проект;
- одновременное использование нескольких систем координат, расширенные возможности настройки вида строительной сетки;
- разнообразные возможности для решения задач горизонтальной планировки.

Использование в качестве базовых элементов геометрии точки, прямой, окружности, клотоиды, сплайна. Перенос, копирование, масштабирование, поворот, совмещение по двум точкам элементов геометрии или их групп. Разбивка улично_дорожной сети, отрисовка зданий, сооружений, подъездов, тротуаров и другого интерактивными методами построений, ортогонально или эквидистантным переносом уже имеющихся построений;

- проставление необходимых размеров в соответствии с нормативными требованиями и предлагаемыми стилями. Индивидуальная настройка стилей размеров;

• широкий выбор методов создания и редактирования поверхностей в зависимости от исходных данных, ограничений к области создания и требований к параметрам поверхности. Моделирование плоскостей различными способами, создание точек и поверхностей в плоскости.

- разнообразные настройки для отображения поверхностей в соответствии с назначенным стилем, проставление бергштрихов и надписей горизонталей;

• возможность автоматического заполнения пустот внутри созданной поверхности;

- создание профиля структурной линии в окне плана в режиме интерактивного графического редактирования. Эквидистантный перенос ранее созданной структурной линии с возможностью изменения индивидуальных параметров, позволяющий быстро моделировать поверхности площадок, подъездов и др.;

- нахождение линий пересечения двух поверхностей, двух плоскостей, поверхности и плоскости. Различные способы отображения линий пересечения в зависимости от предъявляемых требований. Возможность разбиения поверхности по границе линии пересечения на две части с автоматическим удалением ненужной части;

- проектирование вертикальных поверхностей (бортовых камней, подпорных стенок, стен зданий и т.п.) с возможностью последующего редактирования не только их планового положения, но и профиля;

- выполнение разреза по произвольной линии, по полилинии. Получение информации о координатах x , y , z в любой точке разреза. Возможность изменения масштаба по горизонтали и вертикали для удобства работы и отображения разреза;

- расчет объемов земляных масс различными методами: между слоями, в контуре, по региону или площадному объекту.

Создание картограммы земляных масс, формирование по результатам расчетов общей ведомости объемов работ или ведомости по сетке;

- создание сводного плана инженерных сетей. Отображение элементов проектируемых коммуникаций, благоустройства и озеленения условными знаками с использованием Классификатора тематических объектов, содержащего редактируемую информацию по точечным, линейным и площадным тематическим объектам;

- возможность задать профиль коммуникации; редактирования профиля; в случае пересечения коммуникаций отображение пересечек в профиле соответствующими условными знаками;

- возможность введения для проектируемого объекта или его отдельных элементов необходимой семантической информации;

- возможность автоматического создания подписей для точечных и линейных тематических объектов в соответствии с выполненными настройками;

- выполнение измерений между точками с получением информации об уклонах и расстояниях, отображение указателей стока, значений стока для поверхностей, получение информации о любом элементе проекта;
- поддержка однострочного и многострочного текста;
- создание, редактирование и выпуск чертежей с использованием интерактивных и графических методов, использование редактора шаблонов чертежей для создания дополняемой и редактируемой библиотеки шаблонов;
- импорт спецификаций, ведомостей в формате RTF для оформления чертежей;
- экспорт чертежной модели проекта в файлы формата DXF, экспорт точек в файлы формата TXT.

Результаты:

- полноценная трехмерная цифровая модель проекта;
- чертежи, в том числе разбивочный план, план организации рельефа, сводный план инженерных сетей, план земляных масс, план благоустройства территории;
- ведомости объемов;

Вспомогательные подсистемы:

- **редактор шаблонов** чертежей с возможностью создания шаблонов и настройки собственных штампов, координатной сетки, таблиц, рамок и зарамочного оформления;
- **редактор символов** для создания символов, используемых для формирования условных знаков;
- **редактор классификатора**, обеспечивающий создание условных знаков с отображением их в соответствии с настройками в плане, а также продольном и поперечном сечениях на разрезе, собственных типов тематических объектов, собственного состава семантической информации и собственных условий генерализации;
- **редактор линий и штриховок** для формирования индивидуальных типов линий и штриховок.

Внутренние форматы данных: формат CREDO.

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

Назначение: обмен данными между продуктами на платформе CREDO III и продуктами других производителей.

