

(сокращенное название «МГСети»)

РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Новосибирск 2020

Оглавление

Оглавление 2
Термины и определения 4
Введение 6
Общая организация интерфейса 10
1 Команды раздела Проект 12
1.1 Создать новый проект 12
1.2 Ввод и редактирование данных о станциях 18
1.3 Ввод и редактирование измерений 23
1.4 Открыть проект 32
1.5 Закрыть проект 33
1.6 Сохранить проект 34
1.7 Сохранить проект под другим именем или с другим типом 34
1.8 Импорт в новый проект 35
1.9 Выход из программы 38
1.10 История вызова проектов 38
1.11 Настройки проекта 38
2 Команды раздела Данные 40
2.1 Импорт данных из файла 40
2.2 Импорт данных из тахеометра 42
2.3 Экспорт измерений 42
2.4 Анализ измерений 43
2.5 Сброс заполнения поля «Вид» 44
2.6 Вычислить пикеты 44
2.7 Сбросить заполнение поля «Вес dH» 45
2.8 Предрасчет точности сети 46
2.9 Поиск ошибок сети (МНМ) 46
2.10 Уравнивание сети (МНК) 46
2.11 Раздельное уравнивание сети 46
2.12 Передать данные в САПР 46
2.13 3D модель для САПР 47
3 Команды раздела Документ 48
4 Команды раздела Окно 50
5 Команды раздела Помощь 51
6 Главная инструментальная панель программы 53
6.1 Поиск ошибок 54
6.2 Создание файла модели для САПР 56
7 Окно интерактивного уравнивания сети 61
8 Инструментальная панель графического окна 66
8.1 Анализ измерений и результатов уравнивания 73
9 Копирование данных проекта 79
10 Поиск данных проекта 84
12 Ввод и редактирование данных проекта 89
12.1 Ввод и редактирование опорных данных сети 89
12.2 Редактирование данных проекта 90
13 Ввод и редактирование спутниковых измерений 91
13.1 Импорт спутниковых измерений 93
13.2 Задание параметров системы координат 97
14 Проектирование геодезических сетей 99

14.1 Проектирование в ручном режиме 99
14.2 Автоматизированное проектирование сетей 100
14.3 Использование растровых картографических изображений....101
14.4 Визуальное проектирование маркшейдерских и геодезических сетей 103
14.5 Визуальное проектирование сетей....104
15 Предрасчет точности геодезических сетей 109
16 Уравнивание и предрасчет точности маркшейдерских подземных сетей и сбоек горных выработок 122
16.1 Построение, уравнивание и предрасчет точности подземных маркшейдерских сетей 122
16.2 Методика предрасчета сбойки горных выработок в пределах одной шахты....123
16.3 Методика предрасчета сбойки горных выработок между шахтами (стволами) 129
16.4 Предрасчет точности сбойки с использованием специальной функции 138
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ 143
П Р И Л О Ж Е Н И Я 145
Приложение А. Файл настроек системы 146
Приложение Б. Структура файла обмена проектами. 149
Приложение В. Структура файлов проекта. 153
Приложение Г. Установка программы 155
Приложение Д. Экспорт данных спутниковых измерений из программ Topcon Tools и Spectrum Survey Office 156
Приложение Е. Алгоритм уравнивания маркшейдерских и геодезических сетей....157
Приложение Ж. Алгоритм предрасчета точности маркшейдерских сетей и сбоек горных выработок....165
Приложение И. Изменение информации ключа....170
Приложение К. Сертификат программы 174

Термины и определения

Станция - точка стояния теодолита или тахеометра.

Связующая точка – точка маркшейдерской или геодезической сети.

Съемочная точка (пикет) – точка полярной съемки (тахеометрической съёмки).

Поле ввода – элемент программного интерфейса в котором возможно ввести или выбрать данные.

Фокус ввода – выделение активного поля ввода цветом или утолщенной рамкой, что показывает, что поле ввода готово к вводу данных.

Шаблон – последовательность ввода некоторых данных, например, дата вводится по шаблону ДДММГГГГ. Углы могут вводиться по разным шаблонам, например, ГГГ ММ СС или ГГГ ММ СС.С – при высокоточных измерениях, когда требуется вводить десятые доли секунды.

Шаблон проекта – пустой проект, в котором заданы имена станций и имена точек, на которые будут выполняться измерения. Используются при периодических повторяющихся измерений одной и той же сети (мониторинг).

Высота инструмента *i* – превышение между точкой стояния теодолита (тахеометра) и точкой маркшейдерской сети. Если точка расположена в почве выработки (см. рис. I а) - то высота инструмента вводится со знаком плюс. Если точка закреплена в кровле выработки и инструмент устанавливается под ней (см.рис I. б) то высота инструмента вводится со знаком минус.

Высота визирования *v* – превышение между визирной маркой или отражателем и точкой маркшейдерской сети. Если точка расположена в почве выработки (см. рис.I а) - то высота визирования вводится со знаком плюс. Если точка закреплена в кровле выработки и отражатель устанавливается под ней (см.рис. I б) то высота визирования вводится со знаком минус.

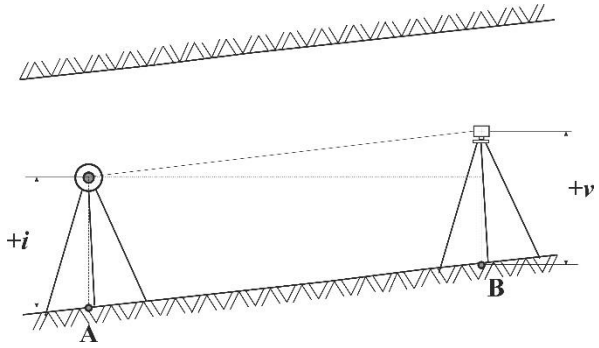


Рис. I а

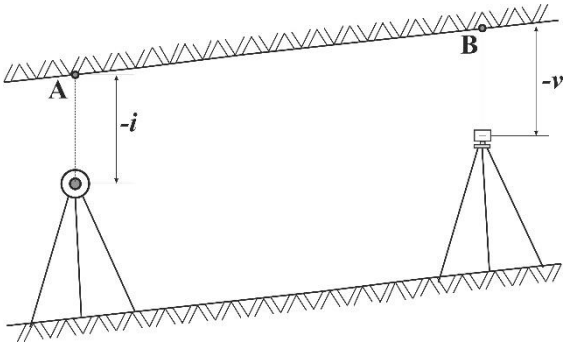


Рис. I б

Начальное направление – виртуальное направление на узловом пункте плановой сети, от которого отсчитываются уравненные значения углов направлений лучей, исходящих из узлового пункта, задается уравненным значением ориентирного угла станции. Виртуальное направление соответствует направлению нулевого радиуса уравненного положения лимба угломерного инструмента на узловом пункте.

Введение

Программный комплекс «МГСети» (Уравнивание маркшейдерских и геодезических сетей) предназначен для автоматизации решения геодезических задач в топографии, маркшейдерии и землеустройстве, включает следующие программные модули и функции:

- импорт результатов измерений из электронных тахеометров;
- результатов обработки спутниковых ГНСС измерений;
- уравнивание плановых, высотных и комбинированных сетей съемочного обоснования совместно со спутниковыми измерениями и измеренными гироскопическими азимутами;
- обработка измерений топографических съемок и экспорт результатов в САПР;
- интерактивное проектирование и предрасчет точности плановых и высотных маркшейдерских и геодезических сетей;
- уравнивание в заданной проекции и высоте проецирования.

Единицей обработки служит проект. Проект может включать любое число отдельных сетей, в том числе и свободных сетей. Свободные сети строятся и уравниваются в условной системе координат, однако оценка точности их не производится.

Имеется режим уравнивания с поиском грубых ошибок, который локализует и идентифицирует измерения или участки сети с грубыми ошибками для анализа и принятия решения исполнителем.

Число пунктов в проекте не ограничивается.

Программный комплекс ориентирован на работу с электронными тахеометрами, но позволяет вводить и обрабатывать данные из полевых журналов для оптических геодезических инструментов.

После уравнивания сети программный комплекс позволяет выполнить вычисления для съемочных пикетов и выдать схему сети и положение пике-

тов в систему автоматизированного проектирования (AutoCAD или Компас) с разбивкой по слоям.

ОГРАНИЧЕНИЯ:

1. В проекте не допускается одинаковые имена у разных точек. В этом случае сеть искажается и результаты непредсказуемы.

2. В именах точек желательно использовать буквы одного алфавита, похожие на экране буквы из разных алфавитов воспринимаются в программе как разные символы.

3. В именах точек не допускается использование пробелов, заменяйте пробелы знаком нижнего подчеркивания

Идеология программного комплекса «МГСети»

Известные используемые на практике программные комплексы построения и уравнивания плановых и высотных геодезических сетей имеют ряд ограничений и недостатков, среди которых следует указать на главные:

1. требуют разделение сетей на плановые и высотные;
2. требуют разделения сетей на полигонометрию, триангуляцию, трилатерацию или линейно-угловую сеть;
3. пользователь должен четко представлять топологию обрабатываемой сети и хотя бы частично ее кодировать тем или иным способом;
4. регламентируется порядок ввода данных, как по следованию пунктов, так и по измерениям на них;
5. в некоторых случаях требуется задавать приближенные значения координат определяемых пунктов;
6. не определяются и не анализируются невязки всех условных уравнений, которые имеют место в любой конкретной сети;
7. сеть обязательно должна иметь опорные исходные данные;

8. при поиске грубых ошибок используется громоздкая технология подготовки данных для вариантов структуры сети;
9. недостаточная устойчивость вычислений при наличии грубых ошибок в сети либо ее геометрической неоднозначности.

Все это требует совершенствования программного обеспечения уравнивания геодезических сетей, максимального приближения интерфейса к наглядной ручной технологии вычислений.

Программный комплекс «МГСети» построен на основе следующих основных принципов:

Принцип ***«конструктивной простоты формирования исходной информации».*** Комплекс измерений на пункте является основным строительным элементом, из которого строится любая сеть, в совокупности эти данные полностью определяют тип сети, ее топологию и схему вычислений, поэтому данные измерений на пункте составляют единицу информации о сети, независимо от ее типа и топологии. Порядок следования станций с измерениями – произвольный. Этим практически полностью устраняются недостатки существующих программ, отмеченные в пунктах 1 – 5.

Принцип ***«устойчивости алгоритма вычислений»***, т.е. независимо от грубых ошибок данных или их неполноты, результаты вычислений дают четкое представление о структуре сети и ее недостатках, либо локализуют грубые ошибки. Этим обеспечивается вычисление любых сетей, в том числе и свободных сетей, либо объединение в одном проекте нескольких сетей с разным уровнем наличия исходных опорных данных.

Реализация этих принципов позволяет применять гибкие технологии обработки сетей.

В частности, «технологию наращивания» сети, т.е. после ввода данных по одной или более станций, сеть перевычисляется и отображается ее текущая конфигурация. Это позволяет оперативно выявлять грубые ошибки и следить за соблюдением топологии сети. Простота интерфейса перебора ва-

риантов построения сети обеспечивает использование ***«технологию наращивания»*** сети и при вводе данных с электронных тахеометров.

Уникальная возможность проверки допустимости невязок всех условных уравнений возникающих в сети, независимо от ее типа и топологии, дает объективное и полное представление о качестве и точности измерений.

Простота и прозрачность обменного формата данных о сети позволяет включать комплекс «МГСети» как встроенную, программно вызываемую, вычислительную процедуру в любую ГИС или процесс САПР.

На рис. 1 показана технологическая схема обработки данных проекта.

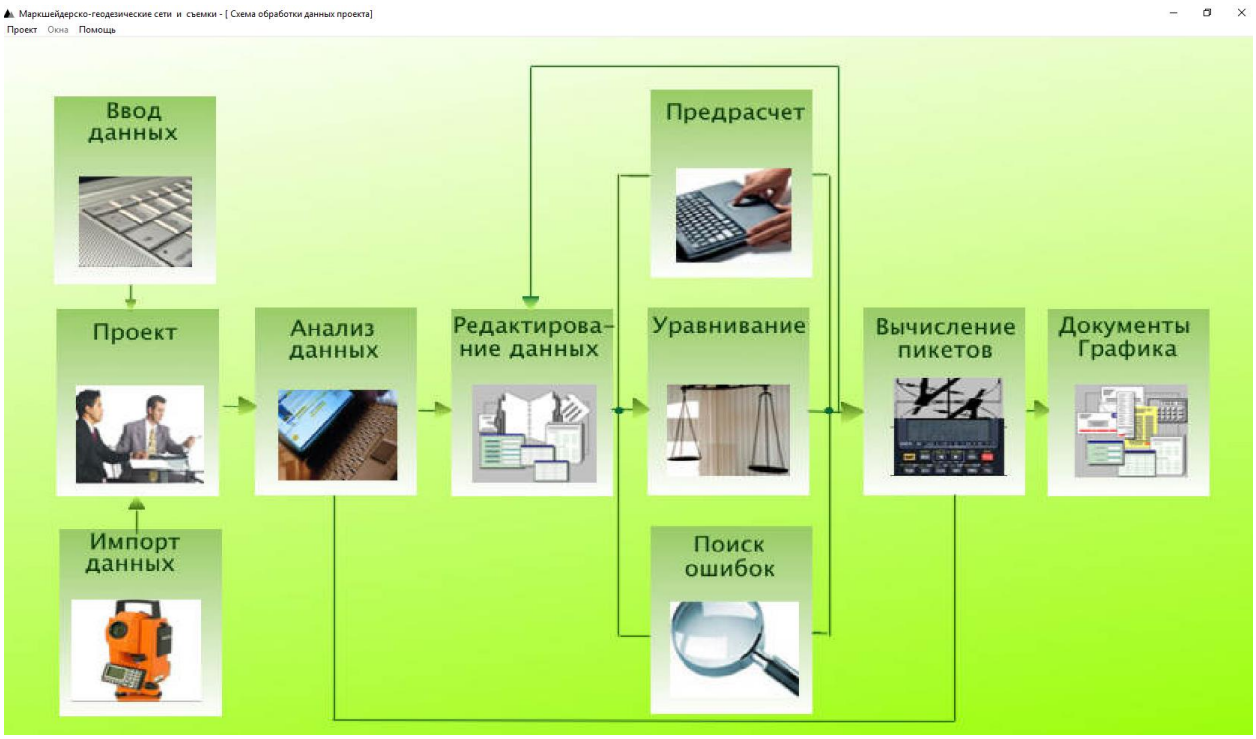


Рис. 1 Технологическая схема обработки проекта

Общая организация интерфейса

Окно проекта программы МГСети (рис. I)содержит следующие визуальные элементы управления:

Главное меню программы – содержит все команды программы.

Главное инструментальное меню – дублирует кнопками с пиктограммами основные команды программы, это позволяет выполнить их быстрый вызов.

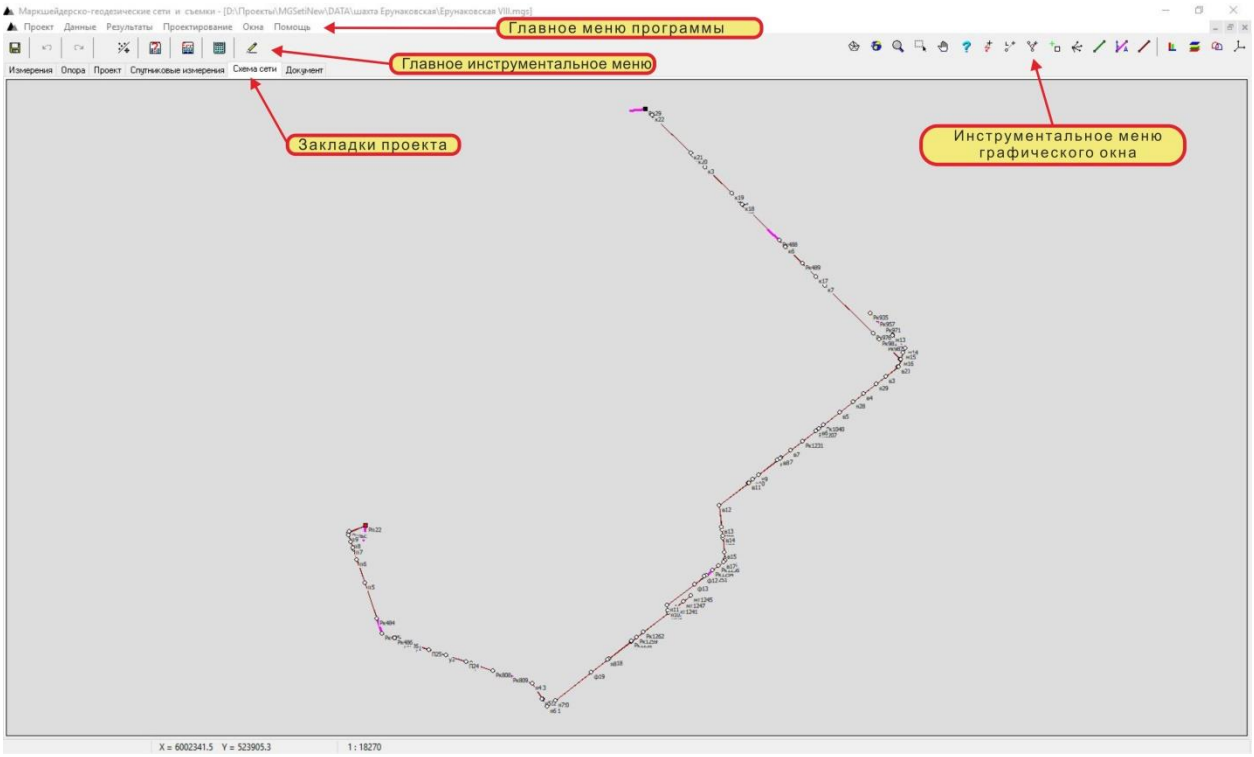


Рис. I Визуальные элементы интерфейса программы

Закладки проекта – визуальные элементы в виде многостраничного блокнота, в которых сгруппирована информация о проекте:

Закладка ***Измерения*** – агрегирует все геодезические измерения проекта (рис. 1.7) и инструменты их редактирования и управления визуальным отображением этих данных.

