

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии

**Применение программного комплекса CREDO для
камеральной обработки геодезических измерений**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для студентов, изучающих дисциплину «Инженерная геодезия»

Брест 2009

Рассмотрены основные функции системы CREDO_DAT 3.04, даны пояснения по обработке результатов угловых и линейных измерений с целью получения координат пунктов плановых геодезических построений, показаны возможности вычисления отметок по результатам геометрического нивелирования, обработки тахеометрической съёмки и использования системы для проектирования геодезических сетей. Большое внимание уделено представлению результатов уравнивания в виде различных ведомостей (каталоги координат и высот, ведомости поправок в результаты измерений, точностных характеристик геодезических сетей и др.).

Издание предназначено для студентов дневной и заочной форм обучения, будет полезно при выполнении расчетно-графических и контрольных работ, а также при обработке геодезических измерений во время прохождения летней геодезической практики.

Составитель: Зуева Л.Ф., доцент, к.т.н.

Рецензенты: доцент кафедры оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета, к.т.н. А.М. Зеленский,
начальник отдела ЗИС УП «Брестгипрозем» А.В. Малинов

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие сведения о системе камеральной обработки CREDO_DAT	4
2. Входные и выходные данные	5
3. Функциональные особенности системы CREDO_DAT 3.04	6
4. Краткое описание интерфейса	8
5. Порядок и описание работы в CREDO_DAT 3.04	13
6. Создание проекта, его свойства и характеристики	13
7. Ввод и редактирование данных	18
7.1. Ввод данных о пунктах планово-высотного обоснования	18
7.2. Ввод и редактирование дирекционных углов	20
7.3. Ввод результатов геодезических измерений	22
7.4. Создание теодолитного (полигонометрического) хода	22
7.5. Создание и обработка нивелирного хода	24
7.6. Обработка результатов тахеометрической съемки	26
8. Принципы уравнивания геодезических построений в CREDO_DAT 3.04	27
9. Представление результатов математической обработки результатов измерений в виде ведомостей	29
10. Проектирование геодезических сетей	30
Список литературы	31
Приложения	32

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМЕ КАМЕРАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ CREDO_DAT

Математическую обработку результатов геодезических измерений можно выполнить с помощью инженерного калькулятора для полигонометрических и теодолитных ходов либо персонального компьютера по специальным программам, позволяющим уравнивать большие и сложные по геометрии геодезические построения.

В настоящее время на территории Республики Беларусь и Российской Федерации с успехом используется программный комплекс CREDO, который обеспечивает полный технологический цикл проектирования от обработки топографо-геодезических данных (CREDO_DAT), создания цифровой модели местности (CREDO_TER, CREDO_MIX) и объемной геологической модели (CREDO_GEO) до функционального и конструктивного проектирования (CREDO_MIX, CREDO_PRO и CAD_CREDO) и получения проектной документации.

Система CREDO_DAT предназначена для автоматизации камеральной обработки полевых геодезических данных при изысканиях, разведке и добыче полезных ископаемых, геодезическом обеспечении строительства, землеустройстве.

CREDO_DAT успешно применяется в таких областях, как:

- линейные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства,
- геодезическое обеспечение строительства,
- маркшейдерское обеспечение работ по добыче и транспортировке нефти и газа, добычи полезных ископаемых открытым способом,
- подготовка пространственной информации для кадастровых систем (наземные методы сбора),
- геодезическое обеспечение геофизических методов разведки.

В системе CREDO_DAT реализованы следующие функции:

- импорт данных из файлов в форматах электронных регистраторов и тахеометров;
- импорт данных через последовательный порт непосредственно с электронных тахеометров;
- импорт прямоугольных координат и измерений из текстовых файлов в произвольных формах, настраиваемых пользователем;
- настройка и использование нескольких классификаторов, обработка кодовых строк расширенной системы кодирования для полевой регистрации информации о топографических объектах;
- ввод и табличное редактирование данных, включая работу с буфером обмена для станций, ходов и отдельных измерений, отключение/восстановление измерений, работу с блоками данных, использование интерактивных графических операций;
- предварительная обработка измерений (учёт различных поправок – атмосферных, за влияние кривизны земли и рефракции, переход на поверхность относимости, на плоскость в выбираемых и настраиваемых пользователем проекциях);
- выявление грубых ошибок линейных, угловых и высотных измерений в автоматическом или интерактивном режиме;
- совместное уравнивание по методу наименьших квадратов плановых линейно-угловых сетей, отдельных ходов и систем ходов геометрического и тригонометрического нивелирования разных форм, классов с развернутой оценкой точности, включая эллипсы погрешностей;

- 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);
- экспорт результатов в распространенные форматы: DXF (AutoCAD), MIF/MID (Map Info), SHP (ArcView), в форматы CREDO (TOP/ABR), настраиваемые пользователем текстовые файлы;
- создание ведомостей и каталогов, выдача их в принятой форме (настройка выходных документов согласно стандартам предприятия с использованием генератора отчетов);
- печать оформленных в компоновщике чертежей графических документов и планшетов.

2. ВХОДНЫЕ И ВЫХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Основными входными данными системы являются:

- исходные координаты и высоты пунктов, дирекционные углы;
- результаты полевых измерений – расстояния, горизонтальные и вертикальные углы, превышения;
- информация о снимаемых топографических объектах.

Дополнительные данные: используемые системы координат и их параметры, общие сведения о технологии съемки (единицы измерения, формулы для расчёта вертикальных углов, инструментальные поправки), атмосферные условия, априорные точности (классы) измерений. Как *вспомогательные данные* могут использоваться картографические материалы в виде растровых подложек.

Источниками данных для системы являются:

- файлы электронных тахеометров (регистраторов) в форматах: Sokkia (SDR 2x/33), Nikon (DTM400-710, RDF), Geodimeter (ARE, JOB), Leica (GRE, GSI, IDEX), Topcon (GTS6, GTS7), Zeiss (R4, R5, Rec500, M5), YOM3 (2Ta5, 3Ta5), эти файлы копируются (перемещаются) с тахеометра на жесткий диск персонального компьютера через специальный соединительный кабель;
- данные, полученные прямым чтением с электронного тахеометра 3Ta5;
- текстовые файлы произвольных форматов, содержащие координаты или измерения, импортируемые по настраиваемым пользователем шаблонам;
- полевые журналы, ведомости и каталоги, данные из которых вводятся с клавиатуры в табличных редакторах.

Все данные из внешних источников попадают в табличные редакторы системы и являются доступными для последующего редактирования и документирования.

Выходными данными системы являются:

- различные каталоги, отчёты, ведомости, подготовленные генератором отчётов по шаблонам, настроенным пользователем согласно стандарту предприятия;
- графические документы и планшеты, оформленные в компоновщике чертежей;
- файлы, содержащие результаты обработки данных, в форматах: DXF системы AutoCAD, MIF/MID системы MapInfo, SHP системы ArcView, открытого обменного формата CREDO (TOP/ABR), системы CREDO_DAT (CDX), настраиваемого пользователем текстового формата.

3. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ CREDO_DAT 3.04

Рассмотрим некоторые особенности системы CREDO_DAT версии 3.04, которые отсутствуют в предыдущих версиях:

- можно одновременно работать с несколькими проектами, допускающими обмен данными через буфер обмена;
- для редактирования данных разработаны настраиваемые табличные редакторы, поддерживается система взаимного поиска данных в таблице и на плане, работает гибкая система навигации;
- введён новый тип данных – топографические объекты, предназначенные для работы с объектами полевой съемки, т.е. применяется новая система полевого кодирования, позволяющая импортировать файлы с информацией с электронных тахеометров;
- разработан новый обменный формат CDX, позволяющий экспортировать объекты сложной геометрической структуры;
- можно выполнять совместную обработку измерений разных классов точности, впервые как характеристика качества по результатам уравнивания введены эллипсы ошибок, введён новый режим расчетов для проектирования опорных геодезических сетей, гибкая настройка параметров уравнивания и L1-анализа;
- разработаны универсальные компоненты системы: генератор отсчётов и компоновщик чертежей, реализованы процедуры работы с текстами и растровыми подложками;
- существенные изменения претерпели базовые геодезические типы данных по сравнению с версией 2.x.

Рассмотрим основные типы данных, которые претерпели изменения:

1. Пункты плано-высотного обоснования. Имена (названия) пунктов могут быть произвольной длины. Таблица Пункты ПВО не содержит пункты тахеометрии, т.е. отдельно выполняется обработка съёмочного обоснования и полевых съёмочных измерений. Координаты точек тахеометрической съёмки отображаются в тахеометрическом журнале (таблице измерений).

2. Жесткие связи. Прежние версии содержали «жесткие» дирекционные углы и «жесткие» расстояния (базисы). Теперь соответствующий тип данных присутствует в виде дирекционных углов, для которых задаётся класс точности. При необходимости «жесткие» расстояния могут быть введены в журнале измерений как линейные измерения с высоким классом точности.

3. Измерения разделены на два типа: пункты ПВО и тахеометрическая съёмка. В отличие от DOS-версии:

- для каждого пункта наведения указывается метод определения расстояния;
- в журнале измерений ПВО должен указываться класс точности плановых и высотных измерений, могут указываться атмосферные условия, отсчёт по вертикальному кругу или измеренное превышение;
- для станции на пункте, являющемся пунктом тахеометрии (переходная точка), должно вводиться составное имя;
- для поддержки топографических объектов введён новый тип данных (см. пункт 6 ниже) вместо кода топографического объекта.