Области применения: передача данных, подготовленных в продуктах на платформе CREDO III, для использования в других программных продуктах, предназначенных для проектирования, геоинформационного обеспечения и других задач.

Исходные данные: данные наборов проектов, созданные в продуктах на платформе CREDO III.

Основные функции:

- просмотр данных наборов проектов, созданных в продуктах на платформе CREDO III;
- настройка общих параметров экспорта;
- настройка соответствия линий и штриховок;
- настройка соответствия объектов классификатора;
- сохранение настроек в схемах соответствия, для последующего экспорта независимо от открытого набора проектов;
- управление экспортируемыми проектами и слоями;
- экспорт данных набора проектов в файлы *.dxf.;
- экспорт данных набора проектов в файлы *.mif/*.mid.

Функциональные возможности экспорта:

- создание, редактирование, удаление схем соответствия;
- назначение соответствия с использованием элементов тех приложений, в которые выполняется экспорт;
- назначение соответствия с использованием линий и штриховок, созданных в продуктах на платформе CREDO III.

- настройка соответствия точек, откосов/обрывов, толщин линий, подписей;
- экспорт данных в соответствии с набором геометрических слоев;
- экспорт данных в соответствии с набором геометрических и тематических слоев;
- использование для геометрических слоев имен для экспорта и имен тематических слов, что позволяет объединять слои непосредственно при экспорте;
- экспорт отдельных проектов и слоев набора проектов;
- настройка соответствия линий и штриховок;
- настройка соответствия объектов классификатора;
- экспорт семантических и геометрических свойств элементов;
- экспорт данных в реальных координатах, с передачей информации об отметках точек, точечных тематических объектов, профилях линейных тематических объектов, структурных линий.

Дополнительные функции: проведение измерений по точкам, поиск элементов по заданным характеристикам, получение информации по элементам, изменение параметров проектов и наборов проектов, управление характеристиками тематических и геометрических слоев.

Интерфейс: стандартный Windows интерфейс.

CREDO ГЕОЛОГИЯ — ОБЪЕМНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

Назначение: моделирование геологического строения площадки или полосы изысканий, построение чертежей инженерно-геологических колонок и разрезов, экспорт геологического строения по разрезам в проектирующие системы.

Области применения: инженерно-геологические изыскания, геологическое обеспечение проектирования промышленных, гражданских и транспортных объектов.

Исходные данные: региональный классификатор грунтов, данные по привязке, литологии, гидрогеологии, консистенции и опробованию в исходных вертикальных выработках, данные цифровой модели местности и цифровой модели проекта.

Основные функции:

- создание, редактирование и использование классификатора грунтов, выявленных на объекте;
- ввод данных по исходным выработкам;
- импорт исходных данных из текстовых файлов открытого обменного формата;
- привязка устьев выработок и установление дневной поверхности разрезов по данным цифровой модели местности;
- определение геометрии разрезов по проектируемым трассам любой сложности с использованием данных цифровой модели проекта;
- создание каталога исходных выработок, чертежей схемы выработок на площадке, инженерно-геологических колонок исходных выработок и колонок, интерполированных в произвольных точках площадки;
- создание объемной модели геологического строения площадки и полосы изысканий, просмотр и корректировка модели на неограниченном числе вертикальных разрезов произвольной геометрии в плане;
- изменение характера трассировки слоев на разрезах, корректировка границ слоев и точек выклинивания, определение литологии в неглубоких выработках ниже забоя;
- получение информации о геологическом строении в любой точке разреза;
- предоставление инструмента для моделирования связи поверхностей литологических слоев с поверхностью рельефа;
- построение чертежей инженерно-геологических разрезов, экспорт данных по исходным выработкам и разрезам в текстовые файлы открытого обменного формата;

- экспорт данных в другие системы комплекса CREDO для создания планов опробования в изолиниях и поверхностей изогипс, кровли или подошвы литологических слоев, гидроизогипс;

- вычисление площадей грунтов, осредненной мощности слоев в разрезах.

Результаты: чертежи колонок, вертикальных разрезов, схем выработок в формате DXF, текстовые файлы каталогов и ведомостей, файлы экспорта в системы CREDOLIN и CADCREDO, текстовые файлы открытого обменного формата.

Внутренние форматы данных: формат CREDO.

Характеристика интерфейса: графический интерфейс соответствует стандарту SAA, в нем присутствуют стандартизированные компоненты CUA — кнопочные меню, выпадающие меню, окна запросов и диалога. Все операции производятся в интерактивном режиме работы с динамической визуализацией хода выполнения и результатов выполняемых операций.