Инструментальное меню графического окна – набор команд, который становится доступным при активной закладке «Схема сети», команды

связаны с справочными запросами и управлением масштабом отображения геодезической или маркшейдерской сети, а также интерактивными операциями проектирования сетей.

Закладка ***Опора*** – содержит все данные о жестких элементах проекта (рис.1.8): опорным точкам, жестким базисам и азимутам, в том числе и измеренными гироскопическими азимутами.

Закладка ***Проект*** – содержит информацию об объекте, исполнителе, инструменте и его точности (рис.1.9).

Закладка ***Спутниковые измерения*** – содержит информацию о векторах ГНСС измерениях векторов и их ошибках(рис13.1 стр.91).

Закладка ***Схема сети*** – после уравнивания сети на этой закладке отображается схема сети (рис.1). Эта закладка в дальнейшем будет называться графическое окно. Имеет собственную инструментальную панель (рис. I).

Закладка ***Документ*** – после уравнивания сети на этой закладке показываются основные документы и протоколы уравнивания сети.

1 Команды раздела Проект

Команды раздела ***Проект*** управляют созданием, открытием и сохранением файлов проектов маркшейдерских и геодезических сетей и съемок. В этом разделе меню сохраняется история работы с последними пятью файлами проектов (рис. 1.1), это позволяет выполнить их быстрый вызов. Команда ***Закрыть*** позволяет закрыть активный проект. Команда ***Выход*** закрывает все проекты и закрывает приложение.

1.1 Создать новый проект

Для создания нового проекта необходимо активизировать команду ***Новый*** в разделе меню ***Проект*** главного меню программы (рис. 1.1).

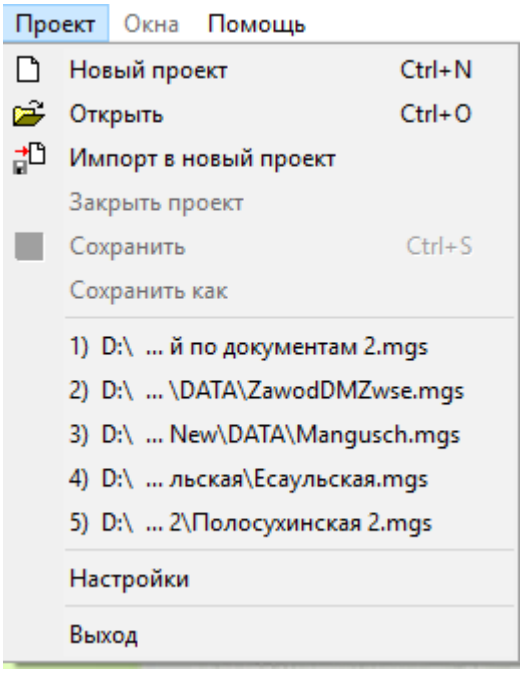


Рис. 1.1 Раздел ***Проект***

После этого появится диалоговое окно нового проекта (рис. 1.2) в котором необходимо задать параметры проекта: название объекта, имя исполнителя, дату съемки и инструмент. Переход между полями ввода данных осуществляется кнопкой ***Tab*** или нажатием левой кнопки мыши на нужном поле.

Поле даты съемки заполняется автоматически, текущей датой данного компьютера и при необходимости может редактироваться.

В системе существует понятие значений по умолчанию, так для исполнителя и инструмента такие значения задаются в файле настроек системы (Приложение А). Эти параметры можно ввести с клавиатуры в соответствующих полях ввода (рис. 1.3) или выбрать из выпадающего списка (рис. 1.2).

Ошибка измерения расстояния складывается из двух составляющих: постоянной составляющей ошибки измерения m_d (не зависящей от длины) и случайной составляющей ошибки измерения расстояния ppm (задается в мм на 1 км хода). Для измерения расстояний рулеткой рекомендуется задавать m_d =5мм и ppm =50 мм/км.

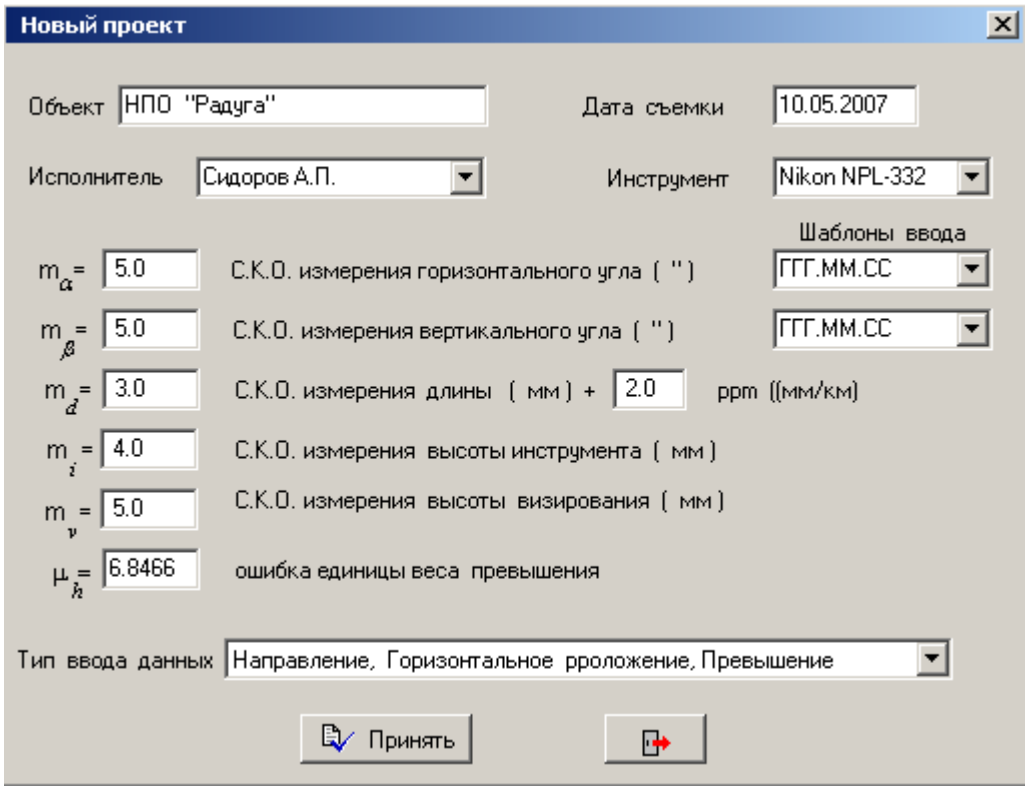


Рис. 1.2 Окно нового проекта



Рис. 1.3 Задание фамилии исполнителя с клавиатуры

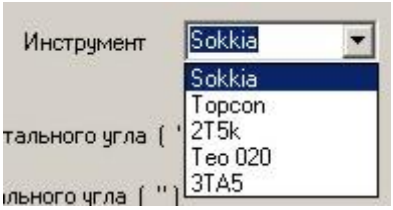


Рис. 1.4 Выбор инструмента для проекта

Типы возможных инструментов задаются в файле настроек системы файле *"MGSeti.ini"* (Приложение А). По имени инструмента осуществляется задание С.К.О. измерений. После выбора типа инструмента из файла настроек читаются средние квадратические ошибки измерения вертикального и горизонтального угла и шаблоны ввода для данного инструмента и заполняются соответствующие окна ввода. Только после выбора инструмента эти окна становятся доступны для редактирования.

Выбор типа вводимых данных – в системе предусмотрено два типа ввода данных. При первом типе вводятся измерения: ***Направление, Горизонтальное проложение, Превышение*** (рис. 1.5) – этот вид ввода предназначен для совместного уравнивания плановых и/или нивелирных сетей, когда превышения определяются из геометрического нивелирования. Второй тип ввода предназначен для сетей, измерения которых выполнялись электронными тахеометрами, и предусматривает ввод непосредственно измеренных величин: ***Горизонтального направления, Расстояния и Вертикального угла***. Этот тип ввода подходит и для традиционных оптических теодолитов.

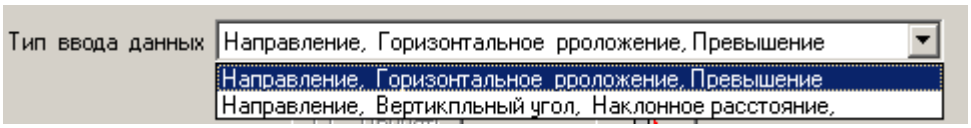


Рис. 1.5 Выбор типа ввода данных

Главная форма программы будет иметь вид многостраничного блокнота, в левой части, и схемы сети в правой части (Рис. 1.7). Блокнот содержит

информацию об измерениях на станциях (Рис. 1.7), опоре сети (Рис. 1.8) и параметрах проекта (Рис. 1.9).

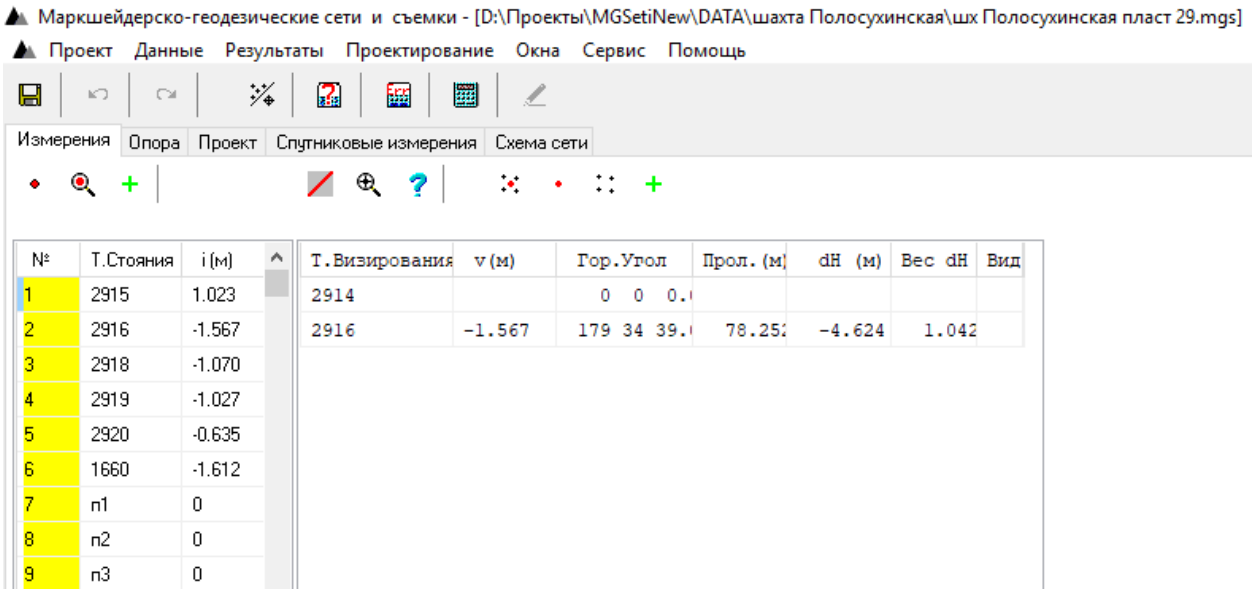


Рис. 1.7 Проект, закладка измерений

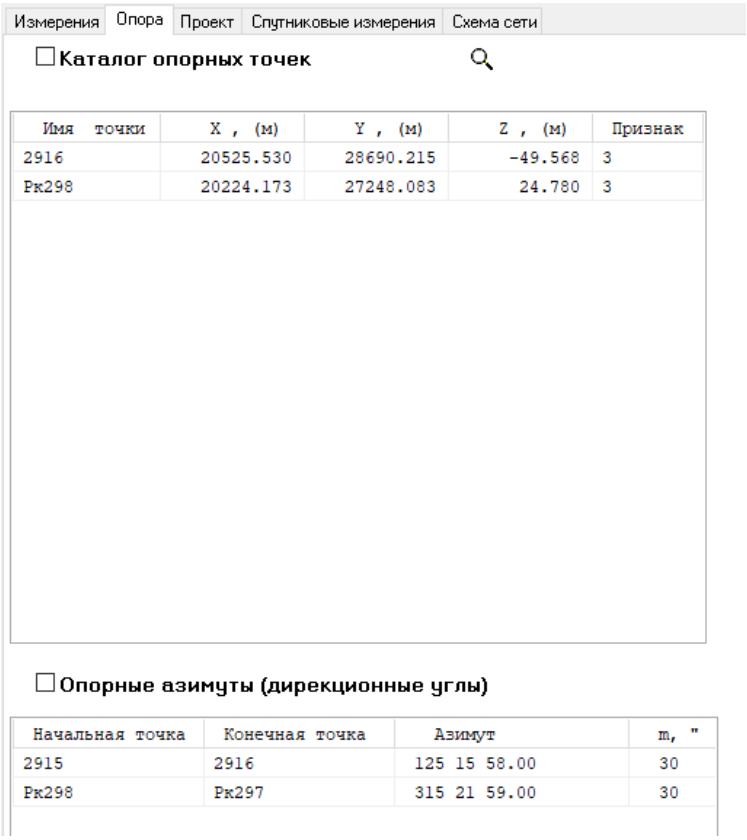


Рис. 1.8 Закладка “Опора” проекта.

Опорными или жесткими данными для сети могут быть опорные точки, жесткие базисы и азимуты.

Информация об объекте, исполнителе, дате и т.д. содержится на закладке “Проект” (Рис. 1.9).

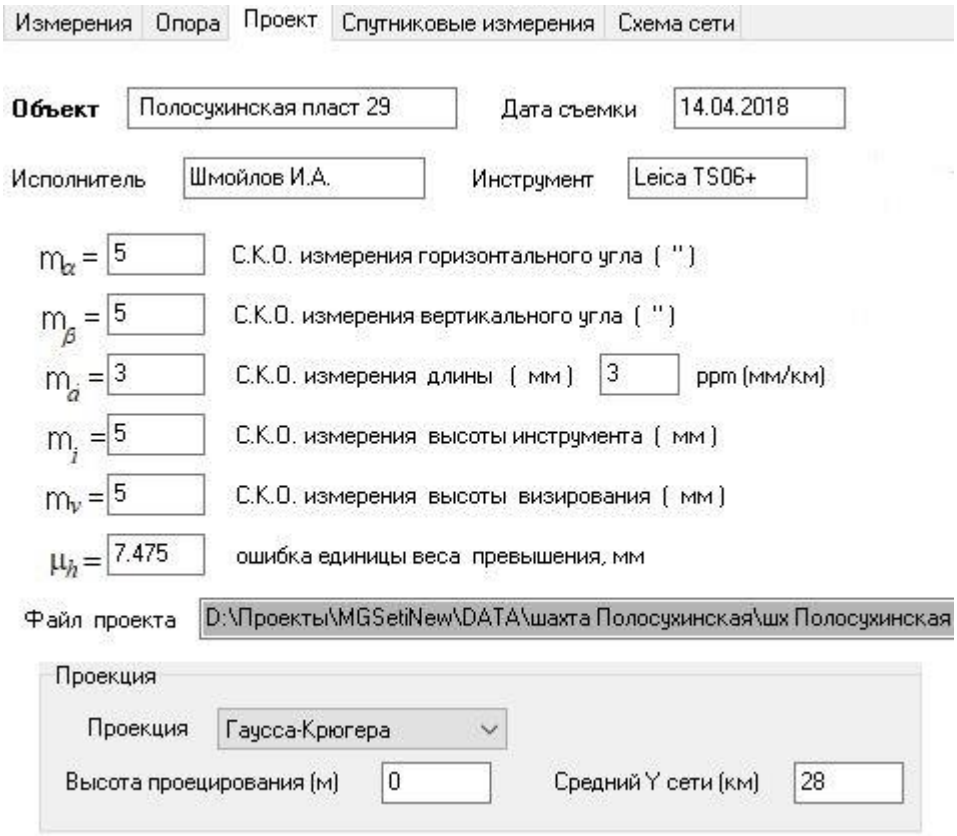


Рис. 1.9 Проект, закладка “Проект”

Ошибка единицы веса превышений вычисляется автоматически, но может быть изменена исполнителем по своему усмотрению, эта величина используется только при уравнивании высотных сетей.