4. Теодолитные ходы. В отличие от DOS-версии, каждый ход имеет следующие атрибуты:

- имя хода (обычно перечисляют номера пунктов по направлению теодолитного хода);
- класс точности плановых и высотных измерений (например, в плане – теодолитный ход, по высоте – геометрическое нивелирование технической точности);

– метод определения расстояния (наклонное, горизонтальное, измеренное по вертикально установленной нивелирной рейке);

– атмосферные условия (для введения поправок в результаты измерений).

5. Нивелирные ходы. В пределах одного и того же длина секции может быть представлена как расстояние (в километрах или милях) или как количество штативов для выбора программой формулы подсчета высотной невязки в нивелирном ходе.

6. Топографические объекты. Являются, вместе с классификатором, новым типом данных. Содержат геометрическое описание (величины углов и расстояния) и семантическое описание (контурная или рельефная съемочная точка) объектов. Все операции, связанные с полевым кодированием, перенесены из журналов измерений в журнал топографических объектов, что позволяет вводить и обрабатывать при отсутствии данных измерений по планово-высотному съемочному обоснованию.

7. Иерархический классификатор, непосредственно связанный с топографическими объектами и предназначенный для поддержки базы данных условных знаков.

8. Система полевого кодирования. Существенно изменена система команд и принципы кодирования, так как данная версия расширяет возможности применения большого ряда электронных тахеометров.

Самое главное, что во всех последующих версиях сохраняется преемственность в составе данных (набор результатов измерений также производится с помощью табличного редактора).

В систему CREDO_DAT 3.04 интегрированы такие компоненты, как генератор отсчетов, компоновщик чертежей, утилита импорта координат пунктов и измерений из текстовых файлов, блокнот Credo_Pad, утилита универсального экспорта.

Генератор отсчетов позволяет настроить все выходные документы (каталоги, ведомости) в соответствии с нормативными документами.

Компоновщик чертежей предоставляет возможность гибкого оформления графических документов (чертежей и планшетов).

С помощью **утилит импорта** данные (координаты или измерения) из текстовых файлов импортируются в систему по шаблонам, которые настраиваются самим пользователем.

В **блокноте** Credo_Pad вы можете просмотреть и при необходимости отредактировать любой текстовый файл, в том числе файлы с электронных тахеометров, протоколы импорта, предварительной обработки, анализа и уравнивания.

Утилита универсального экспорта позволяет экспортировать данные в настраиваемые пользователями текстовые форматы.

Система CREDO_DAT может дополняться следующими отдельными программами:

• **Транскор – Преобразование координат** в которой выполняются:

– преобразование геоцентрических, геодезических, прямоугольных координат в разных проекциях в системах координат WGS84, СК42, СК63, СК95, ПЗ90, других референсных и местных системах координат по известным параметрам связи;

– определение параметров связи геоцентрических систем координат по группам пунктов, координаты которых определены в двух системах;

– определение параметров связи государственных и местных, локальных прямоугольных систем координат под различными условиями по группам пунктов, координаты которых определены в двух системах.

- **АСТРО** – *Астрономические определения* для обработки приближённых определений истинного азимута (по часовому углу Солнца, Полярной звезды).
- **Земплан 3.1** – для расчёта площадей земельных участков, создания и вывода на печать графических и текстовых документов при инвентаризации земель.
- **Нивелир 1.0** – для камеральной обработки геометрического нивелирования I, II, III, IV классов и технического, в том числе данных, полученных из файлов цифровых нивелиров.

4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА

Приложение CREDO_DAT 3.04 работает в многодокументном режиме. Это значит, что в одном окне приложения одновременно могут быть открыты и доступны для обработки нескольких проектов.

Окно приложения включает следующие элементы:

- основное меню (строка меню);
- панели инструментов, содержащие иконки для быстрого доступа к командам меню;
- строку состояния активного окна проекта;
- окна обрабатываемых проектов.

Строка меню расположена непосредственно под заголовком окна. В ней скрыты выпадающие меню с основными командами, необходимыми для организации управления и работы в системе CREDO_DAT. Количество пунктов меню в строке зависит от режима, в котором вы работаете.

При запуске программы обычно предлагается четыре пункта главного меню:

Файл Вид Установка Справка

При работе с проектом появляется главное меню проекта:

Файл Правка Вид Установка Данные Расчеты Ведомости Чертежи Окно Справка

При работе с чертежом – главное меню чертежа:

Файл Правка Фрагмент Штмп Тексты Окно Справка

Меню классификатора становится доступным при операциях с классификатором:

Файл Правка Вид Дерево Окно Справка

Окно проекта CREDO_DAT включает следующие элементы:

- графическое окно, занимающее правую часть окна проекта и предназначенное для отображения элементов проекта и выполнения над ними интерактивных действий;
- табличные редакторы, расположенные слева и служащие для просмотра, ввода и редактирования данных с клавиатуры.

Вы можете модифицировать существующие панели инструментов, а также вывести на экран дополнительные.

Строка состояния, отображение которой включается/выключается с помощью команды **Вид/строка состояния** располагается внизу и дает информацию о координатах указателя мыши в графическом окне, состоянии режимов клавиатуры и состоянии проекта (модифицирован/предобработка/уравнен).

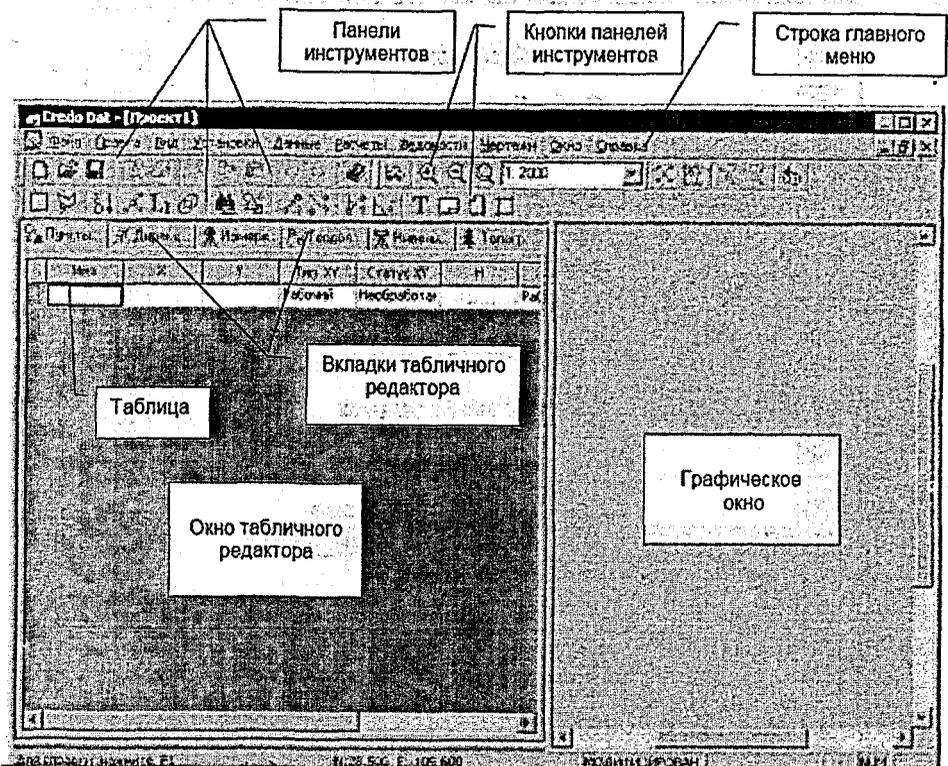


Рис.1.Окно проекта

CREDO_DAT имеет несколько *панелей инструментов* для быстрого доступа к наиболее часто используемым командам. Можно модифицировать существующие панели инструментов либо вывести на экран дополнительные. Включение/выключение панелей инструментов осуществляется с помощью команды **Панели инструментов** в меню **Вид**.

Имеется несколько панелей инструментов: стандартная, вид, операции, работа с текстами, стиль текста, форматы листов, фрагменты чертежа, компоновка чертежа, планшеты, масштаб отображения, масштаб фрагмента.

Панели инструментов: стандартная, стиль текста и форматы листов такие же, как в Microsoft Word.

Рассмотрим **панели инструментов**, предназначенные для математической обработки геодезических измерений и для построения топографических планов и чертежей.

Панель инструментов Вид

-  Команда Окно навигации
-  Команда Увеличить
-  Команда Уменьшить
-  Команда Показать все
- Команда Масштаб
-  Команда Центрировать
-  Команда Позиционировать
-  Команда К предыдущему виду
-  Команда К следующему виду
-  Команда Изменить радиус заглав

Панель инструментов Фрагменты Чертежа

-  Команда Фрагмент-окно
-  Команда Фрагмент-контур
-  Команда Редактировать
-  Команда Выбрать
-  Команда Удалить
-  Команда Копировать для чертежа
-  Команда Компоновка чертежа

Панель инструментов Планшеты

-  Команда Создать/Редактировать
-  Команда Список
-  Команда Удалить
-  Команда Компоновка чертежа

Панель инструментов Операции



Команда Выбор (окно)



Команда Выбор (контур)



Команда Создать/Редактировать



Команда Найти пункт



Команда Предобработка



Команда Цепочка



Команда L1-анализ



Команда Уравнивание



Команда ОГЗ для цепочки



Команда ОГЗ для двух пунктов



Команда ОГЗ для разбивки



Команда Расчет угла



Команда Тексты



Команда Форматы листов



Команда Фрагменты чертежа



Команда Паншеты

Панель инструментов Работа с текстами



Команда Создать



Команда Переместить



Команда Повернуть



Команда Удалить



Команда Подпись координатной сетки

Текст:

Строка текста

Поле для ввода строки текста

Панель инструментов Компоновка чертежа



Команда Параметры чертежа



Команда Показать содержимое



Команда Показать раскладку на странице



Команда Вертикальный



Команда Горизонтальный



Команда Работа с текстами



Команда Вставить рисунок



Команда Вставить ведомость



Команда Вставить компас



Команда Построить линию



Команда Построить прямоугольник



Команда Построить полигон



Команда Выбрать другой



Команда Повернуть



Команда Удалить

Панель инструментов Масштаб отображения

Масштаб отображения:

Команда Масштаб отображения

Панель инструментов Масштаб фрагмента

Угол поворота:

Угол поворота

Масштаб фрагмента:

Команда Масштаб

5. ПОРЯДОК И ОПИСАНИЕ РАБОТЫ В CREDO_DAT 3.04

Стандартная схема обработки данных (результатов геодезических измерений) включает следующие этапы:

1. **Начальные установки**, включающие наименование ведомства и организации, описание системы координат и высот, используемых при производстве геодезических работ, настройку стандартных классификаторов, задание единиц измерений и другие аналогичные настройки.