Особенности системы:

- удобная организация ввода разнородных исходных данных;
- органичное взаимодействие с цифровой моделью местности и проекта, созданными в других системах комплекса CREDO;
- оригинальная методика создания и корректировки объемной геологической модели, позволяющая специалисту –геологу воплотить свое представление о геологическом строении площадки, опирающееся на данные по исходным выработкам;
- удобная настройка оформления создаваемых чертежей инженерно-геологических разрезов, текстовых ведомостей;
- наличие приложений к системе AutoCAD R12, R14, 2000, позволяющих дорабатывать чертежи разрезов и колонок в соответствии с требованиями ГОСТа 21.302 – 96 и осуществлять вывод на печать.

ОБЪЕМЫ

Система CREDO ОБЪЕМЫ служит для автоматизированного моделирования поверхностей, расчета объемов между поверхностями, ведения календарных графиков добычи и хранения сырья, строительных материалов, а также для выпуска текстовых и графических материалов по результатам расчетов.

Назначение: автоматизация моделирования поверхностей и расчета объемов между поверхностями, выдача текстовых и графических материалов при расчетах объемов земляных работ в строительстве, при ведении календарных графиков наличия сырья или строительных материалов на производственных предприятиях.

Области применения: Геодезическое обеспечение строительства при производстве земляных работ, маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых открытых месторождений, ведение календарных планов учета объемов на складах сырья и строительных материалов.

Исходные данные: чтение данных CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, CREDO_DAT 3.0. Импорт точек из текстовых файлов типа PXYZ, данных в формате DXF.

Подгрузка файлов черно_белых и цветных растровых изображений карт, планов, аэрофотоснимков, подготовленных в программе TRANSFORM 2.0.

Организация данных. Полный набор данных на территорию формируется в иерархической структуре проектов, позволяющих группировать данные по необходимым для пользователя принципам, например, по площадной принадлежности (участки, склады, арьеры и т.п.) или составу данных (этапы или периоды добычи, отсыпки), или их комбинации. В свою очередь, проекты состоят из иерархически организованных слоев. Обеспечивается использование многопользовательской и локальной баз данных, возможность параллельной работы над проектом.

Основные функции:

Создание элементов цифровой модели при помощи набора методов координатной геометрии с использованием в качестве элементов точек и прямых.

- **Моделирование ситуации**

- Моделирование геометрии объектов плана графическими масками, регионами.

- Обработка линейных и полярных засечек, обмеров, створных измерений.

- Поддержка текста.

- Поиск точек по именам и параметрам.

- Вывод геометрической информации объектов модели.

- **Моделирование поверхностей (рельеф)**

- Построение цифровой модели рельефа нерегулярной сеткой треугольников с созданием и учетом структурных линий.

- Отображение участков рельефа разными типами в соответствии с настройками стилей поверхностей горизонталями (с возможностями изменения высоты сечения, создания их подписей и бергштрихов, отображения дополнительных и полугоризонталей), а также откосами и обрывами (с изменяемым шагом и длиной штрихов).

- Выполнение разреза по произвольной линии, по полилинии. Получение информации о координатах x , y , z в любой точке разреза. Возможность изменения масштаба по горизонтали и вертикали для удобства работы и отображения разреза.

- **Расчеты объемов**

- Расчет объемов земляных масс с использованием точных алгоритмов различными методами: между слоями, в контуре, по региону или площадному объекту.

- Создание картограммы земляных масс, формирование по результатам расчетов общей ведомости объемов работ или ведомости по сетке;

CREDO ДОРОГИ — ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, ГОРОДСКИХ УЛИЦ И МАГИСТРАЛЕЙ

Назначение: проектирование нового строительства и реконструкции загородных автомобильных дорог всех технических категорий, транспортных развязок, городских улиц и магистралей.

Область применения: проектирование, строительство и эксплуатация автомобильных дорог.

Исходные данные: цифровая модель местности участка проектирования, полученная в системах ТОПОПЛАН, ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ, ГЕНПЛАН; чтение данных CREDOTER, CREDOPRO, CREDOMIX; данные в формате DXF, картматериалы в виде растровых файлов.