На этой закладке можно выбрать проекцию, задать высоту проецирования и среднее расстояние от осевого меридиана в километрах, задается с точностью 0,5 км.

В зависимости от выбранного типа ввода таблицы станций и измерений будут выглядеть по разному, если выбраны: **Направление, Гор. проложение, Превышение** – эти таблицы будут выглядеть как показано на рисун-

ке 1.10. Если же выбраны: Направление, Расстояние и Вертикальный угол – эти же таблицы будут иметь вид, показанный на рис. 1.11а.

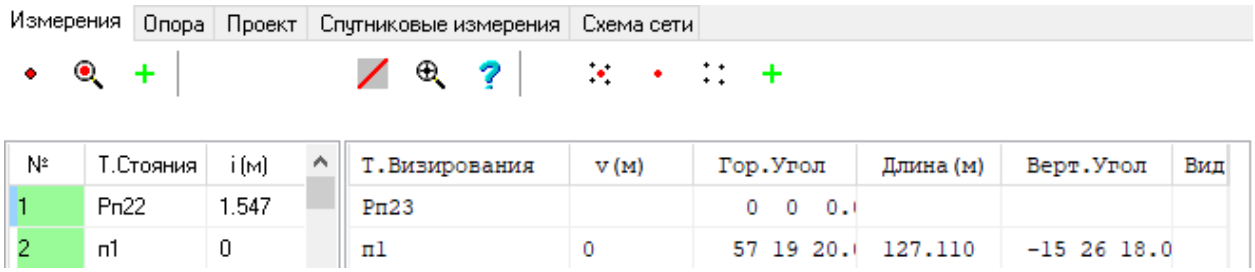


Рис. 1.10 Первый тип ввода данных

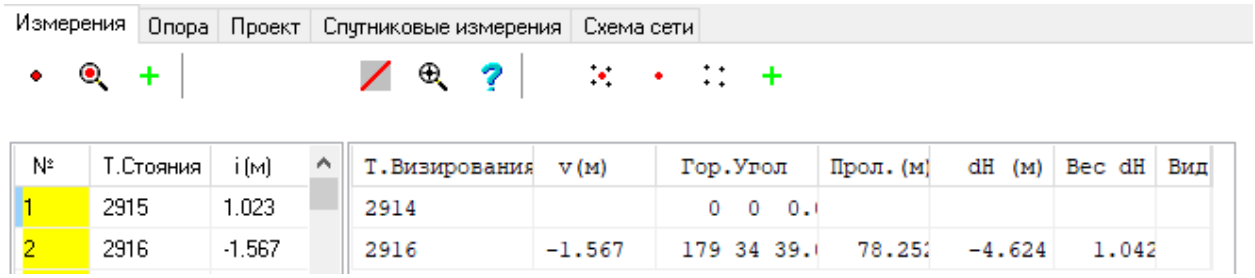


Рис. 1.11а Второй тип ввода данных

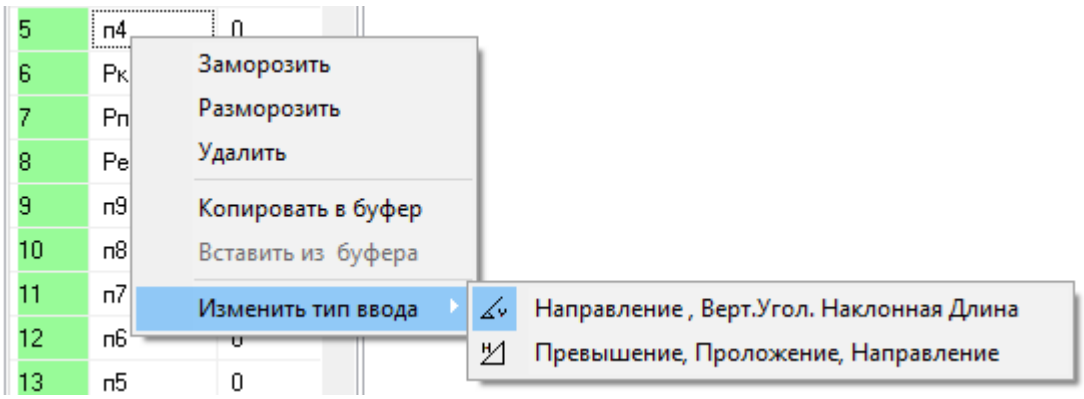


Рис. 11б Изменение типа ввода для станции

Начиная с версии 2018 года, в одном проекте могут использоваться оба типа данных, которые ассоциируются с точкой стояния. В проекте они выделяются разными цветами (рис. 1.10 и 1.11а). Изменение типа ввода осуществляется из всплывающего меню таблицы станций (рис. 11б), которое появляется при нажатии правой кнопки мыши на таблице станций.

1.2 Ввод и редактирование данных о станциях

Несмотря на некоторые отличия при вводе данных о станциях – работа с этой таблицей осуществляется по одним правилам для различного типа ввода и выполняется следующим образом:

- Переход между столбцами осуществляется нажатием ***Enter***
- Если курсор находится в последнем столбце последней строки – то при нажатии ***Enter*** в таблицу добавляется ***новая строка,*** в которой заполнена первая ячейка – в ней автоматически записывается номер точки стояния. Если строка не последняя, то нажатие ***Enter*** приводит к переходу на следующую строку в первую редактируемую ячейку (рис. 1.12). Нажатие на кнопку + приведет к добавлению строки в соответствующей таблице.

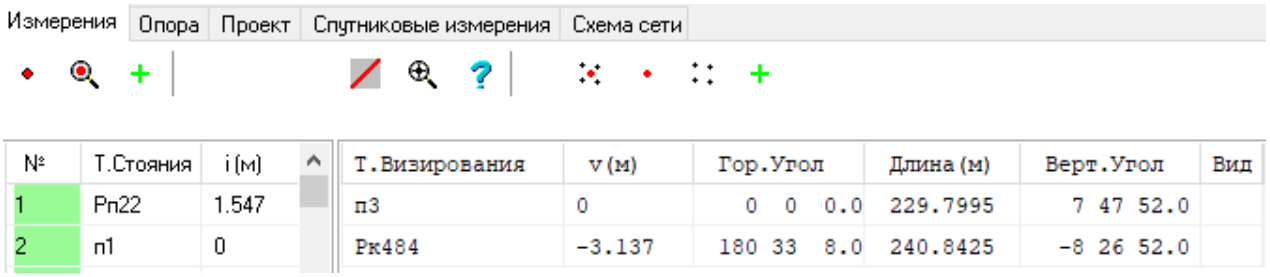


Рис. 1.12 Ввод данных в таблицу станций

Навигация по таблице осуществляется:

1. С помощью указателя мыши
2. Стрелками ↑ ↓ – по строкам

   → ← – по ячейкам
3. Кнопками: ***Page Up*** – на страницу вверх, ***Page Down*** – на страницу вниз.

При переходе на другую строку таблицы станций в таблице измерений показываются соответствующие измерения для этой станции.

При редактировании возможно изменение значений в ячейках таблицы (кроме фиксированного столбца с номером станции) и выполнение специальных операций (Рис. 1.13) которые доступны из всплывающего меню, при нажатии правой кнопки мыши. Активная ячейка таблицы в этом режиме выделяется утолщенной рамкой (станция № 9, точка – п9).

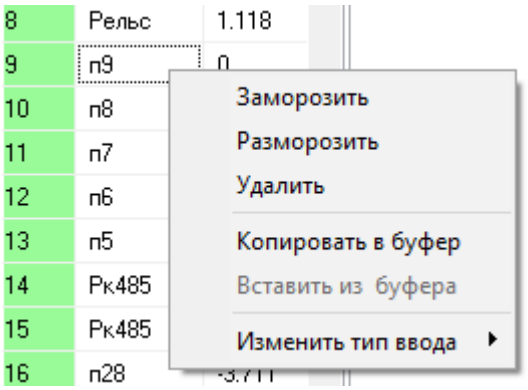


Рис. 1.13 Специальные операции таблицы станций

Операция ***Заморозить*** переводит станцию из активного состояния в неактивное, т.е. измерения данной станции не будут участвовать в уравнительных вычислениях. Визуально такие станции выделяются светло-красным цветом (Рис. 1.14). Эта операция может быть выполнена по-другому, если дважды щелкнуть мышью по имени точки стояния при нажатой клавише **Ctrl**. Повторный двойной щелчок возвращает станцию в активное состояние.

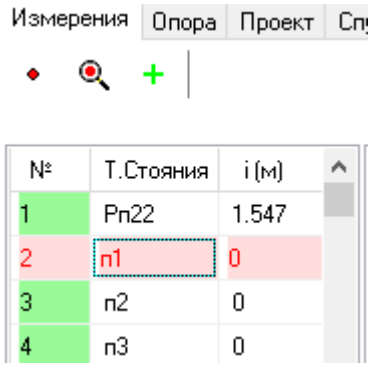


Рис. 1.14 Замороженная станция n1

Операция удаления станции требует подтверждения, т.к. при этом удаляются и все измерения, выполненные на данной станции (Рис. 1.15).

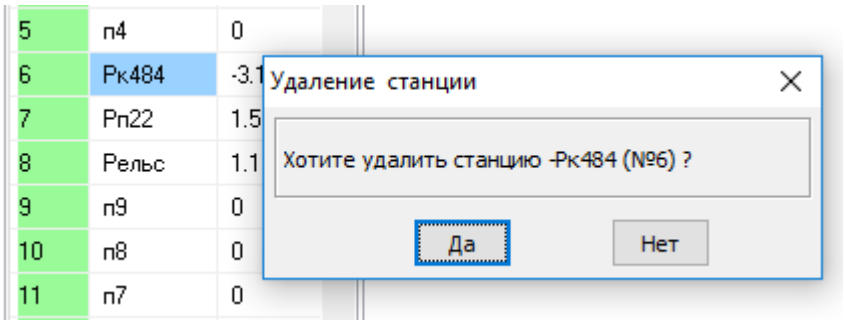


Рис. 1.15 Диалог подтверждения удаления станции

Возможен режим групповых операций, выбранные станции выделяются синим цветом (Рис. 16), и к ним применимы все операции активные в всплывающем меню, для выделения группы строк необходимо удерживать нажатой кнопку Shift и выделять строки кнопками ↑ ↓ .

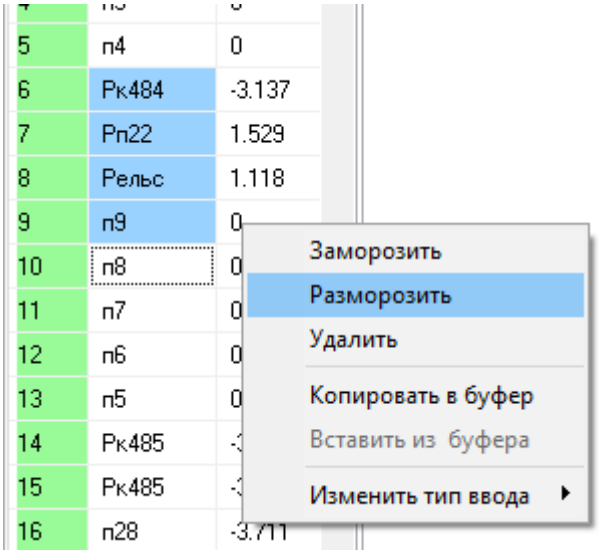


Рис. 1.16 Групповые операции со станциями

Если на панели инструментов станций нажать кнопку , то выделенная станция будет показываться на экране в более крупном масштабе в центре графического окна (рис. 1.17).

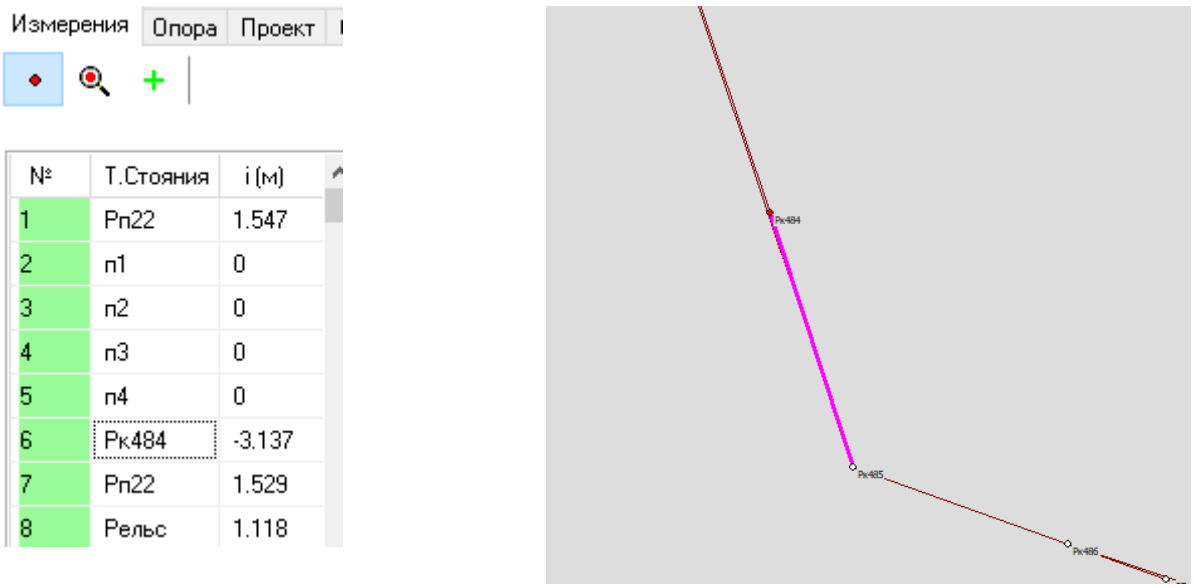


Рис. 1.17 Режим показа станций

Для больших проектов, где имеется много станций, и все они не помещаются в списке станций, имеется специальный инструмент  для поиска станции по имени. Этот инструмент полезен, когда на одной и той же точке стояли два или более раз. При активации этого инструмента появляется окно для ввода имени точки (рис. 1.18)

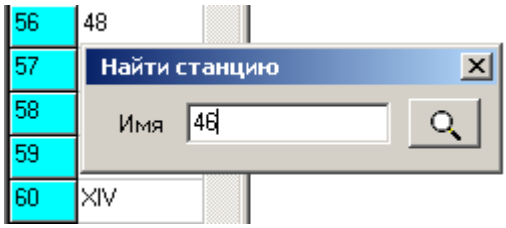


Рис. 1.18. Поиск станции по имени

Результаты поиска показываются в таблице (рис. 1.19), причем, если в таблице выделить соответствующую станцию (например, 1730), то в таблице станций и измерений и в графическом окне будут показаны данные этой станции.

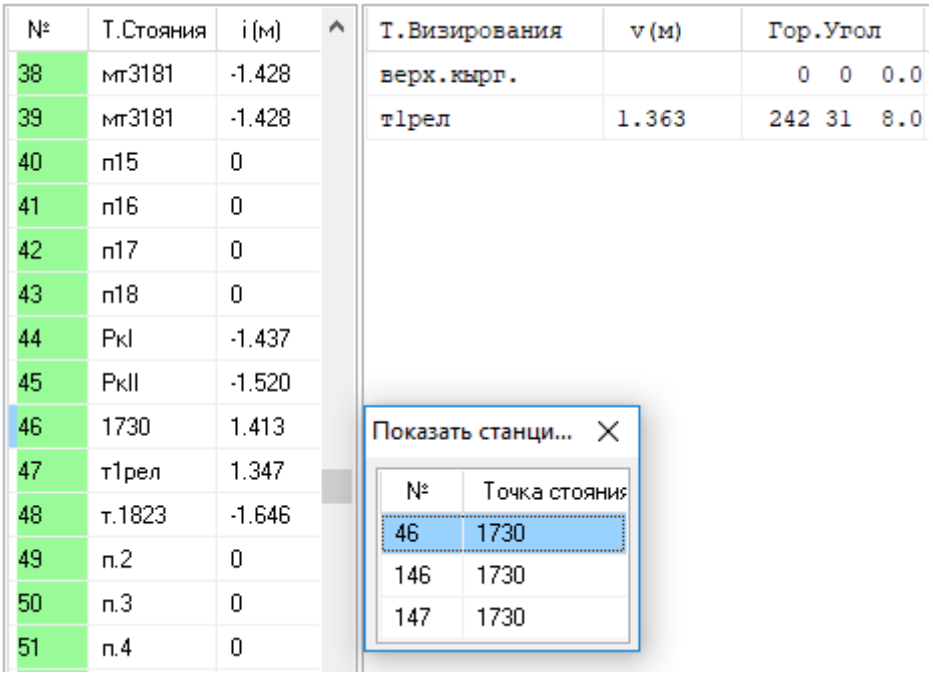


Рис. 1.19 Результаты поиска станции по имени

1.3 Ввод и редактирование измерений

Ввод данных в таблице измерений похож на ввод данных в таблицу станций, но имеет и некоторые отличия. Переход между ячейками в строке осуществляется нажатием клавиши ***Enter*** , при этом производится контроль вводимых величин (***при переходе стрелками или мышью такой контроль не выполняется!***):

- Имя точки визирования не может быть пустым
- При вводе горизонтального угла контролируется каждая величина – градусы<360°, минуты<60, секунды<60
- При вводе вертикального угла контролируется каждая величина – градусы<±180°, минуты<60, секунды<60
- Расстояние и горизонтальное проложение<9999 метров

Если введенные величины превышают допустимые значения, раздается звуковой сигнал (при соответствующих настройках системы) и при нажатии ***Enter*** фокус ввода остается на ячейке с неправильными данными.