2. **Создание нового или открытие существующего проекта**, уточнение, при необходимости, свойств проекта, то есть параметров, присущих каждому отдельному проекту.

3. **Импорт данных** или ввод и **редактирование данных в табличных редакторах**. Система обеспечивает возможность комбинировать способы подготовки данных: импортировать данные по шаблону из текстовых файлов (например, координаты исходных пунктов), импортировать измерения из файлов электронных регистраторов, вводить данные через табличные редакторы и т.д.

4. **Предварительная обработка измерений**, являющаяся обязательным подготовительным шагом перед уравниванием. Любые изменения проекта не будут учтены при уравнивании, если не выполнена предобработка.

5. **Уравнивание координат пунктов** плано-высотного обоснования. Следует обращать особое внимание на настройки параметров уравнивания и априорную точность измерений, которые существенно влияют на качество уравнивания, особенно при совместном уравнивании разнородных сетей.

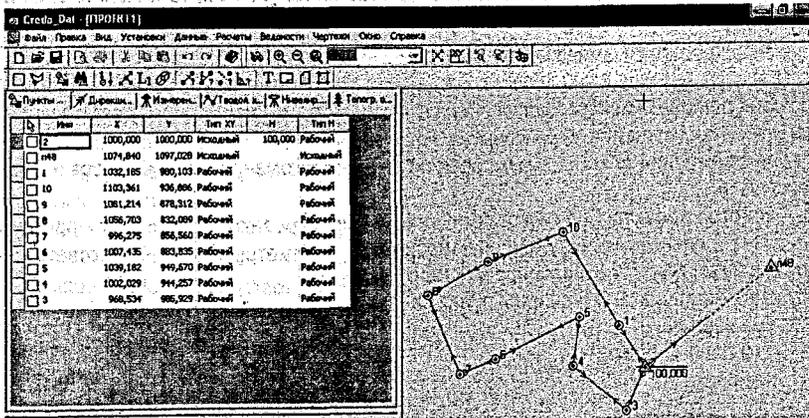
6. **Подготовка отчетов**. Генератор отчетов позволяет сформировать шаблон выходного документа согласно стандартам предприятия.

7. **Создание чертежей**.

8. **Экспорт данных** в подсистемы CREDO; ГИС, текстовые файлы.

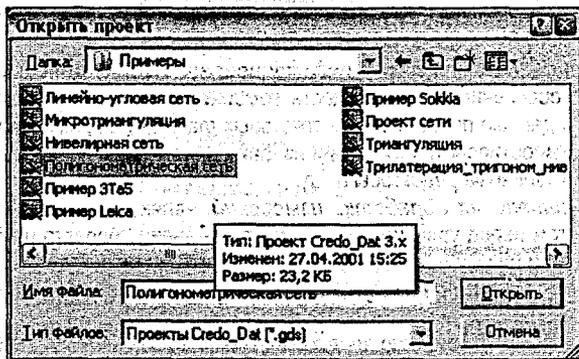
6. СОЗДАНИЕ ПРОЕКТА, ЕГО СВОЙСТВА И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Создать новый проект вы можете, выбрав команду Создать/Проект меню Файл или используя клавиши <Ctrl + N>



По умолчанию новому проекту присваивается имя **Проект 1**. Последующие новые проекты будут называться **Проект 2**, **Проект 3** и т.д. Эти имена будут предлагаться в качестве имени файла при первой попытке сохранения проекта с помощью команды **Сохранить** меню **Файл**.

Проекты **CREDO_DAT** хранятся на диске в виде файлов с расширением **gds**. Для открытия существующего проекта воспользуйтесь командой **Открыть** меню **Файл** либо сочетанием клавиш **<Ctrl + O>**.



При сохранении проекта сохраняются также все установки и параметры этого проекта. Для сохранения проекта выберите в меню **Файл** команду **Сохранить** или нажмите клавиши **<Ctrl+S>**.

Для сохранения проекта на диске под другим именем:

- выберите в меню **Файл** команду **Сохранить как...**,
- панели **Сохранить** проект под именем в списке **Тип файлов** укажите формат **Проекты Credo_Dat (*.gds)**,
- выберите файл для сохранения в списке файлов или введите имя файла в поле **Имя файла**. Если имя не представлено в списке файлов текущей папки, то измените диск или папку в поле **Папка** или введите имя файла с указанием полного пути в поле **Имя файла**,
- сохраните файл, нажав кнопку **Сохранить**.

При первом сохранении проекта, созданного за время текущего сеанса, по команде **Сохранить** меню **Файл** откроется панель **Сохранить проект под именем**. Далее сохранение файла производится по описанному выше сценарию.

Для сохранения всех открытых проектов выполните команду **Сохранить все проекты** меню **Файл**.

Свойства проекта. Под свойствами проекта подразумеваются параметры, присущие каждому отдельному проекту. Отредактировать эти параметры можно на соответствующих вкладках панели **Свойства проекта** меню **Данные**.

Карточка проекта заполняется путем набора текстовых полей:

- имя проекта;
- населенный пункт;
- площадка;
- гриф секретности.

Эти поля отображаются в зарамочном оформлении планшетов и могут быть вставлены в шаблоны выходных документов с помощью генератора отсчетов.

Для редактирования карточки проекта выбирается вкладка Карточка проекта панели Свойства проекта меню Данные.

Масштаб съемки определяет размер надписей, условных обозначений координатной сетки и др. Масштаб задается на вкладке Карточка проекта и сохраняется по завершении текущего сеанса работы и используется по умолчанию при создании новых проектов.

Свойства проекта

Инструменты | Планшетная сетка | Коор. сетка | Статистика
Карточка проекта | Система координат | Точность | Поправки

Имя проекта: 80/120

Населенный пункт: Минская область

Площадка: Городец

Грне секретности: Для служебного пользования

Масштаб съемки: 1: 25000

Классификатор: C:\Program Files\Credo\Credo_DAT\Templates\Классификатор

Применить ко всем новым проектам

Система кодировки: Базовый код

Применить к проекту настройки таблиц по умолчанию

OK Отмена Поддержать Справка

Система координат и высот устанавливается при создании проекта, задается в начальных системных установках. Для каждого проекта могут быть установлены индивидуальные системы координат и высот из поставленного и дополнительного при начальной установке набора.

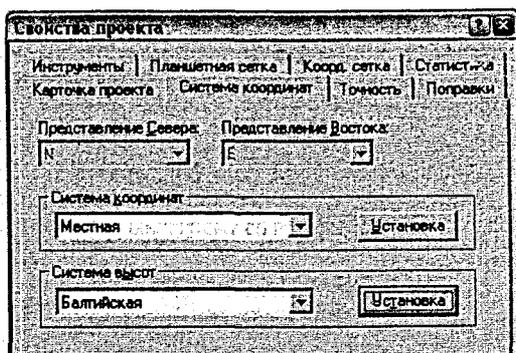
Система координат и высот задается на вкладке Система координат панели Свойства проекта меню Данные.

Если выбранная система координат основывается на картографической проекции (UTM), то при необходимости можно установить представление плановых координат в выпадающих списках Представление Севера и Представление Востока.

Представление плановых координат в проекте возможно в следующих форматах:

- координата «Север»: N и $N - N_0$;
- координата «Восток»: E , $E + E_0$ и <номер зоны> $E + E_0$,

где N_0 и E_0 – соответственно смещения на север и восток.



Характеристики точности измерений устанавливаются для каждого проекта в виде априорных характеристик точности измерений и вычислений:

- средние квадратические погрешности плановых измерений,
- допустимые высотные невязки,
- доверительный коэффициент.

Характеристики точности влияют на определение весов для уравнений поправок, оценку точности и отбраковку измерений.

Средние квадратические погрешности плановых измерений можно задать, используя вкладку **Точность** на панели **Свойства проекта** меню **Данные**.

В таблице СКП плановых измерений для каждого класса измерений даны значения СКП для следующих типов измерений (см. рис. 2):

- **углы (сеть)** – вводятся в [сек] значения СКП измерения углов в линейно-угловой сети;
- **направления (сеть)** – вводятся в [сек] значения СКП измерения направлений в линейно-угловой сети;
- **дирекционные углы** – вводятся в [сек] значения СКП измеренных дирекционных углов;
- **стороны сети (с/д)** – вводятся в [м] значения СКП измерения сторон линейно-угловой сети светодальномером;
- **стороны сети (лента)** – вводятся обратные значения относительных погрешностей измерения сторон лентой;
- **стороны ходов (с/д)** – вводятся в [м] значения СКП измерения сторон теодолитных ходов светодальномером;
- **стороны ходов (лента)** – вводятся обратные значения относительных погрешностей измерения сторон теодолитных ходов лентой (рулеткой).