Основные функции:

- распределение данных проектируемого объекта по отдельным разделам проекта, по стадиям выполнения, по составу элементов либо в необходимой для пользователя комбинации;
- работа со сложно организованными объектами с использованием базы данных, возможность их коллективной обработки благодаря Менеджеру проектов;
- формирование ЦММ с использованием существующих картматериалов, представленных в виде растровых или векторных данных;
- интерактивное создание и редактирование трассы дороги с использованием разнообразных способов трассирования:
 - из базовых геометрических элементов, в том числе аппроксимацией для отдельных участков, с рациональным подбором параметров составных закруглений;
 - с одновременным построением трассы и составляющих ее элементов;
 - эквидистантным переносом уже существующих участков трассы;
 - разделением, «склеивкой» ранее построенных участков трасс, с удовлетворением архитектурноландшафтных требований. Проложение трасс

в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности, или при реконструкции дорог;

- разбивка пикетажа для городских и загородных дорог с учетом «рубленных» пикетов;
- поддержка раздельного и вариантного трассирования с сохранением вариантов для последующего анализа;
- проектирование продольного профиля в режиме интерактивного графического редактирования, используя многообразие геометрических элементов. Использование при проектировании продольного профиля наиболее подходящих методов, в том числе: полное автоматизированное проектирование; по секущей с вписыванием кривых; методом опорных точек и элементов, с учетом ограничений, накладываемых технологи ей производства работ или особенностей реконструкции дороги. Вариантное проектирование профиля с сохранением вариантов для последующего анализа;
- проектирование земляного полотна и проезжей части с необходимым количеством и параметрами элементов. Конструирование поперечного профиля как в интерактивном режиме по поперечным уклонам, так и с использованием шаблонов поперечников. Моделирование разнообразных конструкций отгона виража;
- интерактивное конструирование насыпей и выемок с разнообразными сочетаниями в поперечном профиле откосов переменной крутизны, берм, закуветных полок, подпорных стен; использование редактируемой библиотеки шаблонов, применение типовых решений в зависимости от рабочей отметки земляного полотна;
- проектирование элементов поверхностного водоотвода;
- расчет площадей и объемов элементов земляного полотна и дорожной одежды;
- проектирование элементов генерального плана дороги, используя типовые решения и настраиваемый классификатор. Проектирование

вертикальной планировки развязок, автобусных остановок, стоянок и прочее. Укладка в плане инженерных коммуникаций и элементов обустройства дороги;

- подготовка данных для выноса проекта в натуру, формирование ведомостей и чертежей разбивочных работ;
- анализ вариантов проекта дороги по видимости в плане и профиле и по коэффициентам аварийности, возможность трехмерной визуализации проекта;
- экспорт цифровой модели проектного решения в формат DXF и в текстовый формат CXYZ;
- формирование необходимых чертежей, в том числе плана, продольного профиля, поперечных профилей, совмещенных чертежей с использованием библиотеки шаблонов чертежей;
- формирование необходимых ведомостей, в том числе элементов плана трассы, разбивки оси, других характерных линий, параметров продольного профиля, отгона и разбивки виража с использованием генератора отчетов.

Результаты:

- полноценная трехмерная цифровая модель проекта;
- чертежи, в том числе плана, продольного профиля, поперечных профилей;
- ведомости и таблицы;
- экспорт цифровой модели проектного решения в формат DXF и в текстовый формат CXYZ.

Вспомогательные подсистемы:

- **редактор шаблонов** чертежей с возможностью создания шаблонов и настройки собственных штампов, координатной сетки, таблиц, рамок и зарамочного оформления, состава и вида подвала чертежей профиля;
- **генератор отчетов** с возможностью модификации состава и вида выходных текстовых документов;
- **редактор символов** для формирования условных знаков;

- **редактор классификатора**, обеспечивающий создание условных знаков, собственных типов топографических объектов, собственного состава семантической информации и собственных условий генерализации.

Внутренние форматы данных: формат CREDO.

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройквыходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

CREDO ЛИНЕЙНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ

Назначение: создание цифровой модели местности инженерного назначения и выпуск топографических планов.

Области применения: полосные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, подготовка информации для кадастровых систем (наземные методы сбора), создание цифровых моделей местности, ведение дежурных планов.

Исходные данные: чтение данных CREDO_TER, CREDO_PRO, CREDO_MIX, чтение данных CREDO_DAT 3.0. Импорт точек из текстовых файлов типа CXYZ, данных в формате DXF. Подгрузка чернобелых и цветных растровых файлов карт, планов, аэрофотоснимков, подготовленных программой TRANSFORM.