Для удобства ввод данных может быть организован с помощью цифровой клавиатуры. Разделителем между группами ввода служит десятичная точка (или запятая – зависит от настроек системы и языка), пример ввода показан на рис. 1.20. Разделителем может быть пробел.



а) до нажатия Enter б) после нажатия Enter

Рис. 1.20 Ввод горизонтального направления

После нажатия выполняется анализ данных и точка, или запятая заменяется пробелом.

При переходе фокуса ввода на последний столбец таблицы, с названием «Вид», в ячейке появляется комбинированный список, из которого выбирается одно из двух возможных значений «ПК» (пикет) или «Св» (связующая), рис. 1.21.

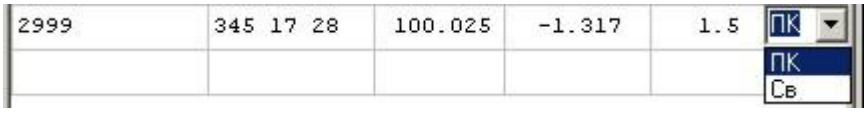


Рис. 1.21 Выбор вида точки

Если поле вид не заполнено – то точка считается связующей и участвует в уравнительных вычислениях. Пикеты, или съемочные точки, в уравнительных вычислениях не участвуют.

Некоторые поля, которые не нужны для данного типа сети, можно скрыть и данные в них не вводить. Затем, в любой момент, эти поля можно сделать видимыми. Настройка полей ввода данных осуществляется в специальной форме, которую можно вызвать из контекстного (всплывающего) меню таблицы измерений (рис. 1.22б) или главного меню программы (рис. 1.22в).

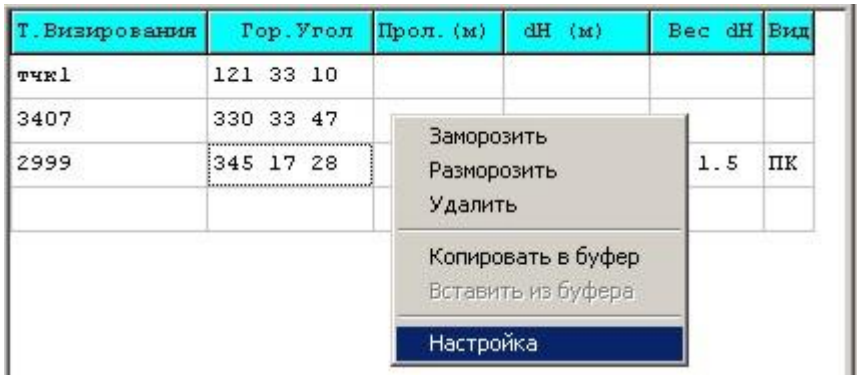
После вызова процедуры настройки полей ввода появляется форма (рис. 1.23) в которой можно снять пометку у полей, которые не нужны для этого типа сети, или в данный момент.

После выполнения настройки таблица измерений будет иметь вид, как показано на рис. 1.24.

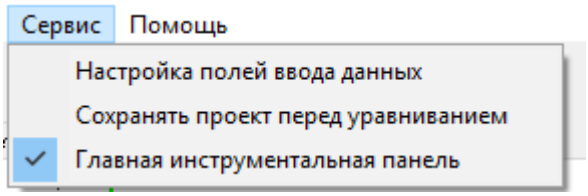
Кроме настройки полей ввода, можно настроить шаблоны ввода для угловых величин. Т.к. для разных инструментов могут быть различные системы отсчетов – в системе предусмотрены следующие варианты шаблонов ввода угловых величин.

ГГГ.ДДДДДДД – градусы и десятые доли градусов
ГГГ.ММ.М – градусы, минуты и десятые доли минуты
ГГГ.ММ.СС – градусы, минуты, секунды
ГГГ.ММ.СС.С – градусы, минуты, секунды и десятые доли секунды
ГГГ.ММ.СС.СС – градусы, минуты, секунды, десятые и сотые доли секунды

а) Шаблоны ввода углов



б) контекстное меню таблицы измерений



в) главное меню

Рис. 1.22 Вызов процедуры настройки полей ввода

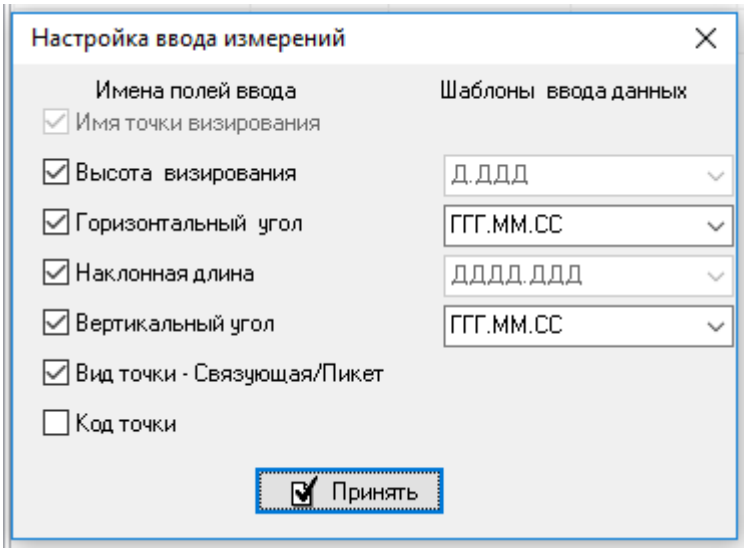


Рис. 1.23 Настройка полей и шаблонов ввода

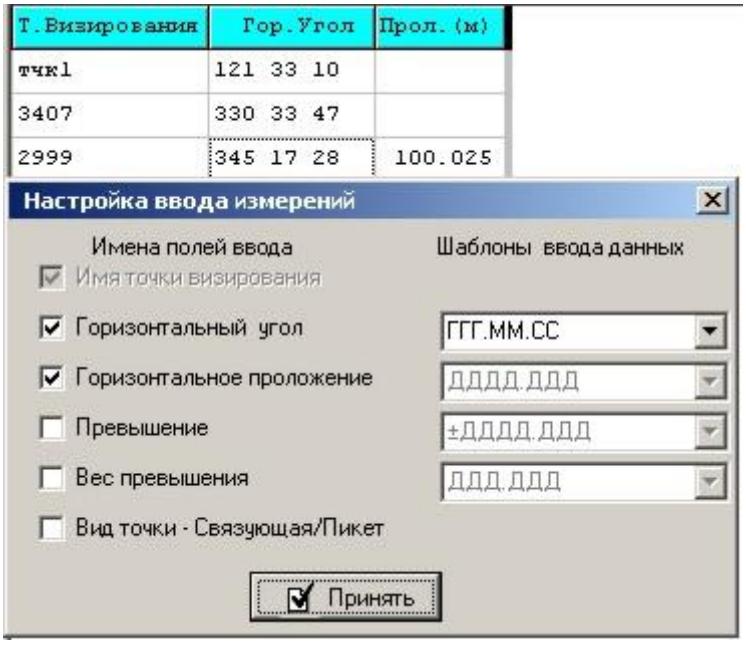


Рис. 1.24 Вид таблицы измерений после настройки

Навигация по таблице измерений осуществляется с помощью указателя мыши и функциональных клавиш:

1. Стрелками ↑ ↓ – по строкам

   ←→ – по ячейкам

2. Клавишами: ***Page Up*** – на страницу вверх, ***Page Down*** – на страницу вниз.
3. Комбинацией клавиш:

   <Ctrl> < Page Up > – переход на предыдущую станцию

   <Ctrl > < Page Down >– переход на последующую станцию

Таблица измерений также имеет два режима работы: режим ввода и режим групповых операций. В режиме ввода возможно «замораживание» измерений, в этом случае они не участвуют в уравнительных вычислениях. Если при нажатой клавише ***Ctrl*** дважды щелкнуть мышью, можно добиться выполнения следующих действий:

- По ячейке с именем точки визирования – будет заморожено полностью направление

- По ячейке «Гор.Угол», «Проложение», «Превышение», «Верт.Угол», «Расстояние» – то будет заморожено только отдельное измерение, и только оно не будет участвовать в уравнительных вычислениях (пример на рис. 1.25).

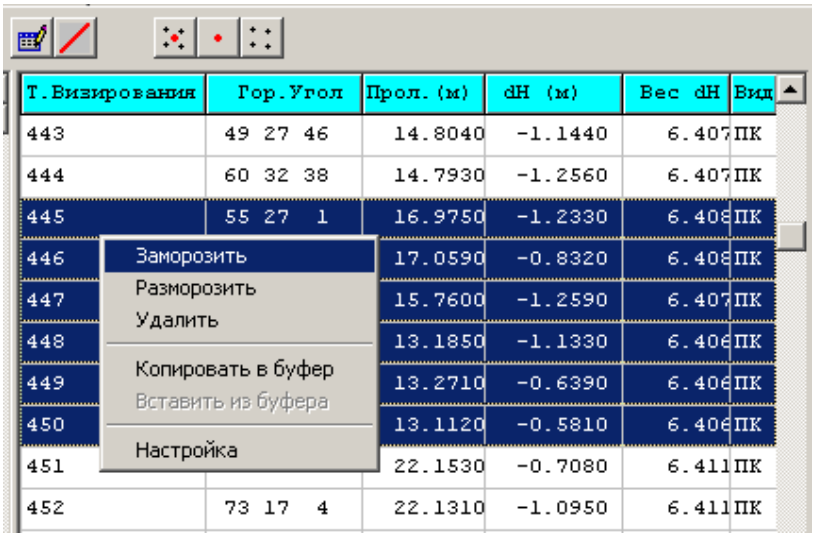


Т.Визирования	Гор.Угол	Прол.(м)	dH (м)	Вес dH	Вид
432	31 20 38	20.9980	-0.9040	6.410	ПК
433	31 20 38	20.6300	-1.0730	6.410	ПК
434	27 22 13	20.7310	-0.9450	6.410	ПК
435	27 18 19	20.6680	-0.5470	6.410	ПК
436	24 7 53	20.1030	-0.1210	6.410	ПК
437	23 18 34	20.0960	-0.2230	6.410	ПК

Рис. 1.25 Замороженные данные

В режиме групповых операций, можно выделить группу направлений и осуществить с ними операции, доступные из контекстного меню (рис. 1.26).

Если на инструментальной панели таблицы измерений нажать кнопку , то выделенное (активное) направление будет показано, утолщено красным цветом (рис. 1.27). ***Выделяются направления только связующих точек, направления на пикеты не выделяются!***



Т.Визирования	Гор.Угол	Прол.(м)	dH (м)	Вес dH	Вид
443	49 27 46	14.8040	-1.1440	6.407	ПК
444	60 32 38	14.7930	-1.2560	6.407	ПК
445	55 27 1	16.9750	-1.2330	6.408	ПК
446		17.0590	-0.8320	6.408	ПК
447		15.7600	-1.2590	6.407	ПК
448		13.1850	-1.1330	6.406	ПК
449		13.2710	-0.6390	6.406	ПК
450		13.1120	-0.5810	6.406	ПК
451		22.1530	-0.7080	6.411	ПК
452	73 17 4	22.1310	-1.0950	6.411	ПК

Рис. 1.26 Режим групповых операций над измерениями

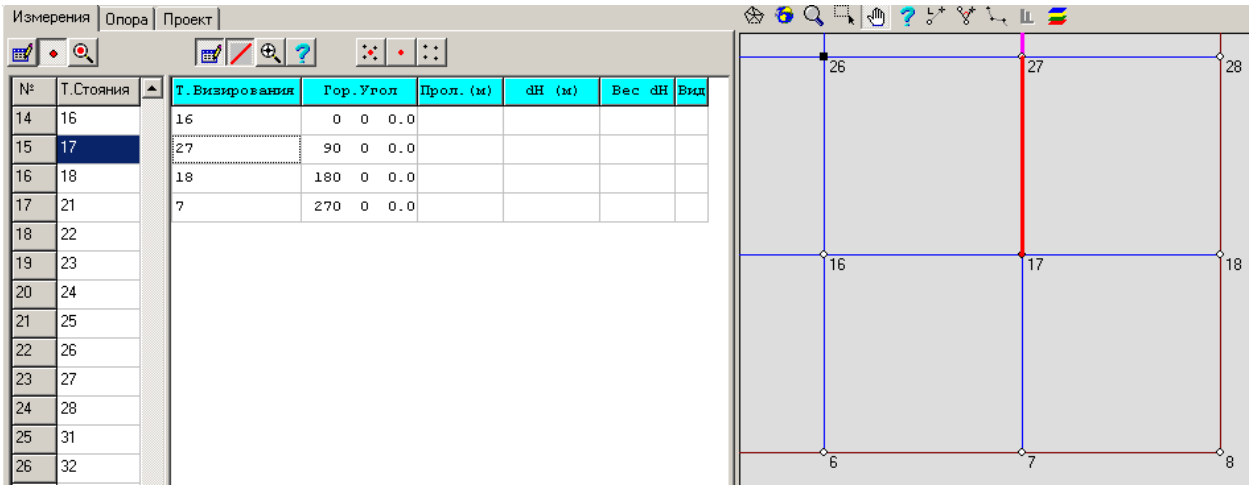


Рис. 1.27 Режим показа направлений

Режим показа направлений полезен при визуальном поиске ошибок, когда необходимо проверить соответствие имен в сети.

Иногда необходимо найти все станции, с которых выполнялись измерения на какой либо пункт, для этого служит инструмент , при активизации которого появляется форма с полем для ввода имени (рис. 1.28), а результаты поиска будут показаны в таблице (рис. 1.29).

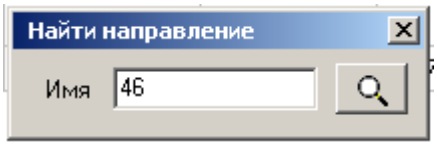


Рис. 1.28 Форма для поиска направлений

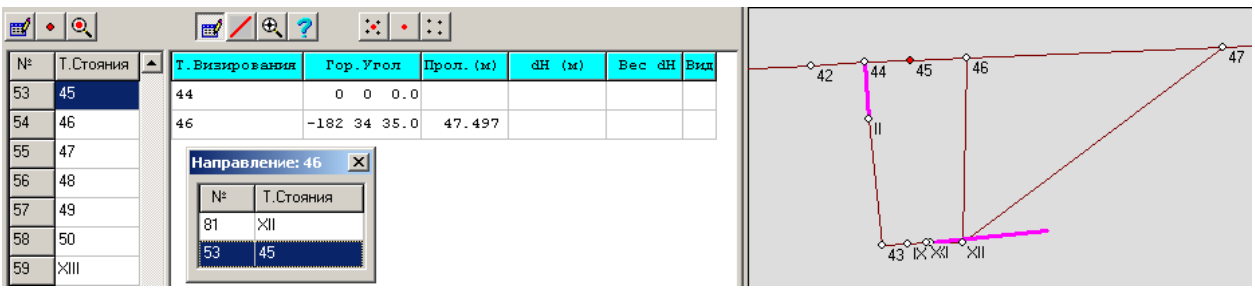


Рис. 1.29 Результаты поиска станций

При выделении соответствующей строки в таблице результатов поиска, в окне станций, измерений и графическом окне будут показаны данные соответствующие выбранной станции, с которой были выполнены измерения на данную точку.