Надо иметь в виду, что в таблице Точность приведены относительные погрешности измерения линий, а в нормативных документах приводятся предельные (допустимые) относительные невязки ходов. Относительные погрешности из таблицы Точность используются для установления весов измерений, выполненных рулеткой. Они прямо влияют на результаты уравнивания для линий, измеренных рулеткой (лентой), и совершенно не влияют на линии, измеренные светодальномером. Для последних веса рассчитываются в соответствии с установкой значений в поле Сто-

роны сети (с/д) либо в поле Стороны ходов (с/д). Сама величина, приведенная в таблице, принята исходя из нормативных предельно допустимых относительных погрешностей и выше по точности в 2-2,5 раза. Например, если для полигонометрии 1 разряда предельно допустимая невязка составляет 1:10000, то относительная погрешность измерения линий составляет 1:20000.

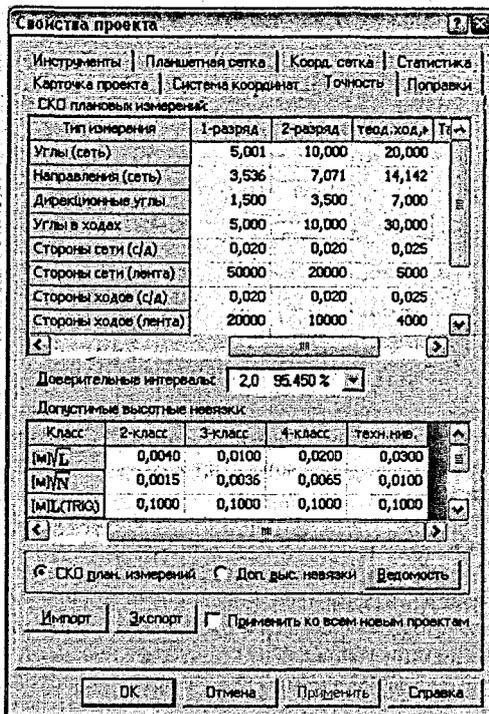


Рис. 2. Панель свойства проекта

Введенные в таблице значения могут быть сохранены на диске в виде текстового файла. Для этого на вкладке Точность нажмите кнопку Экспорт и в панели Сохранение проекта укажите имя файла для сохранения. Этот файл в дальнейшем может быть импортирован в таблицу.

Аналогичным образом могут быть выбраны и сохранены значения допустимых высотных невязок.

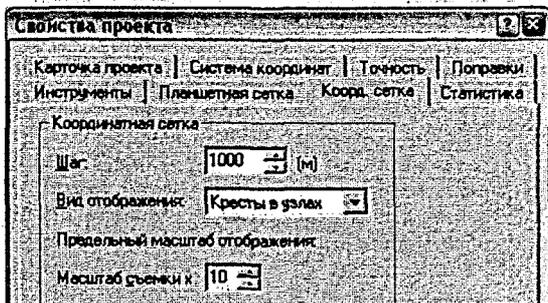
Доверительный коэффициент задается и используется при отбраковке ошибочных измерений углов и расстояний, расчета допустимых невязок в ходах.

Через панель Свойства проекта меню Данные выполняется учет поправок в измерения. В процессе предобработки программой вводятся в измеренные линии, направления и превышения следующие поправки:

- атмосферные,
- за компарирование мерных приборов

- за кривизну Земли и рефракцию;
- за редуцирование на уровень моря;
- за редуцирование на плоскость;
- за редуцирование на поверхность относимости.

Также через панель Свойства проекта меню Данные можно выполнить настройку отображения координатной сетки.



7. ВВОД И РЕДАКТИРОВАНИЕ ДАННЫХ

Все импортированные из внешних источников данные, а также данные, введенные с клавиатуры, попадают в табличные редакторы Пункты ПВО, Измерения, Дирекционные углы и Топографические объекты и являются доступными для последующего редактирования и документирования.

Данные, размещенные в таблице, одновременно отображаются в графическом окне и наоборот, все изменения при редактировании данных, выполненные интерактивно в графическом окне, отображаются в ячейках табличных редакторов.

При импорте измерений одной и той же величины (горизонтального или вертикального угла, расстояния и т.д.) принимаются и обрабатываются только первичные данные. Например, если в импортируемом файле содержатся вместе отсчеты измерений (например, наклонная дальность), приведенные измерения (горизонтальное проложение), вычисленные внутренней программой регистратора средние значения отсчетов, дирекционных углов или координат, то приоритет отдается отсчетам, как первичной информации, на базе которой рассчитываются все остальные. Все вторичные (расчетные) данные либо игнорируются, либо используются программой как вспомогательные и подлежащие перерасчету.

Все пункты, хранимые и обрабатываемые в CREDO_DAT, разделены на два типа:

- пункты плано-высотного обоснования (ПВО);
- пункты тахеометрии.

7.1. Ввод данных о пунктах плано-высотного обоснования

Параметры пунктов ПВО доступны для редактирования в таблице Пункты ПВО. Они включают:

- имя (см. Имена пунктов);
- координата N (Север);
- координата E (Восток);
- координата H (абсолютная отметка).

Тип NE – тип плановых координат, определяющий способ обработки данного пункта. Может принимать следующие значения:

- **Исходный**. Координаты исходных пунктов при обработке не меняют своих значений и служат, вместе с измерениями, основой для расчетов, выполняемых на этапе предобработки и уравнивания.

- **Предварительный**. Координаты предварительных пунктов при предобработке не изменяются и пересчитываются только в процессе уравнивания. Это дает возможность уравнивать пункты, для которых невозможен расчет предварительных координат. Предварительные координаты используются при обработке трилатерации, при проектировании геодезических построений. Уравненные координаты предварительных пунктов не доступны для редактирования.

* Если координатам пункта присвоить тип Предварительный, то он будет рассматриваться как пункт, подлежащий уравниванию. Этим можно воспользоваться для получения отчетности по так называемым висячим ходам: если последнему пункту висячего хода присвоить тип Предварительный, то координаты пунктов и характеристики хода попадают в ведомости по результатам уравнивания.

- **Рабочий**. Координаты рабочих пунктов пересчитываются каждый раз в процессе предобработки и уравнивания. Рассчитанные и уравненные координаты рабочих пунктов не доступны для редактирования.

Тип N. Определяется аналогично типу плановых координат и может принимать только два значения: Исходный и Рабочий.

Статус NE. Состояние плановых координат, определяемое программой и недоступное для редактирования. Статус может принимать одно из четырех значений:

- **уравненный**, если плановые координаты пункта уравнены;
- **вычисленный**, если в процессе предобработки плановые координаты рассчитаны, установлено, что они подлежат уравниванию, но уравнивание еще не выполнено;
- **полярный**, если в процессе предобработки плановые координаты рассчитаны и установлено, что они не подлежат уравниванию;
- **необработанный**, если предобработка не выполнялась или в процессе предобработки плановые координаты не рассчитаны.

Статус N. Определяется аналогично статусу плановых координат. Принадлежность к рельефу. Параметр определяет отношение абсолютной отметки пункта тахеометрии к рельефу, доступен для редактирования в таблице Измерения (Тахеометрия) и может принимать следующие значения:

- **рельефный**, если пункт принадлежит рельефу и может участвовать в его моделировании;
- **ситуационный**, если пункт имеет отметку, но не принадлежит рельефу (например, низ проводов);
- **нерельефный**, если отметка пункта отсутствует или должна игнорироваться (пункт имеет только плановые координаты).

Из всех параметров пунктов тахеометрии для редактирования доступны только **Имя** и **Отношение к рельефу**, которые редактируются в журнале Измерения (Тахеометрия).

Координаты пунктов рассчитываются на основе измерений и редактированию не подлежат.

Пункты		Дирекци.		Измерен.		Геодол. к.		Нивелир.		Топогр.	
№	Имя	X	Y	Тип ХУ	Статус ХУ	H	Тип Н				
<input type="checkbox"/>	0008	8006,290	18635,197	Рабочий	Уравненный	304,762	Рабочий				
<input checked="" type="checkbox"/>	0024	8122,094	18598,570	Рабочий	Уравненный	304,762	Рабочий				
<input type="checkbox"/>	0026	7820,626	19693,694	Рабочий	Необработ.	199,160	Исходный				
<input type="checkbox"/>	0041	8017,645	18770,857	Рабочий	Уравненный	304,762	Рабочий				
<input type="checkbox"/>	0507	6209,005	16614,385	Рабочий	Уравненный	0,000	Рабочий				
<input type="checkbox"/>	0583	7049,665	16692,689	Рабочий	Уравненный	0,000	Рабочий				
<input type="checkbox"/>	1	7257,050	19216,034	Рабочий	Уравненный	304,762	Рабочий				

Рис. 3. Параметры пунктов

Существует три способа для создания и редактирования пунктов ПВО:

- в таблице Пункты ПВО,
- в графическом окне с помощью функции Создать/Редактировать,
- с помощью групповых операций в таблице и графическом окне (только изменить тип координат).

Для редактирования пунктов в таблице Пункты ПВО выберите в меню Данные/Пункты команду Таблица или перейдите в таблицу через вкладку Пункты ПВО.