Организация данных. Полный набор данных на территорию формируется в иерархической структуре **проектов**, позволяющих размещать данные либо по площадным единицам (например, по планшетам), либо по составу (ситуация, рельеф, коммуникации и т.д.), либо в необходимой для пользователя комбинации площадных участков и состава. В свою очередь **проекты** формируются из иерархически организованных слоев, с редактируемыми свойствами. Обеспечивается врезка, вырезка участков модели. Менеджер проектов обеспечивает работу в базе данных с большими, сложно организованными объектами и осуществление их коллективной обработки. Обеспечивается линейная трансформация модели.

Основные функции:

• Ситуация

- Формирование точечных, площадных и линейных топографических объектов (ТО) на основе классификатора с семантическим наполнением и отображением условными знаками и информационными блоками (типа характеристики древостоя, водотоков, подписи скважин) в соответствии с масштабом генерализации.

- Создание объектов ситуации с использованием большого набора методов координатной геометрии. Использование в качестве элементов геометрии примитивов вида – точка, дуга, окружность, полилиния, спираль, сплайн. Групповые операции и действия с группами выделенных элементов (копирование, поворот, масштабирование, зеркальное отображение и т.д.). Обработка засечек, обмеров, створных измерений.

- Поддержка однострочного и многострочного текста. Измерения линий, углов, площадей. Вывод информации по семантике топографических объектов.

• Моделирование поверхности (рельеф)

- Построение цифровой модели рельефа нерегулярной сеткой треугольников с использованием структурных линий. Отображение рельефа горизонталями с возможностью отображения отдельных участков различными видами (дополнительные, полугоризонтالي) и различной высотой сечения рельефа. Качественные подписи горизонталей и построение бергштрихов. Создание и редактирование штриховки для откосов. Построение разреза по произвольной линии, по полилинии. Корректировка высот на разрезе.

- Моделирование отдельных участков «гладкими» поверхностями с возможностью редактирования горизонталей. Моделирование вертикальных поверхностей (бордюров, набережных, подпорных стенок и т.п.).

• Трассирование

- Интерактивное создание и редактирование трасс с использованием различных стилей и методов трассирования, в том числе с использованием полевых материалов. Проложение трасс в стесненных и сложных условиях, например, в горной местности или при реконструкции дорог.

- Создание и редактирование отдельных простых и сложных элементов трасс разнообразными методами, в том числе:

аппроксимацией фрагментов реконструируемых линейных сооружений, эквидистантным переносом уже существующих трасс, с рациональным подбором параметров составных закруглений.

- Разнообразные способы создания трасс:

- из отдельно созданных элементов с последующим их сопряжением многообразными и рациональными способами;

- с одновременным построением составляющих трассу элементов;

- эквидистантным переносом, инверсией, разделением, «склежкой» ранее построенных трасс.

- Разбивка пикетажа, в том числе с использованием «рубленых» пикетов различных видов. Создание и редактирование углов поворота закруглений трасс.

- Поддержка отдельного и вариантного трассирования.

- **Таблицы нивелирования:**

- таблица высот точек продольного нивелирования с заполнением данных из рукописных журналов, таблиц журналов технического нивелирования, таблиц журналов нивелирования поперечников или загрузкой данных из ЦММ по выбранным поверхностям;

- таблица журналов нивелирования (геометрического и тригонометрического) поперечников с интерактивным графическим редактированием геометрии. Возможность создания «копий» поперечников.

- **Профиль**

- Создание, просмотр, редактирование

продольных профилей трасс по данным ЦММ, таблиц продольного нивелирования, данных, полученных по растровой подложке. Дополнение профиля выборкой из ЦММ пересечек с отображением в соответствии с классификатором УЗ.

- **Разбивки**

- Полная подготовка данных (координат, длин линий, дирекционных углов, параметров закруглений) для выноса трасс в натуру.

- Создание проекта выноса – формирование ведомостей и чертежей разбивочных работ нескольких видов.

- **Чертеж**

- Создание, редактирование и выпуск топографических планов в виде листов чертежа или планшетов с использованием шаблонов.

- Создание и редактирование чертежа топографического плана полосы трассы с отображением элементов трассы.

- Создание развернутого плана трассы.

- Создание и редактирование чертежей продольного и поперечных профилей.

- Использование настраиваемых шаблонов подвалов продольных и поперечных профилей для выпуска чертежей.

- **Текстовые документы**

- Создание отчетов ведомостей: отметок разреза, координат полилиний и контуров.