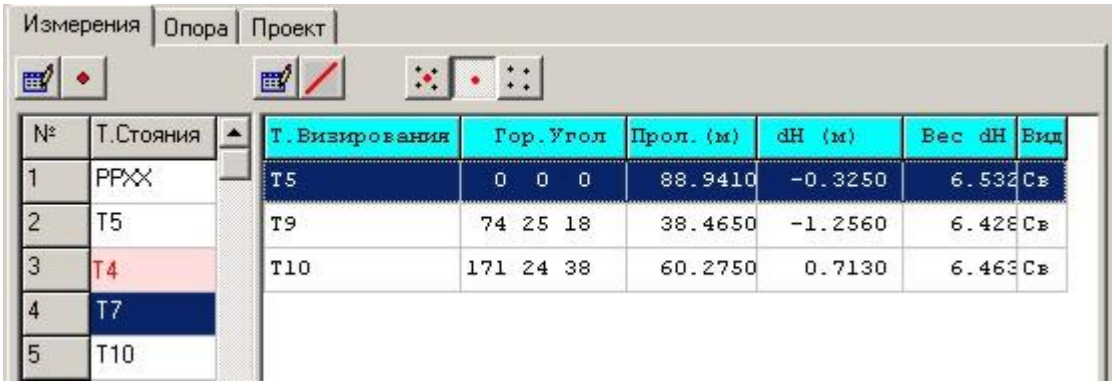
Инструментальная панель таблицы измерений содержи группу кнопок, управляющую видимостью измерений. Так если нажать кнопку  (или все кнопки отжаты), то будут показаны все измерения и связующие точки, и пикеты. Если нажата кнопка , то будут показаны только связующие точки (рис. 1.31). Если нажата кнопка , то будут показаны только пикеты(рис. 1.30).



№	Т.Стояния
1	PPXX
2	T5
3	T4
4	T7
5	T10
6	T11
7	T3

Т.Визирования	Гор.Угол	Прол.(м)	dH (м)	Вес dH	Вид
432	31 20 38	20.9980	-0.9040	6.410	ПК
433	31 20 38	20.6300	-1.0730	6.410	ПК
434	27 22 13	20.7310	-0.9450	6.410	ПК
435	27 18 19	20.6680	-0.5470	6.410	ПК
436	24 7 53	20.1030	-0.1210	6.410	ПК
437	23 18 34	20.0960	-0.2230	6.410	ПК
438	39 7 59	12.4490	-0.1960	6.406	ПК

Рис. 1.30 Показаны все измерения



Измерения | Опора | Проект

№	Т.Стояния
1	PPXX
2	T5
3	T4
4	T7
5	T10

Т.Визирования	Гор.Угол	Прол.(м)	dH (м)	Вес dH	Вид
T5	0 0 0	88.9410	-0.3250	6.532	Св
T9	74 25 18	38.4650	-1.2560	6.428	Св
T10	171 24 38	60.2750	0.7130	6.463	Св

Рис. 1.31 Показаны только связующие точки

Для некоторых операций редактирования данных предусмотрены горячие клавиши:

Del – удалить точку

Ins – вставить направление перед текущей строкой

+ – добавить направление в конец таблицы

При нажатии ***Enter*** в последней ячейке последней строки в таблицу измерений будет добавлена новая строка, и фокус ввода будет установлен на ячейку с именем направления. Поле с именем направления «Т.Визирования» не может быть пусто. Если Вы оставили это поле пустым – то данные, которые имеются в этой строке, в ***уравнительных вычислениях участвовать не будут и в файле проекта не сохраняются***.

Ввод информации о связующих точках выполняется полностью (рис. 1.32), а для направлений на ориентирные точки вводятся только измеренные данные.

№	Т.Стояния	i (м)
1	Рк2686	-2.036
2	п1	0
3	п2	0
4	мт895	-1.863

Т.Визирования	v (м)	Гор.Угол	Длина (м)	Верт.Угол	Вид
Рк2685		0 0 0.0			
Рк2687		160 45 42.0			
п1		179 33 27.0	98.428	2 9 22.0	

Рис. 1.32 Ввод данных для ориентирных точек

Для пикетных точек, для ускорения ввода имен точек, можно использовать автоинкрементные имена. Установка режима автоинкрементных имен устанавливается с помощью соответствующей опции всплывающего меню (рис. 1.33) или нажатием клавиши ***F1***, функциональной клавиатуры.

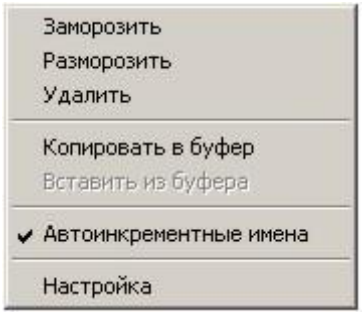


Рис. 1.33 Опция автоинкрементных имен включена

При включенном режиме автоинкрементных имен, в левой панели статусной строки имеется текстовая индикация, что, режим включен (рис. 1.34).

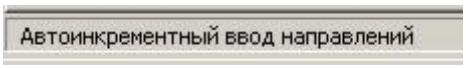


Рис 1.34 Индикация режима автоинкрементных имен

В этом режиме происходит автоматическое увеличение номера съемочной точки на 1 при переходе на новую точку. При этом если номер предыдущего пикета содержал буквенные символы, то к ним будет добавлена группа цифр, которая будет последовательно увеличиваться на 1. Например, если имя предыдущей точки было Т1, то имя следующей точки автоматически будет введено как Т2, Т3,…,Т10,Т11, … и т.д.

Для таблицы измерений можно менять ширину колонок и их порядок. Для изменения ширины колонки необходимо навести указатель мыши на правую границу колонки, нажать левую клавишу и, не отпуская клавишу перемешать указатель для регулировки ширины колонки.

Для изменения порядка столбцов необходимо навести указатель на заголовок колонки, которую необходимо перенести на другое место, нажать левую клавишу мыши и не отпуская ее, перетянуть колонку в нужное место.

Внимание! *Изменение порядка колонок нужно производить в самом начале работы с проектом. На уравнительные вычисления порядок колонок влияния не оказывает – при любом расположении колонок вычисления*

будут производиться правильно! Но изменение порядка столбцов, в процессе ввода данных, может повлиять на операции отката и восстановления значений, т.к. в этом случае данные восстанавливаются по порядку следования колонок. Если Вы измените, порядок колонок в самом начале работы, перед вводом измерений – то все операции будут выполняться корректно!

Для оперативного контроля координат связующих точек и пикетов служит инструмент , после активизации, которого при выделении таблице измерений соответствующего пикета или связующей точки в статусной строке показываются их координаты. Координаты связующих точек могут быть показаны после уравнивания сети, а координаты пикетов после выполнения команды ***Вычислить пикеты*** пункта ***Данные*** главного меню программы.

1.4 Открыть проект

Для открытия существующего проекта и продолжения ввода, или редактирования данных служит пункт «Открыть проект» меню «Проект», главного меню, после активизации, которого появляется форма выбора проектов из списка существующих (рис. 1.35).

Проекты могут храниться в двух видах – как собственно файлы проекта (имеют расширение *.mgs) и файлы обмена данными (имеют расширение *.pln). Файлы обмена данными имеют простую и наглядную структуру данных и могут быть подготовлены в обычном текстовом редакторе. Файлы проекта имеют более сложную структуру данных и позволяют сохранить информацию о замороженных данных и текущих настройках проекта, эти файлы более удобны для хранения данных проекта.

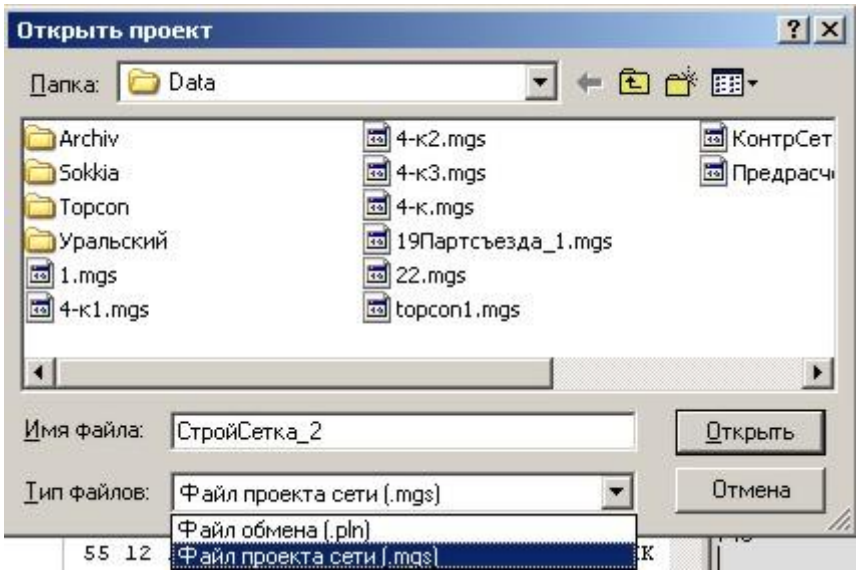


Рис. 1.35 Форма выбора проекта

В системе может быть одновременно открыто несколько проектов. Каждый из них имеет свои настройки. Система позволяет копировать и переносить данные из одного проекта в другой через собственный буфер обмена.

1.5 Закрыть проект

Открытый в системе проект можно закрыть, воспользовавшись командой ***Закрыть*** пункта ***Проекты*** главного меню или кнопкой  (рис. 1.36). Если в проекте были сделаны изменения, система попросит подтверждения сохранения проекта, как показано на рис 1.37.

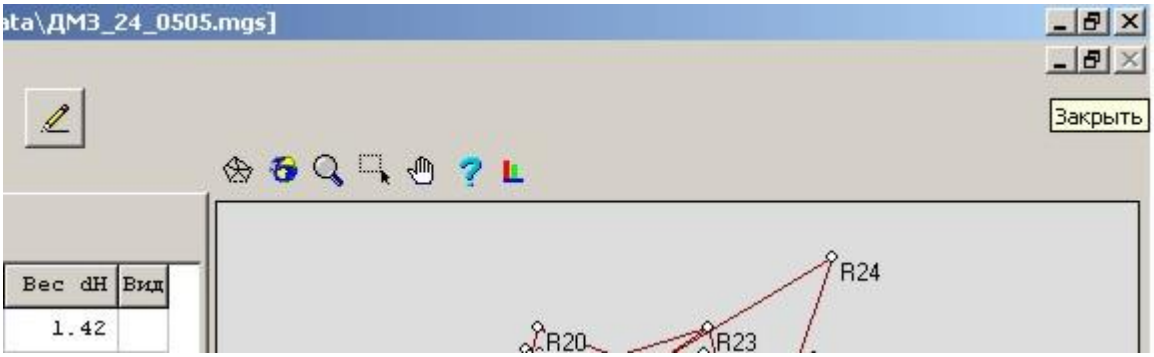


Рис. 1.36 Закрыть текущий проект

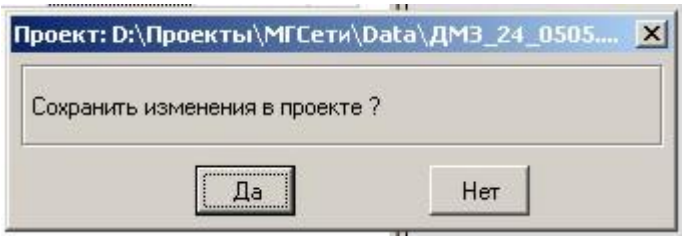


Рис. 1.37 Диалог при закрытии проекта

1.6 Сохранить проект

В любой момент работы можно сохранить все изменения сделанные в проекте после его открытия. Для сохранения проекта, без переименования и изменения типа, используется команда ***Сохранить*** пункта ***Проект*** главного меню программы. Команду ***Сохранить*** можно выполнить быстрой кнопкой главного инструментального меню рис. 1.38.

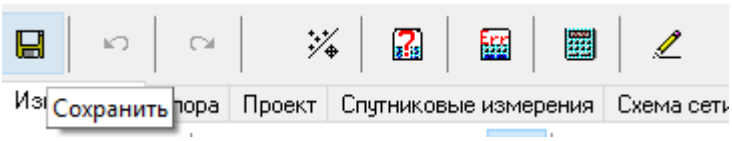


Рис. 1.38 Кнопка ***Сохранить*** главного инструментального меню

1.7 Сохранить проект под другим именем или с другим типом

Если требуется сохранить проект под другим именем или изменить тип проекта необходимо воспользоваться командой ***Сохранить как …*** раздела ***Проект*** главного меню программы (рис. 1.39).

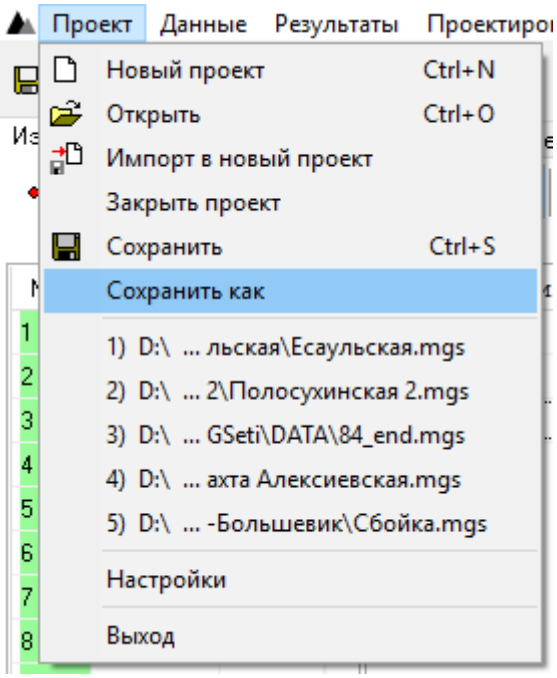


Рис. 1.39 Сохранение проекта под другим именем

После активизации этой команды появляется окно диалога (рис. 1.40) в котором можно задать новое имя проекта.

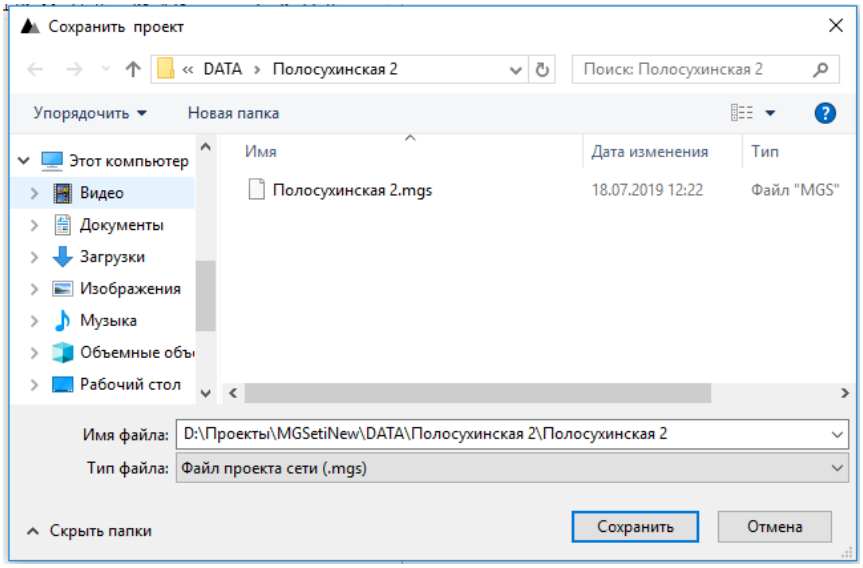


Рис. 1.40 Диалог сохранения проекта

1.8 Импорт в новый проект

Информация об инструменте, дате съемки и режиме измерения углов очень часто хранится в файле измерений электронного тахеометра. Эта ин-

формация может использоваться при создании нового проекта, при этом сокращается время создания нового проекта и уменьшается вероятность ошибок оператора. Для этого используется команда ***Импорт в новый проект***. В этом случае выполняется следующая последовательность операций:

- с помощью диалога открытия файла выбирается файл, на основе которого создается проект (рис. 1.41);