Для создания и редактирования пунктов в графическом окне выберите в меню Данные/Пункты команду Создать/Редактировать или нажмите соответствующую ей иконку на панели инструментов. Порядок работы при создании и редактировании следующий:

- для создания нового пункта переведите курсор в режим "Указание", для редактирования - в режим "Захват",
- укажите курсором примерное место создаваемого пункта или захватите редактируемый пункт и нажмите левую клавишу мыши. В панели Пункт отредактируйте параметры пунктов.

С помощью групповых операций в таблице и графическом окне можно изменить тип координат выбранных пунктов. Тип пункта можно отредактировать одновременно у нескольких пунктов. В таблице:

- выделите редактируемые пункты и нажмите правую клавишу мыши,
- в контекстном меню выберите пункт Изменить тип пункта,
- в панели Тип пункта выберите плановые или высотные координаты, тип которых необходимо изменить, и присвойте пунктам необходимый тип из выпадающего списка.

В графическом окне:

- выберите необходимые пункты командой Правка/Выбор,
- укажите курсором в режиме "Захват" на один из выбранных пунктов и нажмите правую клавишу мыши,
- в контекстном меню выберите команду Изменить тип,
- в открывшемся окне диалога Пункт измените тип всех выделенных пунктов,
- нажмите кнопку ОК для сохранения внесенных изменений или кнопку Отмена для отказа от сохранения.

7.2. Ввод и редактирование дирекционных углов

Ввод и редактирование дирекционных углов (измеренных или исходных) производится в таблице Дирекционные углы. Ввод значений дирекционных углов, а также измеренных горизонтальных и вертикальных углов с клавиатуры производится так: 6,09,35,10 (через запятую значения градусов, минут, секунд и долей секунд) и затем нажать кнопку ОК.

Пункт		Цель	Дир. угол	Класс
<input type="checkbox"/>	4390	4429	6°09'35,10"	1-разряд
<input type="checkbox"/>	5280	6723	7°44'17,40"	1-разряд
<input type="checkbox"/>	6286	9420	5°09'35,00"	1-разряд
<input type="checkbox"/>	5609	6847	1°27'09,80"	1-разряд

Ввод результатов измерений в линейных, угловых и комбинированных сетях с клавиатуры, просмотр и редактирование измерений, полученных при импорте данных с тахеометров, выполняется с помощью табличного редактора Измерения. В верхней части таблицы вводится описание станции, а в нижней – результаты измерений. Станция – любой геодезический пункт проекта.

Станция	H	Место нуля	Инструмент	Дата	T°	P	Влажность
		0°00'00,00"	ТСК	28.11.2000	20,0	60,0	70,0

Цель	Круг	Гор. лимб	Верт. лимб	Расст.	Hv	Правый/лево	Класс (X,Y)	Класс (H)
Лево							1-разряд	техн. ние

Существует три способа для создания и редактирования станций:

- в таблице Измерения (режим ПВО или Тахеометрия),
- в графическом окне,
- помощью групповых операций в таблице (для изменения некоторых параметров).

Для создания или редактирования станций в таблице Измерения выберите в меню Данные/Измерения команду Таблица или перейдите в таблицу через вкладку Измерения.

Для создания и редактирования станций в графическом окне:

- укажите курсором в режиме "Захват" пункт, на котором необходимо создать станцию, и нажмите правую клавишу мыши,
- выберите команду Создать из контекстного меню Станция.

Отредактируйте предлагаемые по умолчанию параметры новой станции в верхней части таблицы Измерения.

С помощью групповых операций в верхней части таблицы Измерения можно изменить одновременно у выбранных станций инструмент, метод определения расстояний, класс (группу) точности плановых (X,Y) и высотных (H) измерений:

- выделите редактируемые станции, используя клавиши Shift и Ctrl, и нажмите правую клавишу мыши,
- в контекстном меню выберите необходимую команду.

7.3. Ввод результатов геодезических измерений

Измерения (ПВО) описываются следующими параметрами:

- цель - имя пункта, на который выполнены измерения;
- круг - положение вертикального круга (Лево, Право);
- гор. лимб - отсчет по лимбу горизонтального круга. Формат ввода и отображения углов можно отредактировать при настройке таблицы. *Правые по ходу углы вводятся со знаком "минус"*;
- расстояние;
- H_v - высота наведения на цель (высота отражателя);
- класс (XY) - класс (разряд, группа) точности выполняемых измерений горизонтального угла и расстояния (см. Свойства проекта/Точность);
- метод определения расстояния.

– *наклонное расстояние (с/д)* - наклонная дальность при измерении расстояния светодальномером. При отсутствии в текущем измерении вертикального угла или превышения, наклонное расстояние принимается приведенным к горизонту на уровне цели;

– *горизонтальное проложение (с/д)*. При наличии измеренного превышения или вертикального угла считается приведенным к горизонту на уровне цели;

– *вертикальная рейка* - полный отсчет. Расстояние (в метрах или футах), определенное оптическим дальномером по вертикальной рейке (по верхней и нижней нити) либо половинный отсчет;

– *рулетка* - расстояние; измеренное рулеткой или лентой.

* Формулы расчета расстояний для различных методов см. в библиотеке инструментов.

* Для правильного учета атмосферных поправок (см. Свойства проекта / Учет поправок в измерениях).

• класс (H) класс (разряд, группа) точности выполняемых измерений вертикального угла или превышения (см. Свойства проекта/Точность);

• вертикальный лимб - отсчет по вертикальному кругу. Отсчет всегда принимается как измерение вертикального угла. При измерениях зенитных расстояний место нуля (МО) определяется близким к 90.00;

• превышение. Измерение, альтернативное вертикальному углу. При обработке превышения считается, что высота инструмента и цели в превышении не учтены.

При импорте файлов данных, полученных с электронных регистраторов и тахеометров, заполнение таблиц происходит автоматически.

Измерения можно временно исключить из уравнивания (отключать). Порядок работы см. Отключение и восстановление станции. Можно отключать отдельные измерения на станции, остальные измерения будут участвовать в обработке.

Для распечатки через Генератор отчетов всех измерений проекта выберите в меню Данные/Измерения команду Отчет.

7.4. Создание теодолитного (полигонометрического) хода

Ввод с клавиатуры и редактирование теодолитных ходов выполняется в таблице на вкладке Теодолитные ходы. Таблица состоит из двух частей – верхней, в ней дается описание (заголовки) ходов, и нижней, в ней вводятся данные по каждому ходу. Количество ходов или пунктов в ходах неограничено.

Описание (заголовков) хода создается двумя способами – непосредственно в верхней части таблицы либо в интерактивном режиме в графическом окне.

Для создания заголовка в таблице вызовите в меню **Данные/Геодолитные ходы** команду **Таблица** или выберите вкладку **Теодол. ходы**.

Для создания заголовка в графическом окне:

- подведите курсор в режиме "Захват" к начальному пункту хода и нажмите правую клавишу мыши,

- выберите команду **Создать** из контекстного меню **Теодолитный ход**,

- отредактируйте описание хода, формирующееся по умолчанию, и продолжите ввод данных по ходу с клавиатуры.

Каждый ход описывается следующими параметрами:

1. Ход – номер хода. Номера ходов могут быть только цифровые. Номера редактируются.

2. Пункты – не редактируемое поле, содержащее перечисление пунктов данного хода. Заполнение данных в этой графе происходит автоматически из таблицы: **Точки, теодолитного хода**.

3. Инструмент – имя инструмента из библиотеки инструментов.

4. Метод определения расстояния. Выбирается из выпадающего списка по клавише **<Пробел>** или двойным щелчком мыши.

Данные по ходу вводятся в нижней части таблицы. Переход между строками осуществляется курсором или клавишами-стрелками, клавишей **<Enter>** после ввода значения в соответствующую ячейку колонки. Данные по ходу вводятся в текущих единицах измерений. Точность представления устанавливается при открытии вкладки **Точность** в меню **Установки/Настройки**.

Порядок ввода результатов измерений по ходу следующий:

- Установите курсор в первой строке графы **Пункт**. Введите имя пункта ориентирования. Нажмите клавишу **<Enter>**. Активной станет ячейка второй строки этой же графы.

- * При координатной привязке нет измерения на пункт ориентирования. В этом случае первую ячейку в графе **Пункт** следует пропустить, ее текстовое поле должно оставаться пустым.

- Ведите номер пункта стояния. Нажмите клавишу **<Enter>**. Активной станет ячейка второй строки графы **Гор. Угол**.

- Введите значение угла. Правые по ходу углы вводятся со знаком "минус". Нажмите клавишу **<Enter>**. Активной станет ячейка второй строки колонки **Вер. Угол**.

- Ведите значение вертикального угла или превышения, если они измерялись. Нажмите клавишу **<Enter>**.

- Введите измеренное расстояние. Нажмите клавишу **<Enter>**.

- Введите следующий пункт стояния и далее измеренные значения по ходу.

- * Значение вертикального угла или превышения используется только для приведения наклонных расстояний линий к горизонту.

В любой момент можно прервать ввод данных по ходу и по команде **Расчет** меню **Расчеты/Предобработка** выполнить предобработку введенных измерений. В графическом окне отобразятся введенные измерения, рассчитанные пункты хода (ходов).

Сервисные операции описания ходов и данных по ходам производится в таблицах из контекстного меню, вызываемого правой клавишей мыши.

Команда **Отчет**, вызываемая из меню **Данные/Геодолитные ходы**, выводит с помощью **Генератора отчетов** (см. **Шаблоны выходных документов**) полное содержание таблицы **Теодолитные ходы**.