- Создание ведомостей геометрии трассы.

- Создание основных ведомостей (пересекаемых коммуникаций, угодий, землепользований, рубки) с выборкой данных из семантики топографических объектов ЦММ.

- **Экспорт**

- Данные цифровой модели в текстовые форматы CXYZ, DXF.

Результаты:

- цифровая модель местности инженерного назначения;

- топографические планы в виде листов чертежа или планшетов;
- чертежи продольного и поперечных профилей;
- текстовые документы (основные ведомости);
- файлы формата CXYZ, DXF.

Вспомогательные подсистемы:

• **редактор шаблонов** чертежей и планшетов с возможностью создания шаблонов и настройки собственных штампов, координатной сетки, таблиц, рамок и зарамочного оформления планшетов, состава и вида подвала чертежей профиля;

• **генератор отчетов** с возможностью модификации состава и вида выходных текстовых документов;

• **редактор символов** для формирования условных знаков;

• **редактор классификатора**, обеспечивающий создание условных знаков, собственных типов топографических объектов, собственного состава семантической информации и собственных условий генерализации.

Внутренние форматы данных:

формат CREDO III.

Характеристика интерфейса:

стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

ТРАНСКОР 1.1 — ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ

Назначение: трансформация геоцентрических, геодезических и прямоугольных координат, определение параметров трансформации.

Области применения: создание и реконструкция городских, межевых, фрагментов государственных опорных сетей, линейные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства, геодезическое обеспечение строительства, маркшейдерское обеспечение работ при добыче и транспортировке нефти и

газа, подготовка информации для кадастровых систем (наземные методы сбора), геодезическое обеспечение геофизических методов разведки, маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых открытым способом.

Исходные данные: геоцентрические координаты (в общеземных СК WGS84, ПЗ90, референчных (квазигеоцентрических)), геодезические координаты (в СК WGS84, ПЗ90, СК95, СК42), прямо угольные координаты (в СК95, СК42, СК63, UTM84, местных), параметры преобразований прямоугольных координат, параметры связи общеземных и референчных систем. Исходные данные могут быть представлены для автоматической загрузки в файлах обменного формата CREDODAT 3.0 (CDX), текстовых файлах произвольного формата, в каталогах и ведомостях для ввода с клавиатуры.

Основные функции:

- табличный ввод данных с клавиатуры, импорт текстовых файлов и файлов формата CDX;
- расчет среднего радиуса кривизны эллипсоида;
- расчет масштабного коэффициента при выборе поверхности относимости;
- расчет Гауссова сближения меридианов;
- преобразование квазигеоцентрических координат по задаваемым параметрам связи с общеземными;
- преобразование геодезических координат из системы в систему по задаваемым параметрам связи референчных и геоцентрических (квазигеоцентрических) систем;
- преобразование прямоугольных координат из системы в систему;
- преобразование координат в разных геоцентрических (референчных и общеземных) системах по задаваемым параметрам проекции Transver Mercator (TM, UTM, ГауссаКрюгера), по задаваемым параметрам связи референчных и геоцентрических систем;

- преобразование координат в одной геоцентрической (референцной или общей) системе и одной картографической проекции (UTM, ГауссаКрюгера) из зоны в зону (СК42, СК95, UTM84 и др.) или произвольную (СК63, местную) систему координат;
- преобразование координат из государственной системы в местную и обратно по известным параметрам связи;
- преобразование координат из одной локальной прямоугольной системы координат в другую по известным параметрам связи;
- установление параметров связи плоских прямоугольных систем координат в аффинном, конформном (полные формулы) и Хельмерта преобразованиях с оценкой параметров преобразования и контрольной оценкой точности, отбраковкой и комбинацией методов поиска параметров по совмещенным пунктам;
- установление локальных параметров связи геоцентрических (ПЗ90, WGS84) и квазигеоцентрических координат по совмещенным пунктам;
- установление (восстановление) ключей местной системы координат (например, ключей СК 63 в СК 42);
- экспорт результатов преобразований в формат CDX и настраиваемые пользователем текстовые форматы.

Результаты: каталоги и ведомости координат и отметок, файлы формата CREDODAT (CDX), текстовые файлы в форматах, настраиваемых пользователем.

Характеристика интерфейса: стандартный интерфейс Windows. Язык русский с возможностью настройки выходных форм на любом языке, поддерживаемом Windows.

Внутренние форматы данных: формат CREDO.