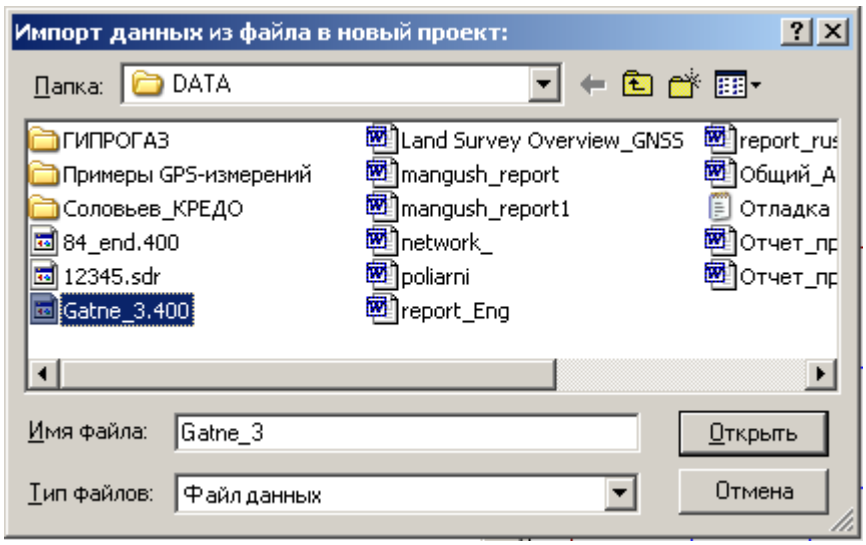
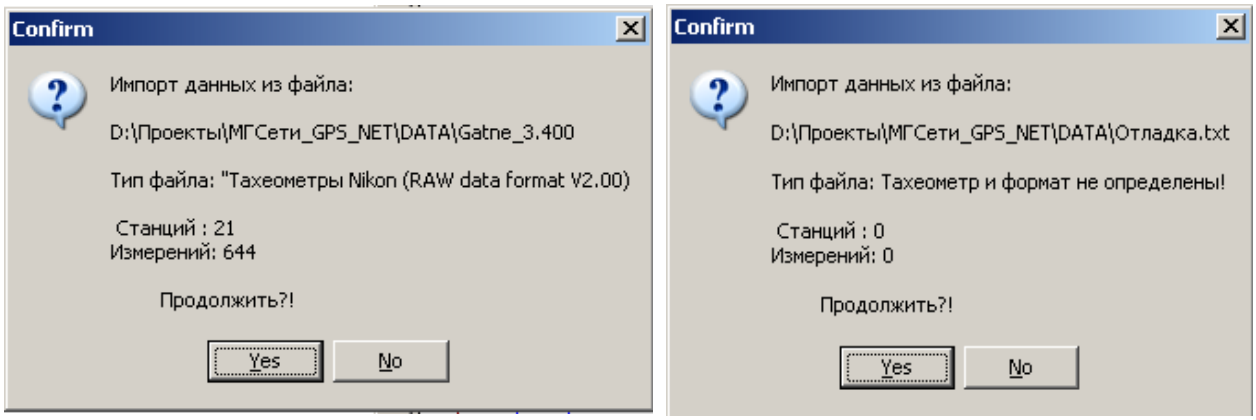


Рис. 1.41 Диалог импорта файла измерений в новый проект

- затем синтаксический анализатор программы, читает файл измерений, и определяет каким тахеометром выполнены измерения, сколько станций стояния и сколько измерений имеются в файле (рис. 1.42а). Если тип тахеометра или формат файла не распознаны программой, то появится сообщение, показанное на рис. 1.42б (в этом случае необходимо выслать авторам программы файл измерений). В случае необходимости операцию импорта можно прекратить.



а) б)

Рис. 1.42 Информация о типе импортируемого файла

- затем вызывается форма с данными нового проекта (рис. 1.43), в которой будут заполнены все поля, информацию для которых можно извлечь из файла измерений.

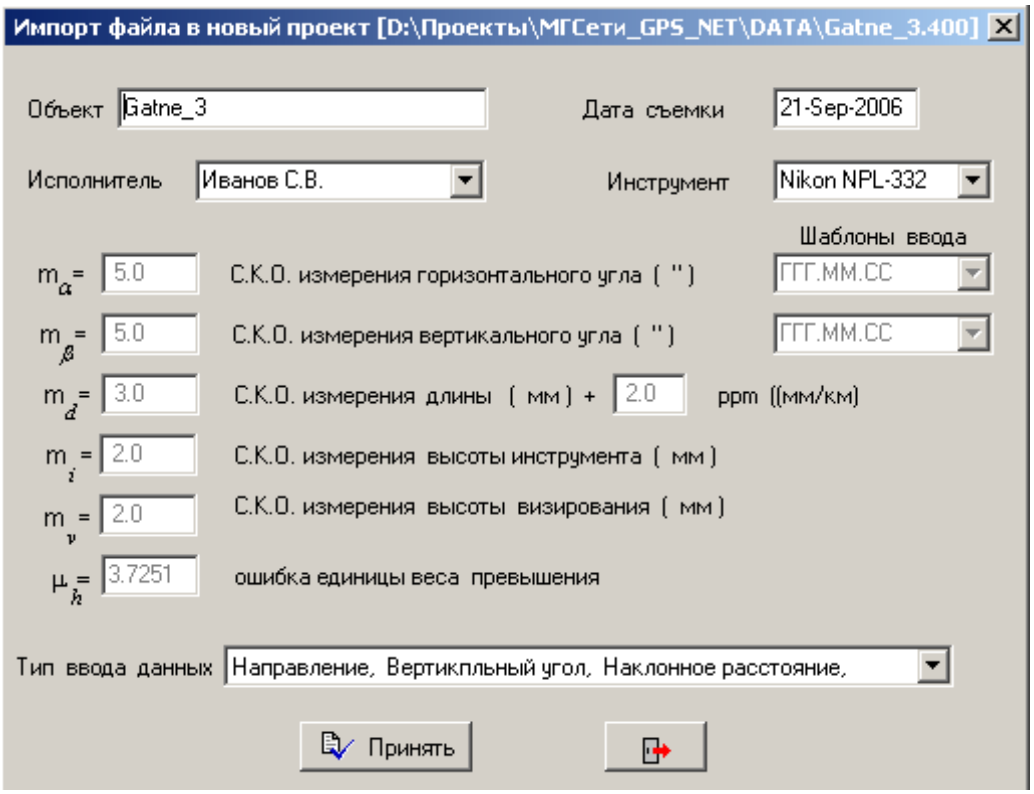


Рис. 1.43 Информация о новом проекте

После этого оператору остается заполнить только ту информацию о проекте, которой не было в файле измерений тахеометра (различные тахеометры сохраняют в файле измерений различную информацию).

1.9 Выход из программы

Выход из программы уравнивания маркшейдерских и геодезических сетей осуществляется командой ***Выход*** раздела ***Проект*** главного меню (рис. 1.39). Если какие-то проекты были изменены, после их открытия, то программа даст запрос на подтверждение сохранения изменений каждого проекта, как показано на рис. 1.37.

1.10 История вызова проектов

Программа сохраняет историю вызова последних 5 проектов, как показано на рис.1.39 при завершении работы программы. Если проект был перемещен или удален с диска, то он не будет показываться в списке проектов. Если щелкнуть мышью по названию проекта из списка – то он будет открыт в новом окне программы.

1.11 Настройки проекта

В программе имеется возможность для изменения некоторых настроек.

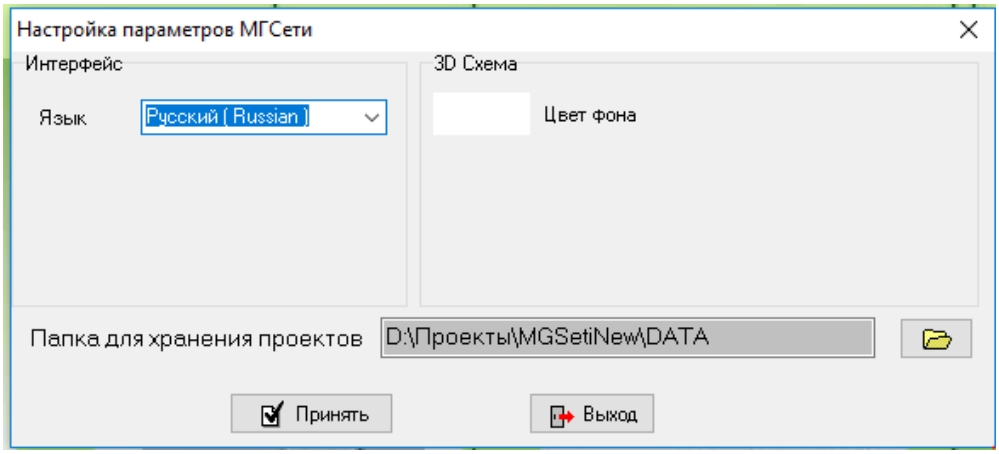


Рис. 1.44 Форма настроек проекта

На форме настроек проекта (рис. 1.44) можно задать или изменить следующие параметры:

- язык интерфейса Русский или Английский. Английский – частично.
- Изменить цвет фона для 3D формы изображения сети. В некоторых случаях трехмерную сеть лучше рассматривать с черным фоном.
- Путь к папке для сохранения файлов по умолчанию. Рекомендуется для каждого проекта создавать новую папку в папке по умолчанию.

2 Команды раздела Данные

Раздел ***Данные*** главного меню программы предназначен для ввода данных из электронных тахеометров и их анализа. Общий список команд данного раздела приведен на рис 2.1.

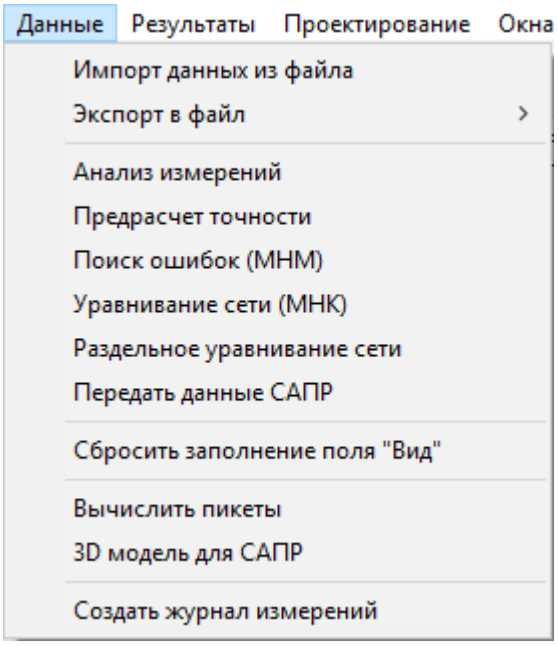


Рис. 2.1 Команды раздела ***Данные***

Второй блок меню ***Данные*** дублирует команды главного меню программы. Функциональность этих команд будет описана в разделе 7.

2.1 Импорт данных из файла

Ввод данных в проект осуществляется из файлов, которые были скачаны из тахеометров и запомнены в файлах соответствующих типов. Для тахеометров фирмы TOPCON используются файлы формата GTS7, которые могут быть получены из программы считывания и предварительной обработки, например «**PRINCOM/ТПРИНКОМ**» фирмы ПРИН или любой другой.

Последовательность операций при импорте файлов следующая, – активизируется команда ***Импорт из файла*** (рис. 2.1), после этого появляется ок-

но диалога открытия файла, в котором задается формат импортируемых файлов (рис. 2.2).

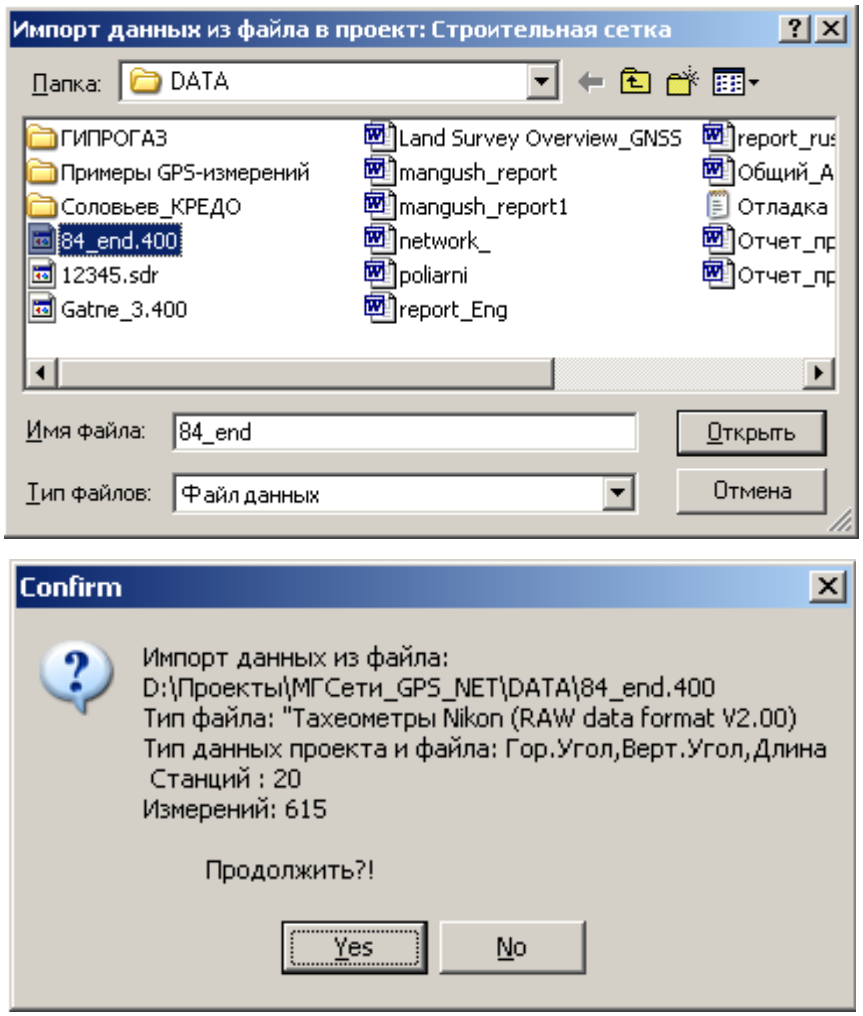


Рис. 2.2 Диалог импорта данных из файла

Синтаксический анализатор программы определит тип файла тахеометра и тип вводимых данных.

В одном проекте можно выполнить несколько операций импорта данных из файла. ***Эти файлы могут быть созданы разными тахеометрами – желательно, чтобы формат вводимых данных был один и тот же, например: горизонтальный и вертикальный углы и наклонное расстояние.***

2.2 Импорт данных из тахеометра

Для более ранних версий программы МГСети был доступен прямой ввод данных из некоторых типов тахеометров, однако в связи с расширением форматов импортируемых файлов в последних версиях программы импорт осуществляется только из файла. Файлы скачиваются из тахеометра с помощью специализированного ПО для данного типа тахеометров.

2.3 Экспорт измерений

Экспорт съемки в текстовый файл, осуществляется соответствующей командой раздела меню ***Данные***. При этом на экране появляется форма (рис. 2.3), которая позволяет задать поля и параметры вывода в файл.

Разделителем между данными в файле может быть любой (кроме управляющих) символ или группа символов, которые задаются в окне редактирования. Таким образом, можно настроить вывод в файл в том формате, который необходим для какой либо внешней программы, в которую необходимо экспортировать данные проекта. После задания параметров и нажатия кнопки  задается имя файла для экспорта данных.

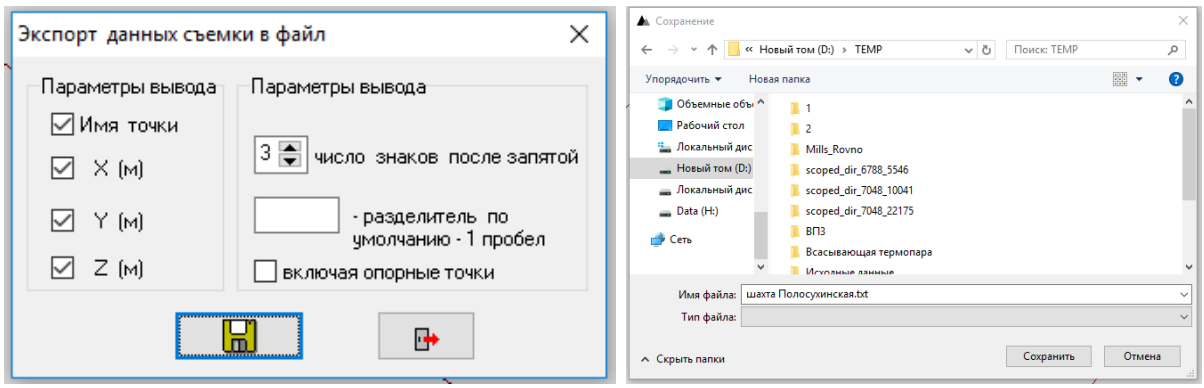


Рис. 2.3. Форма задания параметров экспорта

2.4 Анализ измерений

При импорте данных из тахеометров возникает задача разделения измеренных направлений на пикеты и связующие точки самой сети. При импорте данных из тахеометра для каждой станции импортируется большое количество измерений (до 500 точек стояния) и до 15000-20000 пикетов в сети. Чтобы уменьшить время уравнительных вычислений желательно выполнить разделение данных на пикеты и связующие точки и для уравнивания задавать только связующие точки, а пикеты вычислять после уравнивания сети.

Чтобы вручную не заполнять поле «Вид» у такого большого числа точек можно задать правила, по которым эта работа может быть выполнена в автоматическом режиме, для этого нужно вызвать команду ***Анализ измерений*** раздела ***Данные***, главного меню программы (команда дублируется быстрой кнопкой панели инструментов ).