Пункты	Дирекци.	Измерен.	Геодел. х.	Нивелир.	Топогр. о.
Ход	Пункты	Инструмент	Класс (ХУ)	Класс (Н)	Метод определ.
<input type="checkbox"/> 1	5609, 49, ..., 628 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 2	6281, 5454, ..., 4 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 3	6281, 2, ..., 6723 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 4	9420, 6 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 5	6, 162 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 6	162, 113, ..., 628 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 7	162, 9382, ..., 62 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 8	СТАРИНА*, 155, .. ТСК		2-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 9	161, 318, ..., 39 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 10	39, 24, ..., 310 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 11	310, 126, ..., 39 ТСК		2-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 12	15, 310, 6 ТСК		1-разряд	техн.нив.	Горизонтальное
<input type="checkbox"/> 13	310, 276, ..., 161 ТСК		2-разряд	техн.нив.	Горизонтальное

Пункт	Гор. угол	Расстояние
▲ 6847		
5609	7°01'06,00"	331,250
49	1°11'14,00"	283,693
107	6°37'46,00"	487,104
62	8°05'45,00"	564,978
176	7°53'36,00"	400,847
332	4°12'16,00"	292,150
101	1°34'24,00"	148,544
76	7°03'47,00"	311,100
6281	2°51'34,00"	
▼ 5454		

Рис.4. Пример ввода данных для полигонометрических ходов

7.5. Создание и обработка нивелирного хода

Ввод с клавиатуры и редактирование ходов геометрического нивелирования выполняется в таблице на вкладке Нивелирование. Таблица состоит из двух частей: в верхней – дается описание (заголовки) ходов; в нижней – вводятся данные по каждому ходу. Количество ходов или пунктов в ходах неограничено.

Описание (заголовки) хода создается двумя способами – непосредственно в верхней части таблицы, либо в интерактивном режиме в графическом окне.

Для создания заголовка в таблице вызовите в меню Данные/Нивелирование команду Таблица или выберите вкладку Нивелирование.

Для создания заголовка в графическом окне:

- подведите курсор в режиме "Захват" к начальному пункту хода и нажмите правую клавишу мыши,
- выберите команду Создать из контекстного меню Нивелирный ход,
- отредактируйте описание хода, формирующееся по умолчанию, и продолжите ввод данных по ходу с клавиатуры.

Каждый ход описывается следующими параметрами:

- а) ход - номер хода. Номера ходов могут быть только цифровые. Номера редактируются;
- б) пункты - не редактируемое поле, содержащее перечисление пунктов данного хода.

Заполнение данных в этой графе происходит автоматически из нижней части таблицы Нивелирование;

в) класс (Н) - класс (разряд, группа) точности нивелирования в данном ходе (см. Свойства проекта Точность). Класс (Н) выбирается из выпадающего списка по клавише <Пробел> или двойным щелчком мыши.

Данные по ходу вводятся в нижней части таблицы. Переход между строками осуществляется курсором или клавишами-стрелками, клавишей <Enter> после ввода значения в соответствующую ячейку колонки. Данные по ходу вводятся в текущих единицах измерений, расстояния в километрах или милях, превышение в метрах. Точность представления устанавливается при открытии вкладки Точность в меню Установки/Настройки. Порядок ввода следующий:

- Установите курсор в первой строке графы Пункт. Введите имя начального пункта хода. Нажмите клавишу <Enter>.

- Введите в соответствующие графы значение превышения, расстояние или число штативов между пунктами.

- Введите следующий пункт стояния и далее измеренные значения по ходу.

* Условием отображения высотных связей является наличие координат пунктов, по которым проходит ход, в таблице Пункты. Поэтому для отображения и вычерчивания схемы ходов геометрического нивелирования, пункты, не являющиеся одновременно пунктами планового обоснования, необходимо в интерактивном режиме в графическом окне проекта создать такие пункты (см. Создать/Редактировать), указывая их местоположение визуально. При одновременной обработке плановых сетей и геометрического нивелирования пункты планового обоснования, являющиеся одновременно и высотными, создавать таким образом не надо, - они включатся в схему нивелирных ходов автоматически.

Ход	Пункты	Класс (Н)
1	рг8425, 5609,	4-класс
2	2, 2224	4-класс
3	2, 252, ..., 00	4-класс
4	2, 27, ..., 197	4-класс

Пункт	Превышение	Расстояние	Штативы
рг8425	-0,463	0,390	
5609	2,874	0,330	
49	-5,322	0,280	
107	0,185	0,510	
62	0,716	0,590	
176	5,712	0,390	
332	4,328	0,300	
101	-0,218	0,210	
76	-2,197	0,420	
2			

Рис. 5. Пример ввода данных для нивелирных ходов

Сервисные операции описания ходов и данных по ходам производятся в таблицах из контекстного меню, вызываемого правой клавишей мыши.

Команда **Отчет**, вызываемая из меню **Данные/Нивелирование**, выводит с помощью **Генератора отчетов** (см. Шаблоны выходных документов) полное содержание таблицы **Нивелирование**.

7.6. Обработка результатов тахеометрической съемки

Расчет координат пунктов тахеометрической съемки выполняется на основе данных журналов планово-высотного обоснования (таблицы **Пункты ПВО, Измерения (ПВО), Дирекционные углы и Теодолитные ходы**) и журнала тахеометрической съемки (таблица **Измерения (Тахеометрия)**). В результате этого расчета координаты пунктов обоснования не изменяются.

Станция	Инструмент	Н ₁	МО (МЗ)		X	Y	H
Цель	Гор. лимб	Верт. лимб	Расстояние	H _v	X	Y	H
1	0°01'30"	0°26'30"	84,100	1,580	441,725	927,443	94,660
2	243°16'00"	0°13'30"	163,900	1,580	311,723	755,847	94,667
3	248°37'00"	0°19'30"	48,200	1,580	349,399	865,553	94,280
4	309°16'00"	0°13'30"	242,000	2,100	542,286	754,892	94,465
5	324°02'00"	0°16'00"	353,100	2,100	676,360	758,203	95,175
6	337°00'00"	0°24'00"	206,200	2,100	559,821	866,421	94,949
110	0°00'00"				740,000	980,000	95,000

Существуют два режима расчета:

- расчет в реальном времени;
- полный перерасчет всей тахеометрии.

Расчет в реальном времени возможен, если известны координаты пункта стояния и дирекционный угол на пункт ориентирования или его координаты. В этом случае координаты пункта наведения рассчитываются непосредственно при вводе данных из журнала в таблицу **Измерения (Тахеометрия)**. Координаты рассчитанной точки отображаются в соответствующих колонках таблицы, сама точка и ее связи отображаются на плане.

Перерасчет всей тахеометрии необходим, если изменены координаты опорных пунктов станций тахеометрии или дирекционные углы на пункт ориентирования. При модификации элементов планово-высотного обоснования автоматическое вычисление координат пунктов тахеометрии не производится. Для выполнения перерасчета выберите команду **Тахеометрия меню Расчеты**.

* Полный перерасчет тахеометрии выполняется автоматически после предобработки и уравнивания.

По результатам обработки тахеометрии формируются следующие документы:

- Станции тахеометрии (команда **Отчет** меню **Данные/Тахеометрия**). Содержит копию журнала тахеометрии.
- Ведомость координат (меню **Ведомости**). Содержит значения координат всех пунктов объекта, включая пункты тахеометрии.

8. ПРИНЦИПЫ УРАВНИВАНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ В CREDO_DAT 3.04

В CREDO_DAT 3.04 реализовано совместное уравнивание линейных и угловых измерений, отличающихся по классам точности, топологии и технологии построения. Уравнивание проводится параметрическим способом по критерию минимизации суммы квадратов поправок в измерения.

Процедуре уравнивания должна предшествовать предварительная обработка данных.

Основной функцией предобработки является преобразование к единому внутреннему формату данных измерений и параметров проекта, полученных из различных источников. В процессе предобработки выполняются следующие действия:

- расчет направлений, горизонтальных проложений и превышений на основе средних значений отсчетов измерений, контроль соблюдения инструктивных допусков, установленных для соответствующих классов построений;
 - вычисление вертикальных углов и превышений;
 - учет поправок за атмосферное влияние, компарирование, за кривизну Земли и рефракцию, за редуцирование линий и направлений на плоскость в выбранной проекции, за редуцирование на уровенную поверхность относимости;
 - формирование векторов измерений, то есть редуцированных значений длин, направлений и превышений, подлежащих уравниванию;
 - расчет предварительных координат пунктов;
 - отображение в графическом окне: схемы плано-высотного обоснования, тахеометрической съемки, топографических объектов и других элементов проекта;
 - распознавание избыточных измерений и формирование топологии сети обоснования. Определение статуса координат пунктов;
 - распознавание теодолитных и нивелирных ходов;
 - формирование необходимых промежуточных протоколов и отчетных документов.
- После предобработки исходными данными для уравнивания служат:

- координаты исходных пунктов,
- приближенные значения координат пунктов обоснования, полученные после предобработки,
- дирекционные углы,
- вектора, содержащие редуцированные значения направлений, горизонтальных проложений и превышений,
- допустимые значения средних квадратических погрешностей (СКП) плановых измерений для различных классов точности,
- допустимые высотные невязки для различных классов точности.