После этого появляется форма, в которой можно задать правила деления на пикеты и связующие точки (рис. 2.4).

Правила могут задаваться в любой комбинации – отметкой соответствующих пунктов. Если ни один из пунктов не выделен, то все измерения считаются пикетами. Правила могут быть применены к одной станции или всем станциям.

Эти правила следующие:

- Имя содержится в каталоге опорных точек
- Содержит нецифровой символ, например: «т.1» или «п.п.54»
- Лежит в диапазоне целых чисел (рис. 2.5), это особенно актуально для тахеометра 3ТА5
- Встречается 2 и более раз в измерениях выполненных с разных станций, этот вариант хорошо выполняет разделение пикетов и связующих при сплошной нумерации пикетов в сети (т.е. когда на станциях нет повторений нумерации съемочных точек).

Если часть измерений уже имеет заполненное поле «Вид» – то при выполнении анализа данных, эти значения не изменяются. Если анализ был выполнен с неправильными условиями – то можно полностью очистить поле «Вид» (п. 2.6), а затем выполнить анализ снова.

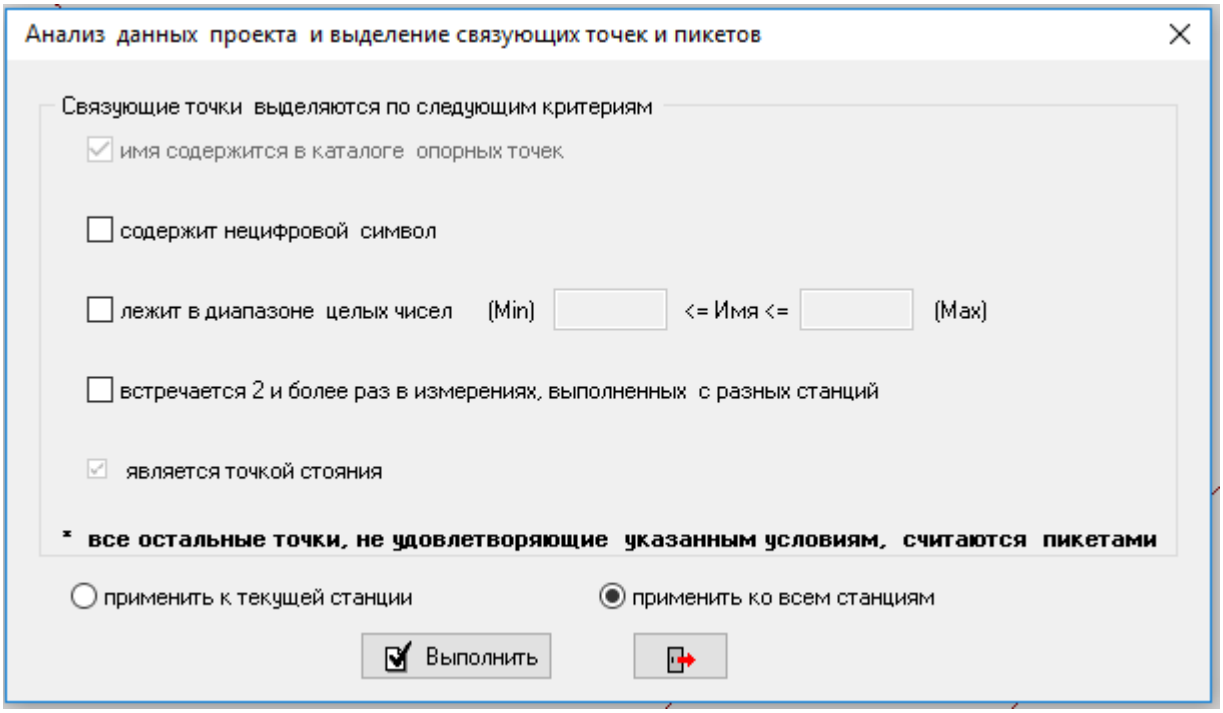


Рис. 2.4 Форма задания правил анализа измерений

2.5 Сброс заполнения поля «Вид»

Если разделение на пикеты и связующие было выполнено не наилучшим образом, то можно очистить заполнение поля вид и выполнить анализ измерений вновь.

Внимание! Команда ***Сброс заполнения поля «Вид»*** применяется ко всему проекту.

2.6 Вычислить пикеты

Если необходимо получить координаты пикетов в табличном виде (без графического построения как в п. 7), то необходимо выполнить команду ***Вы-***

числить пикеты. В этом случае вычисляются координаты пикетов и создается файл ***«Имя проекта».pik*** который можно посмотреть при выполнении команды ***Результаты уравнивания сети*** меню ***Документ***, как показано на рис. 2.5.



Имя пикета	X (м)	Y (м)	Z (м)
1	94.345	165.958	206.556
2	92.489	116.687	207.036
3	91.767	114.184	207.146
4	87.728	116.296	207.156
5	87.062	119.734	207.566

Рис. 2.5 Таблица пикетов проекта

Таблица пикетов проекта создается каждый раз когда вызывается команда ***Вычислить пикеты*** или при построении схемы сети и ситуации (п.7).

2.7 Сбросить заполнение поля «Вес dH»

Поле «Вес dH» используется при уравнивании высотных сетей. Принцип заполнения поля «Вес dH» следующий – это поле можно не заполнять, если имеется необходимая информация для вычисления веса превышения, в этом случае поле будет заполнено автоматически. Вы можете изменить это значение – в этом случае вес данного превышения автоматически вычисляться не будет. Если меняются настройки проекта, влияющие на вычисление веса превышений, например μ_h или m_β – необходимо выполнить команду ***Сбросить заполнение поля «Вес dH»,*** после чего это поле будет заполнено автоматически уже с новыми весами.

2.8 Предрасчет точности сети

Команда выполнения предрасчета точности сети описана в п.16 и 17 настоящего руководства.

2.9 Поиск ошибок сети (МНМ)

Выполняется уравнивание по методу наименьших модулей (МНМ) – детально описано в разделе 7.1 настоящего руководства.

2.10 Уравнивание сети (МНК)

Выполняется уравнивание сети по методу наименьших квадратов (МНК) с оценкой точности, после выполнения этой операции формируются соответствующие каталоги и ведомости оценки точности (п. 3, рис. 3.4). При активизации данной команды открывается окно интерактивного уравнивания сети (см. п. 8).

2.11 Раздельное уравнивание сети

Раздельное уравнивание сети выполняется в соответствии с рекомендациями «Инструкции…» [1, п.188]

2.12 Передать данные в САПР

Передача данных в системы автоматизированного проектирования описана в п.7.2 настоящего руководства.

2.13 3D модель для САПР

Создание трехмерных моделей для систем автоматизированного проектирования выполняется через файл обмена dxf, но в более упрощенной форме, без оформления. Передаются только трехмерные координаты точек и их имена.

3 Команды раздела Документ

В зависимости от вида вычислений для данного проекта, раздел ***Документ*** главного меню программы будет иметь различный набор команд, так для нового проекта имеется только один пункт, который находится в неактивном состоянии, пока не будет выполнено уравнивание сети (рис. 3.1).

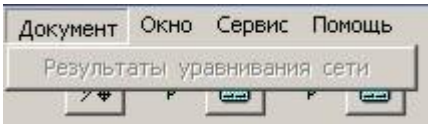


Рис. 3.1 Команды раздела ***Документ*** для нового проекта

Если для проекта был выполнен предрасчет точности сети, то в меню ***Документ*** добавится активный пункт ***Результаты предрасчета сети*** (рис. 3.2).

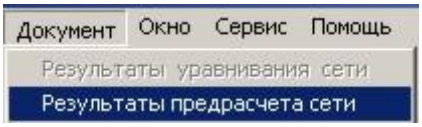


Рис. 3.2 Пункт, показывающий результаты предрасчета

Если для сети выполнялся предрасчет точности сети, поиск ошибок и уравнивание сети, то меню раздела ***Документ*** будет выглядеть, как показано на рис. 3.3.

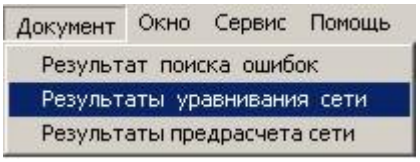
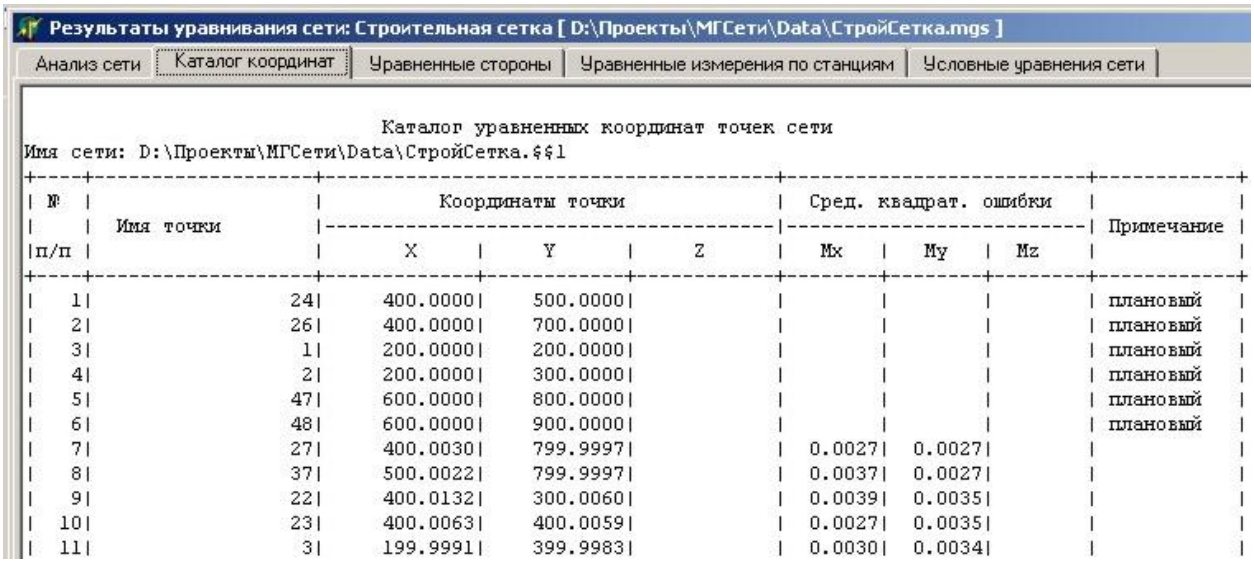


Рис. 3.3 Команды раздела ***Документ***

При активизации соответствующих команд, в специальном окне будет показан блокнот с закладками из соответствующих документов – результат одной из операций проекта, предрасчета точности сети, поиска ошибок и уравнивания сети (рис. 3.4). Эти документы можно визуально анализировать.



Каталог уравненных координат точек сети

Имя сети: D:\Проекты\МГСети\Data\СтройСетка.$$1

№ п/п	Имя точки	Координаты точки X	Y	Z	Сред. квадрат. ошибки Mx	My	Mz	Примечание
1	24	400.0000	500.0000					плановый
2	26	400.0000	700.0000					плановый
3	1	200.0000	200.0000					плановый
4	2	200.0000	300.0000					плановый
5	47	600.0000	800.0000					плановый
6	48	600.0000	900.0000					плановый
7	27	400.0030	799.9997		0.0027	0.0027		
8	37	500.0022	799.9997		0.0037	0.0027		
9	22	400.0132	300.0060		0.0039	0.0035		
10	23	400.0063	400.0059		0.0027	0.0035		
11	3	199.9991	399.9983		0.0030	0.0034		

Рис. 3.4 Форма для визуального анализа результатов уравнивания сети

Выход из формы визуального анализа осуществляется нажатием клавиши ***Esc*** или щелчком правой кнопки мыши.

4 Команды раздела Окно

Раздел ***Окно*** главного меню программы служит для перехода между открытыми в программе проектами. Каждый открытый или созданный проект добавляется отдельным пунктом в раздел ***Окно*** главного меню программы, пример с 14-ю открытыми проектами показан на рис. 4.1.

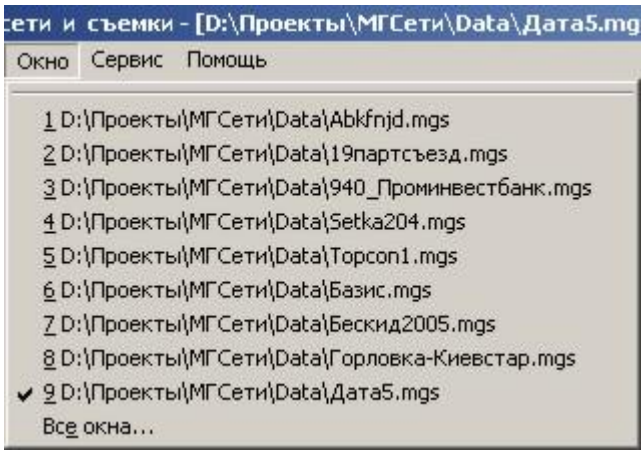


Рис. 4.1 Список открытых проектов

Активный проект выделяется специальным значком. Первые десять проектов показаны списком, остальные можно сделать активными командой ***Все окна…***, тогда можно выбрать любой проект из списка, который будет показан на специальной форме (рис. 4.2). Переход между проектами осуществляется указателем мыши**.**

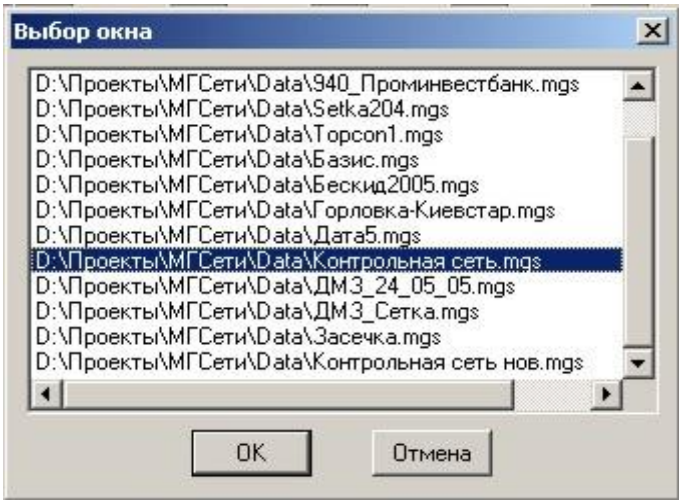


Рис. 4.2 Форма выбора окна

5 Команды раздела Помощь

В этом разделе имеется всего две команды, которые показаны на рис. 5.1

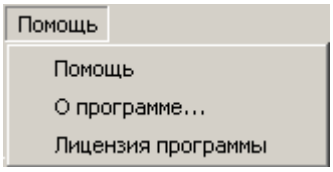


Рис. 5.1 Команды раздела ***Помощь***

При активизации команды ***Помощь***, вызывается программа Acrobat Reader(или другая программа чтения PDF файлов), в которую загружен документ «***МГСети_рус.pdf***» (этот документ находится в директории проекта).

При активизации команды ***О программе***… вызывается окно с заставкой программы, на которой имеются знак копирайта и версия программы (рис. 5.2).

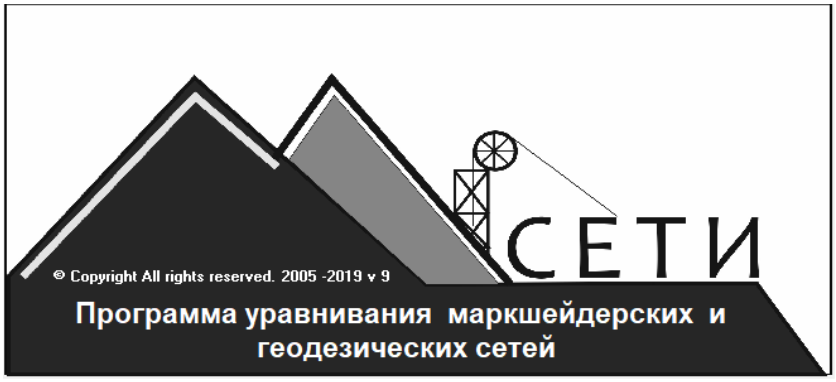


Рис. 5.2 Заставка программы

Окно с заставкой программы закрывается при нажатии любой клавиши или щелчке мыши.

Команда ***Лицензия программы*** показывает форму, в которой приведены данные о типе лицензии, числе пользователей и функциональных возможностях программы (рис. 5.3).