Каждый параметр векторов измерений (направление, горизонтальное проложение и превышение), а также каждый дирекционный угол, образует одно уравнение в системе уравнений поправок

$$P \cdot A \cdot x - P \cdot b = P \cdot \mathcal{S},$$

где P – матрица весов, A – матрица коэффициентов, b – вектор значений измерений, x – вектор поправок в координаты пунктов, \mathcal{S} – вектор невязок. При уравнивании требуется определить вектор x , при котором сумма квадратов компонент вектора поправок $P \cdot \mathcal{S}$ достигает минимального значения.

Выбор весов P основан на необходимости выполнения трех условий:

- учет точности измерений разных классов при совместном уравнивании измерений разных классов;
- согласованность уравнений, соответствующих измерениям разных типов (угловым и линейным);

– совместное уравнивание измерений в сетях, включающих как участки ходов, так и участки линейно-угловых построений.

Для вычисления весов P используются следующие параметры:

- значение допустимой СКП или допустимая высотная невязка, соответствующие классу данного измерения;
- происхождение вектора (ход или линейно-угловая сеть) и его класс;
- балансовый коэффициент для линейных и угловых уравнений, установленный при настройке параметров уравнивания.

Для решения системы уравнений поправок используется итерационный алгоритм. На каждой итерации вычисляются поправки в координаты пунктов, затем коэффициенты уравнений рассчитываются заново, и процесс повторяется.

Для оценки точности положения урванных пунктов, формирования параметров эллипсов погрешностей используется ковариационная матрица, коэффициенты которой вычисляются в процессе уравнивания.

Эллипсы погрешностей отображаются в графическом окне вокруг каждого урванного пункта и обозначают область вероятного положения пункта. Проекция полуосей эллипса на координатные оси равны среднеквадратическим погрешностям M_x и M_y положения пункта. Таким образом, по размерам и ориентации эллипсов можно судить о качестве уравнивания каждого участка сети или всей сети в целом.

Для графического представления точности высотного уравнивания вокруг каждого пункта, урванного по высоте, отображается окружность с радиусом, равным среднеквадратической ошибке вычисления абсолютной отметки.

Режимы отображения и масштабы эллипсов ошибок и СКП абсолютных отметок задаются в настройках параметров уравнивания.

Уравнивание выполняется по команде Расчет меню Расчеты/Уравнивание или по нажатию клавиши <Ctrl+2>.

В процессе выполнения расчета на экран выводится панель монитора уравнивания, на которой отображается номер текущей итерации и погрешность уравнивания, равная среднеквадратическому значению поправок в координаты пунктов на предыдущей итерации. Процесс уравнивания может быть прерван нажатием кнопки Прервать. В этом случае статус пунктов останется неизменным, отчеты по результатам уравнивания сформированы не будут. Для ограничения числа итераций с сохранением возможности корректного завершения процесса уравнивания установите соответствующие параметры в панели настройки параметров уравнивания.

При наличии грубых ошибок в измерениях, не позволяющих корректно завершить уравнивание, создается протокол, который можно просмотреть, выполнив команду Протокол меню Расчеты/Уравнивание.

В CREDO_DAT версии 3.04 реализована технология поиска, локализации и нейтрализации грубых ошибок в сетях геодезической опоры. Она включает три основных метода:

1. L_1 - анализ: уравнивание с минимизацией L_1 - нормы поправок
2. Метод трассирования
3. Выборочное отключение

Рекомендуется поэтапное применение каждого из этих методов. Как правило, поиск начинается с выполнения L_1 - анализа, что в лучшем случае позволяет сразу установить источник ошибки, в худшем – локализовать ход или участок сети, содержащие ошибочные измерения. Затем при необходимости подозрительные измерения анализируются с помощью методов трассирования и последовательного отключения.

9. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ В ВИДЕ ВЕДОМОСТЕЙ

В систему CREDO_DAT 3.04 встроен генератор отчетов, позволяющий пользователю самому настроить все выходные документы (каталоги, ведомости) для последующей подготовки и печати выходной документации. Генератор отчетов позволяет:

- строить новые шаблоны отчетов;
- вносить изменения в существующие шаблоны;
- открывать, сохранять, просматривать и печатать готовые ведомости.

Генератор отчетов интегрируется в одну или несколько систем комплекса CREDO, которые готовят информацию для построения выходной документации. В настоящей версии генератор отчетов интегрирован в систему CREDO_DAT 3.04.

Генератор отчетов работает с файлами двух типов:

- шаблоны;
- ведомости, построенные на базе шаблонов.

Шаблоны можно создавать, открывать, редактировать и сохранять.

Ведомости можно открывать, сохранять, просматривать и печатать.

Непосредственно в генераторе отчетов ведомости не создаются. Ведомости строятся в подсистемах комплекса CREDO (в данной версии), которые формируют эти ведомости на базе указанных шаблонов и имеющихся данных (имен пунктов, координат, измеренных углов и т.д.).

По результатам уравнивания формируются следующие **выходные документы**:

1. **Каталог ПВО** содержит координаты урвненных пунктов, линии и дирекционные углы сторон сети планово-высотного обоснования.

2. **Ведомость координат** содержит координаты и абсолютные отметки всех пунктов планово-высотного обоснования и тахеометрической съемки.

3. **Ведомость оценки точности положения пунктов** содержит среднеквадратические ошибки планового и высотного положения пунктов сети, а также размеры и углы наклона полуосей эллипсов ошибок.

4. **Ведомость оценки точности сети** содержит оценку точности измерений планового обоснования, включая среднеквадратические ошибки измерений углов, линий и превышений.

5. **Ведомости поправок** содержит вычисленные по результатам уравнивания поправки в направления, горизонтальные проложения и превышения сторон сети планово-высотного обоснования.

6. **Ведомость теодолитных ходов** содержит описание расчетных теодолитных ходов, включая координаты пунктов, измеренные углы и длины сторон, а также дирекционные углы и длины сторон, вычисленные по результатам уравнивания.

7. **Характеристики теодолитных ходов** включают вычисленные по результатам уравнивания невязки расчетных теодолитных ходов.

8. **Ведомость нивелирных ходов** содержит описание расчетных нивелирных ходов, включая абсолютные отметки пунктов, измеренные превышения и длины сторон, а также поправки и превышения, вычисленные по результатам уравнивания.

9. **Характеристики нивелирных ходов** включают вычисленные по результатам уравнивания невязки расчетных нивелирных ходов.

10. **Ведомость тригонометрического нивелирования** содержит измеренные и урвненные значения превышений в ходах тригонометрического нивелирования.

11. **Характеристики ходов тригонометрического нивелирования** включают вычисленные по результатам уравнивания невязки расчетных ходов тригонометрического нивелирования.

12. **Технические характеристики сети** содержат статистическую информацию по результатам уравнивания данного проекта.

На печать можно вывести ведомости предобработки и ведомости L_1 -анализа для сети, по отдельным полигонометрическим, теодолитным и нивелирным ходам.

Формирование и просмотр ведомостей производится выбором соответствующей команды меню **Ведомости**.

В приложениях приведены ведомости по результатам обработки планового съемочного обоснования (материалы летней геодезической практики).

Система CREDO_DAT также позволяет вести обработку результатов топографической съемки и построение топографического плана в действующих условных знаках.

В настоящее время на производстве уже используется система CREDO_DAT версии 3.11, которая расширяет возможности импорта данных с электронных тахеометров различных фирм производителей. От версии к версии происходит совершенствование программного обеспечения и сохраняется преемственность данных предыдущих версий.

Для успешной работы в программе CREDO_DAT предусмотрена справочная система, которой всегда можно воспользоваться, если в процессе вычислений или построений возникли какие-либо вопросы.

10. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

В CREDO_DAT версии 3.04 реализована оригинальная технология проектирования опорных сетей, позволяющая выбрать конфигурацию сети и технологию съемки, оптимальные для требуемой точности определения координат пунктов обоснования. Технология основана на широком применении возможностей интерактивного ввода и редактирования данных с использованием картографических материалов в виде растровых подложек.

Процесс проектирования опорной сети включает следующие действия:

- Загрузите растровую подложку. Этап подразумевает сканирование необходимых фрагментов картографических материалов, трансформацию и топографическую привязку растровых фрагментов, их сшивку и обрезку. Все эти действия выполняются в специальной программе Transform2 (подробнее смотри ниже).
- На основе предварительного анализа особенностей объекта на плане разместите (создайте) в первом приближении пункты проектируемой сети. Тип плановых координат всех **неисходных** пунктов установите как **Предварительный**.

The screenshot shows the 'Проект сети' (Network Project) window. At the top, there are tabs for 'Пункт', 'Дирек.', 'Измер.', 'Теодо.', 'Нивел.', and 'Тахгр.'. Below the tabs is a table with the following data:

№	Имя	X	Y	Тип XY	Статус XY
<input type="checkbox"/>	57	1916.834	6714.421	Исходный	Уравненный
<input type="checkbox"/>	45	-3722.072	4689.490	Исходный	Уравненный
<input type="checkbox"/>	1	-3393.034	872.945	Предварите.	Вычисленн.
<input type="checkbox"/>	2	2962.302	1202.938	Предварите.	Вычисленн.
<input type="checkbox"/>	3	-494.885	3231.124	Предварите.	Вычисленн.
<input type="checkbox"/>	4	-1536.413	7579.687	Предварите.	Вычисленн.

Below the table is a control panel with various settings and a 'Справка' (Help) button. On the right side, a map displays the network points and connections over a geographical background. The map includes labels for 'Урваный Садгородок', 'Барздяк', and 'Бучицкий'. A point labeled '57' is highlighted with a triangle, and another point '45' is also marked.

- Установите в таблице допустимых СКО панели **Свойства проекта** априорные значения допустимых среднеквадратических ошибок линейных и угловых измерений для соответствующих классов точности.
- Введите (в первом приближении) набор линейных и угловых измерений, определяющих топологическую структуру сети, с указанием класса точности. Значения измерений *в режиме проекта* могут быть произвольными, поскольку они не влияют на формирование коэффициентов уравнений поправок, по которым формируется ковариационная матрица проектируемой сети.

Проект сети

Пункт Директ. Измер. Левое Правое Третье
 Тип СВМ ЦВО Тахеометр Приемы

Станция	Местовая	Инструмент	Дата	Т
2	0°00'00.00"	Default	22.11.00	20.0
3	0°00'00.00"	Default	22.11.00	20.0
4	0°00'00.00"	Default	22.11.00	20.0

Цель	Круг	Гор. лимб	Расс.	Класс	УЛ	Метод
57	Левое	0°00'00.00"		1-разряд	Горизонт	
45	Левое	97°30'00.00"		1-разряд	Горизонт	
4	Левое	48°10'00.00"		1-разряд	Горизонт	
1	Левое	164°00'00.00"		1-разряд	Горизонт	
5	Левое	225°25'00.00"		1-разряд	Горизонт	
2	Левое	274°30'00.00"		1-разряд	Горизонт	

- В настройке параметров уравнивания установите флажок **Режим проекта**. Выполните предобработку и уравнивание сети.
- По результатам уравнивания проанализируйте размер и ориентацию эллипсов ошибок, точность положения пунктов. При необходимости выполните оптимизацию сети, включающую следующие действия:
 - Удаление или отключение существующих и добавление новых угловых и линейных измерений,
 - Изменение класса точности измерений,
 - Изменение баланса весов угловых и линейных измерений.
- Повторно выполните предобработку и уравнивание и т.д. Все операции повторяются до получения удовлетворительного результата.

Литература

1. CREDO Программный комплекс обработки инженерных изысканий, цифрового моделирования местности, проектирования генпланов и автомобильных дорог. Том 13: CREDO_DAT 3.0 «Система камеральной обработки инженерно-геодезических работ» – Минск: СП «Кредо-Диалог», 2003. – 264с.
2. Информация сайта [http:// www.credo-dialogue.com](http://www.credo-dialogue.com).

Проект:

дата: 12.07.2008

Ведомость теодолитных ходов

Ход	Пункт	Измеренный угол	Изм. Расстояние .м	Дирекционный угол	Уравн. Расстояние .м	X . м.	Y . м
1	2	3	4	5	6	7	8
1						1000,000	1000,000
2		199°29'00",00	59,450	50°10'00",00	59,465	1038,091	1045,664
3		190°25'30",00	94,560	69°39'09",41	94,567	1070,973	1134,330
4		330°12'30",00	68,600	80°05'06",25	68,602	1082,785	1201,907
5		194°44'30",00	76,850	230°18'16",11	76,835	1033,710	1142,786
6		209°50'30",00	92,000	245°03'13",79	91,991	994,911	1059,378
1			59,590	274°53'54",91	59,595	1000,000	1000,000

Приложение 2

Ход	Класс	Точки хода	Длина, м	N	F _в факт.	F _в доп.	F _x , м	F _y , м	F _z , м	(S)/Fs
1	2	3	451,050	5	6	7	8	9	10	11
1	геод.ход.мкр.грн	1, 2, ..., 1	451,050	7	-0°01'54,91"	0°02'26,97"	-0,042	-0,027	0,050	9009

Проект:

дата: 12.07.2008

Ведомость координат и высот

N	Имя пункта	X, м	Y, м	H, м
1	2	3	4	5
Плано-высотное обоснование				
1	1	1000,000	1000,000	40,258
2	2	1038,091	1045,664	40,623
3	3	1070,973	1134,330	40,569
4	4	1082,785	1201,907	40,783
5	5	1033,710	1142,786	40,899
6	6	994,911	1059,378	40,224
Тахеометрия				
7	7	1005,378	1019,623	39,891
8	8	986,607	1031,952	41,801
9	9	961,255	1026,266	41,741
10	10	940,891	1016,290	42,676
11	11	960,830	986,837	41,063
12	12	984,255	966,641	40,676
13	13	1002,537	970,710	40,472
14	14	1026,522	977,640	39,969
15	15	1021,739	1005,838	40,075
16	16	1029,014	1031,896	40,449

Проект:

дата: 12.07.2008

Ведомость поправок

Станция	Цель	Редуцированное значение	Поправка	Уравненное значение
1	2	3	4	5
Направление				
2	3	-160°31'00,00"	0°00'04,71"	199°29'04,71"
	1	0°00'00,00"	-0°00'04,70"	359°59'55,30"
3	4	-169°34'30,00"	0°00'13,44"	190°25'43,44"
	2	0°00'00,00"	-0°00'13,41"	359°59'46,59"
4	5	-29°47'30,00"	0°00'19,95"	330°12'49,95"
	3	0°00'00,00"	-0°00'19,91"	359°59'40,09"
5	6	-165°15'30,00"	0°00'13,87"	194°44'43,87"
	4	0°00'00,00"	-0°00'13,81"	359°59'46,19"
6	1	-150°09'30,00"	0°00'05,61"	209°50'35,61"
	5	0°00'00,00"	-0°00'05,51"	359°59'54,49"
Расстояние				
1	2	59,450	0,015	59,465
2	3	94,560	0,007	94,567
3	4	68,600	0,002	68,602
4	5	76,850	-0,015	76,835
5	6	92,000	-0,009	91,991
6	1	59,590	0,005	59,595
Превышение				
1	2	0,366	-0,001	0,365
2	3	-0,052	-0,002	-0,054
3	4	0,215	-0,001	0,214
4	5	0,117	-0,001	0,116
5	6	-0,673	-0,002	-0,675
6	1	0,035	-0,001	0,034

Проект:

дата: 12.07.2008

Ведомость оценки точности положения пунктов по результатам уравнивания

М min	Пункт	М max	Пункт	М средняя
0,034	2	0,061	4	0,047

Пункт	M	Mx	My	a	b	α	Mh
1	2	3	4	5	6	7	8
2	0,034	0,022	0,026	0,034	0,003	50°10'00,00"	0,003
3	0,049	0,031	0,038	0,043	0,024	57°08'39,24"	0,004
4	0,061	0,043	0,044	0,045	0,041	50°31'19,05"	0,004
5	0,052	0,034	0,040	0,044	0,028	56°00'19,24"	0,004
6	0,038	0,015	0,034	0,035	0,015	82°01'03,99"	0,003

Проект:

Ведомость нивелирных ходов

Ход	Пункт	Штативы	Длина, м	h изм., м	Поправка, м	h уравни., м	Н, м
1	1						40,258
	2		59,500	0,366	-0,001	0,365	40,623
	3		94,600	-0,052	-0,002	-0,054	40,569
	4		68,600	0,215	-0,001	0,214	40,783
	5		76,900	0,117	-0,001	0,116	40,899
	6		92,000	-0,673	-0,002	-0,675	40,224
	1		59,600	0,035	-0,001	0,034	40,258
Итого:			451,200	0,008	-0,008	0,000	
Уравненное превышение:		0,000					
Невязка:		0,008 м					
Поправка на 1 км:							
Поправка на 1 штатив:							

Характеристики нивелирных ходов

Ход	Класс	Пункты	Штативы	Длина, м	N	Fh факт.	Fh доп.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	техн. нив.	1, 2, ..., 1		451,200	7	8 мм	33 мм

Приложение 8

Станции тахеометрии

Станция	Инструмент	Hi	MO (MZ)	X	Y	H
1	Default	1,580	-0°00'30,00"	1000,000	1000,000	40,258

Цель	Гор. лимб	Верт. лимб	Расстоян.	Hv	X, м	Y, м	H, м
2	0°00'00,00"				1038,091	1045,664	40,623
7	24°30'30,00"	-1°02'30,00"	20,350	1,580	1005,378	1019,623	39,891
8	62°34'30,00"	2°32'30,00"	34,680	1,580	986,607	1031,952	41,801
9	95°42'00,00"	2°04'30,00"	46,840	1,800	961,255	1026,266	41,741
10	114°25'30,00"	2°15'00,00"	61,360	1,580	940,891	1016,290	42,676
11	148°24'30,00"	1°06'30,00"	41,330	1,580	960,830	986,837	41,063
12	194°34'00,00"	0°38'30,00"	36,890	1,580	984,255	966,641	40,676
13	224°47'00,00"	0°24'30,00"	29,400	1,580	1002,537	970,710	40,472
14	269°42'00,00"	0°12'30,00"	34,690	2,000	1026,522	977,640	39,969
15	324°52'00,00"	-0°28'30,00"	22,510	1,580	1021,739	1005,838	40,075
16	357°32'30,00"	-0°31'30,00"	43,120	1,000	1029,014	1031,896	40,449

Учебное издание

Составитель:
Зуева Людмила Федоровна

Применение программного комплекса CREDO для камеральной обработки геодезических измерений

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

для студентов, изучающих дисциплину «Инженерная геодезия»

Ответственный за выпуск: Зуева Л.Ф.
Редактор: Строкач Т.В.
Компьютерная верстка: Боровикова Е.А.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано к печати 3.03.2009 г. Бумага «Снегурочка». Усл. п. л. 2,3.

Уч.-изд.л. 2,5. Формат 60x84 1/16. Тираж 50 экз. Заказ № 408.

Отпечатано на ризографе учреждения образования
«Брестский государственный технический университет»
224017, г. Брест, ул. Московская, 267.