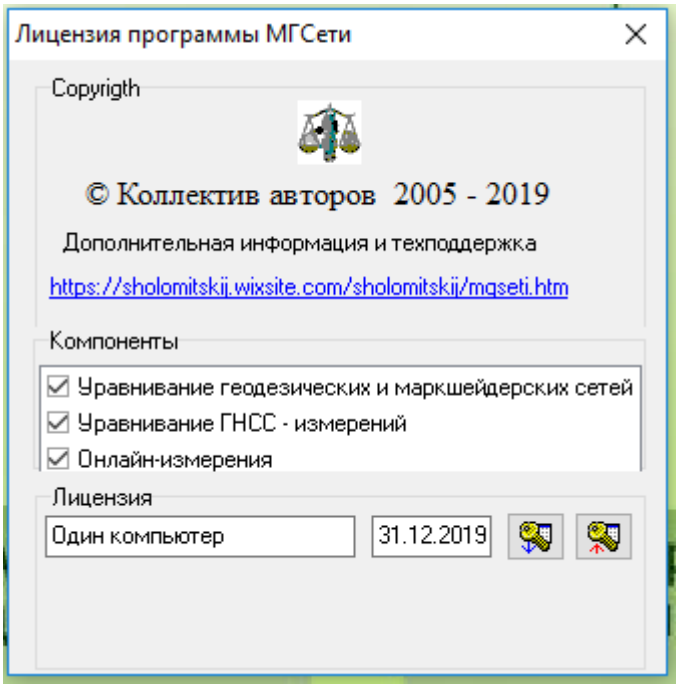


Рис. 5.3 Форма с лицензией программы

6 Главная инструментальная панель программы

Для быстрого управления вычислительным процессом и редактированием данных проекта часть команд программы вынесена на специальную инструментальную панель программы (рис. 6.1).

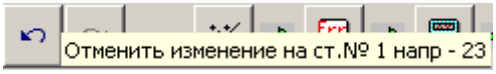


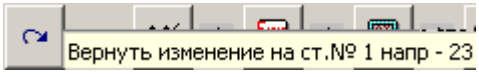
Рис. 6.1 Главная инструментальная панель программы

Кнопки этой панели сгруппированы по видам операций и отражают ход вычислительного процесса.

Левая группа кнопок (рис. 6.1) позволяет отменить сделанные в ходе работы изменения и вернуть обратно все изменения. Следует отметить, что история изменения данных проекта не очищается при текущем сохранении проекта, т.е. без его закрытия.

На инструментальной панели находятся кнопки, которые выполняют следующие функции:

 – отмена операций добавления, редактирования или удаления данных в различных таблицах, какое конкретно действие должно произойти показывается во всплывающей подсказке, которая появляется, если над этой кнопкой остановить курсор, например 



– возвращает значение или действие, отмененное ранее.

 – выполняет команду ***Анализ измерений***, т.е. разделения измерений на связующие точки и пикеты (п. 2.3 настоящего руководства). Эта кнопка вынесена на инструментальную панель, т.к. по логике обработки дан-

ных команда, соответствующая этой кнопке должна выполняться первой перед поиском ошибок и уравниванием сети.

6.1 Поиск ошибок

 – поиск ошибок сети, при активизации этой команды происходит подготовка данных и уравнивание сети по методу наименьших модулей, который позволяет хорошо локализовать ошибки сети. При активизации данной команды открывается окно интерактивного уравнивания сети (см. п. 8).

Для примера возьмем идеальную строительную сеть и введем ошибку 50 мм в длину 1-11, при этом получим следующую картину распределения ошибок рис. 6.2 – при уравнивании по методу наименьших квадратов. Имеет место распределение ошибки на угловые и линейные элементы сети. Рисунок 6.3 – показывает картину распределения ошибок при уравнивании по методу наименьших модулей, видно, что произошла локализация ошибки именно в линейные измерения длины 1-11.

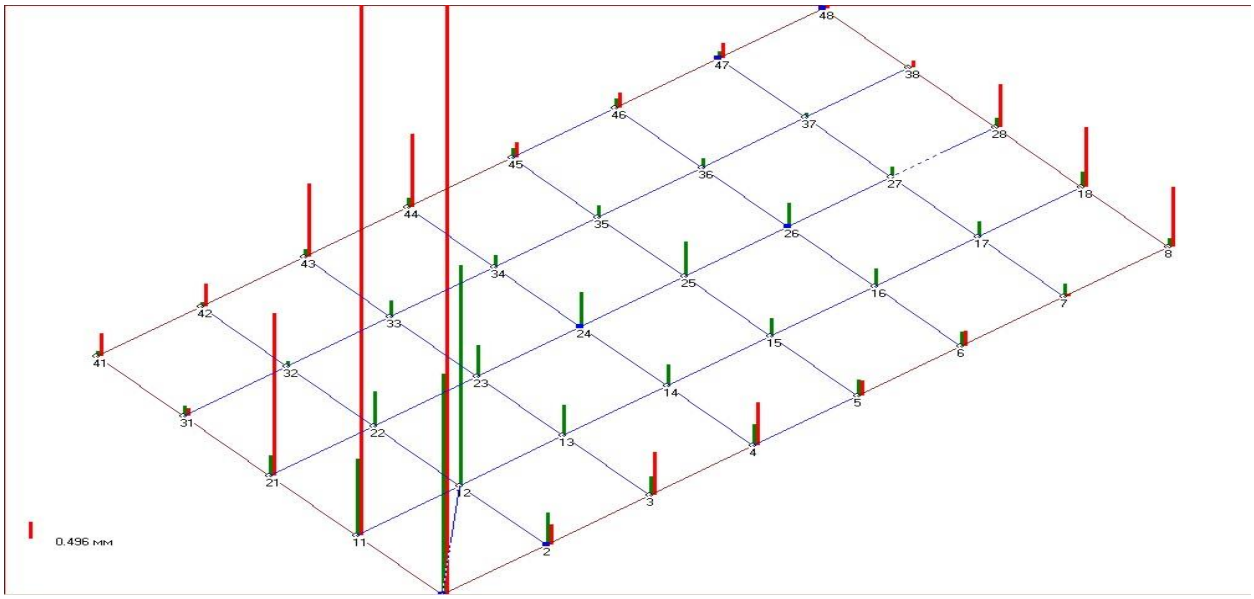


Рис. 6.2 Уравнивание сети по способу наименьших квадратов

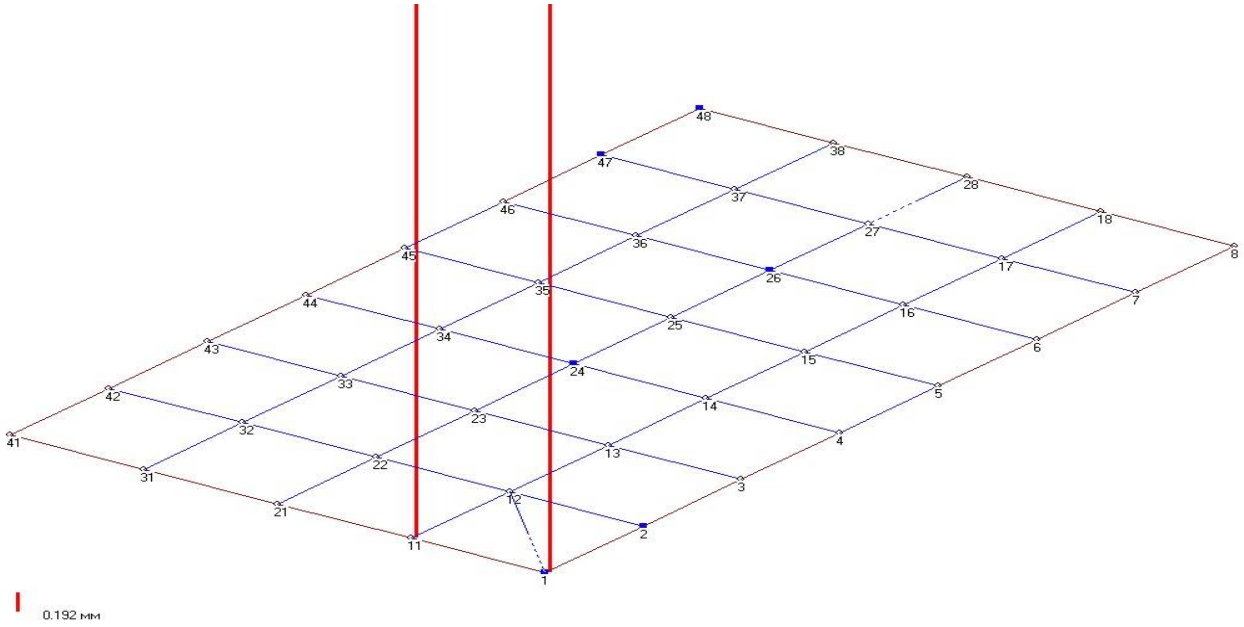


Рис. 6.3 Уравнивание сети по методу наименьших модулей

Добавим угловую ошибку в 1 сек. в измерения на т. 33 в направление на т. 34. При уравнивании по методу наименьших квадратов (МНК) (рис. 6.4) трудно сделать предположение об угловых ошибках сети, а уравнивание по методу наименьших модулей (МНМ) (рис. 6.5) четко показывает, что угловая ошибка содержится в направлении 33-34.

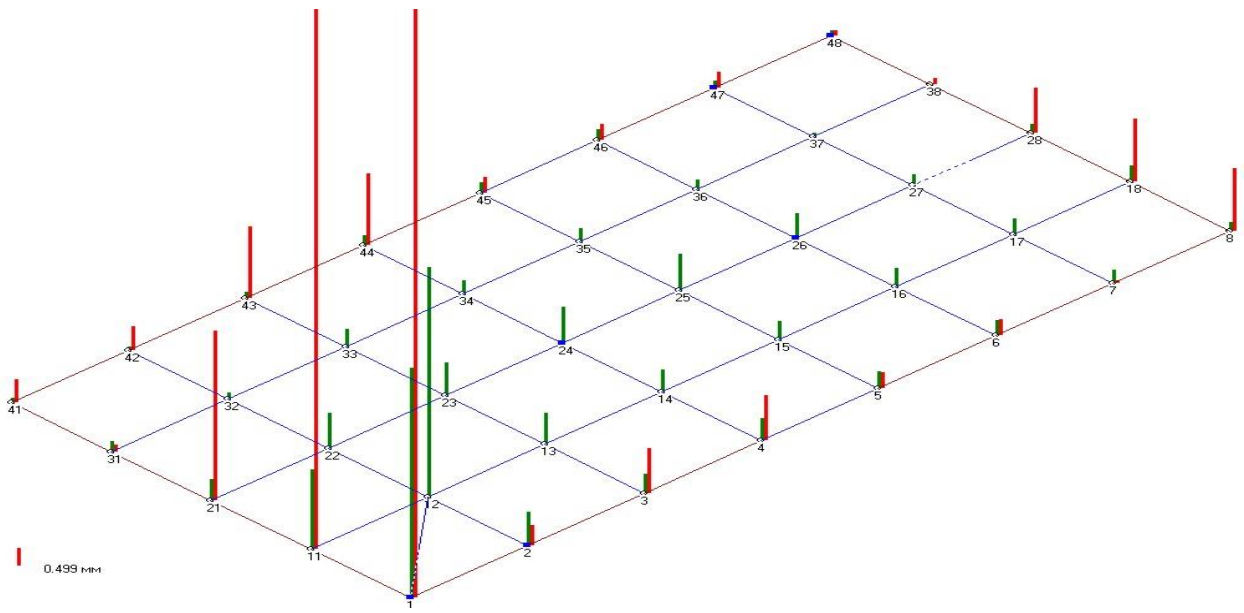


Рис. 6.4 Уравнивание по МНК

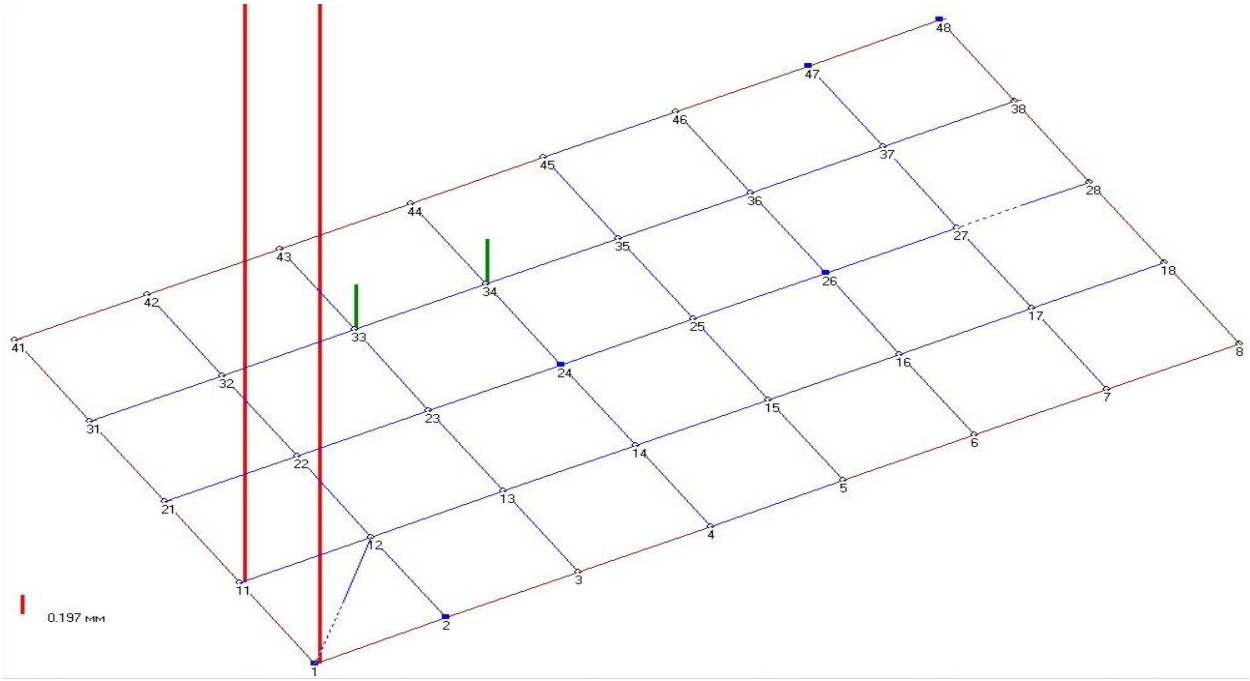


Рис. 6.5 Уравнивание по МНМ

Проект со строительной сеткой находится среди примеров на дистрибутивном диске, вы можете импортировать его и сами проверить работу МНМ и его способность локализации ошибок измерений.

 – уравнивание сети по МНК с оценкой точности, после выполнения этой операции формируются соответствующие каталоги и ведомости оценки точности (п. 3, рис. 3.4). При активизации данной команды открывается окно интерактивного уравнивания сети (см. п. 7).

6.2 Создание файла модели для САПР

 – последним этапом обработки сети является вычисление координат пикетов, составление схемы сети и плана с пикетами. Поскольку все проектные и землеустроительные чертежи требуют, чтобы выходной документ был подготовлен в одном из форматов систем автоматизированного проекти-

рования. В программе «Маркшейдерско-геодезические сети» принят формат DXF для обмена данными с системами автоматизированного проектирования, такими как AutoCAD и Компас.

Вычисление пикетов выполняется даже в том случае, если сеть плановая, т.е. после уравнивания у связующих точек нет отметок, в этом случае вычисляются плановые координаты пикетов, а отметкой пикета является превышение. Такой вариант обработки съемок встречается при землеустроительных работах.

При передаче информации проекта в файл обмена чертежами появляется окно настроек чертежа (рис. 6.6) в котором вы можете изменить настройки и состав чертежа и слоев.

После изменения настроек и принятия параметров чертежа, производится создание чертежа и если на данном компьютере установлен AutoCAD, то он будет вызван на выполнение и в него будет загружен чертеж (рис. 6.8). Если этого не произошло, значит в операционной системе, не настроена ассоциация на расширение *.dxf, и вам нужно будет загрузить чертеж в AutoCAD или Компас самостоятельно. Чертеж находится в папке проекта и имеет название *«Имя проекта».dxf.*

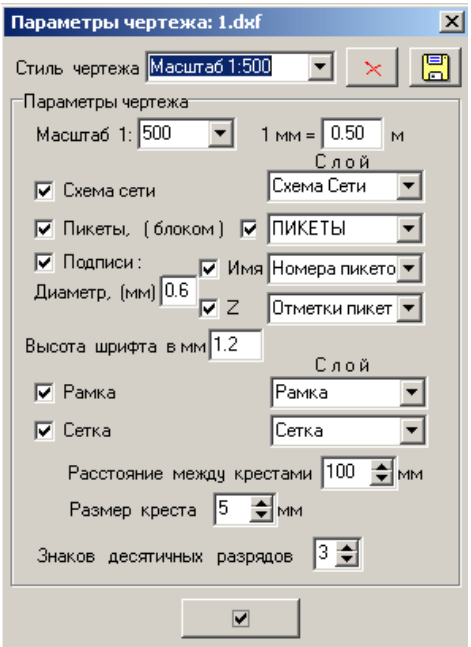


Рис. 6.6 Настройка параметров чертежа

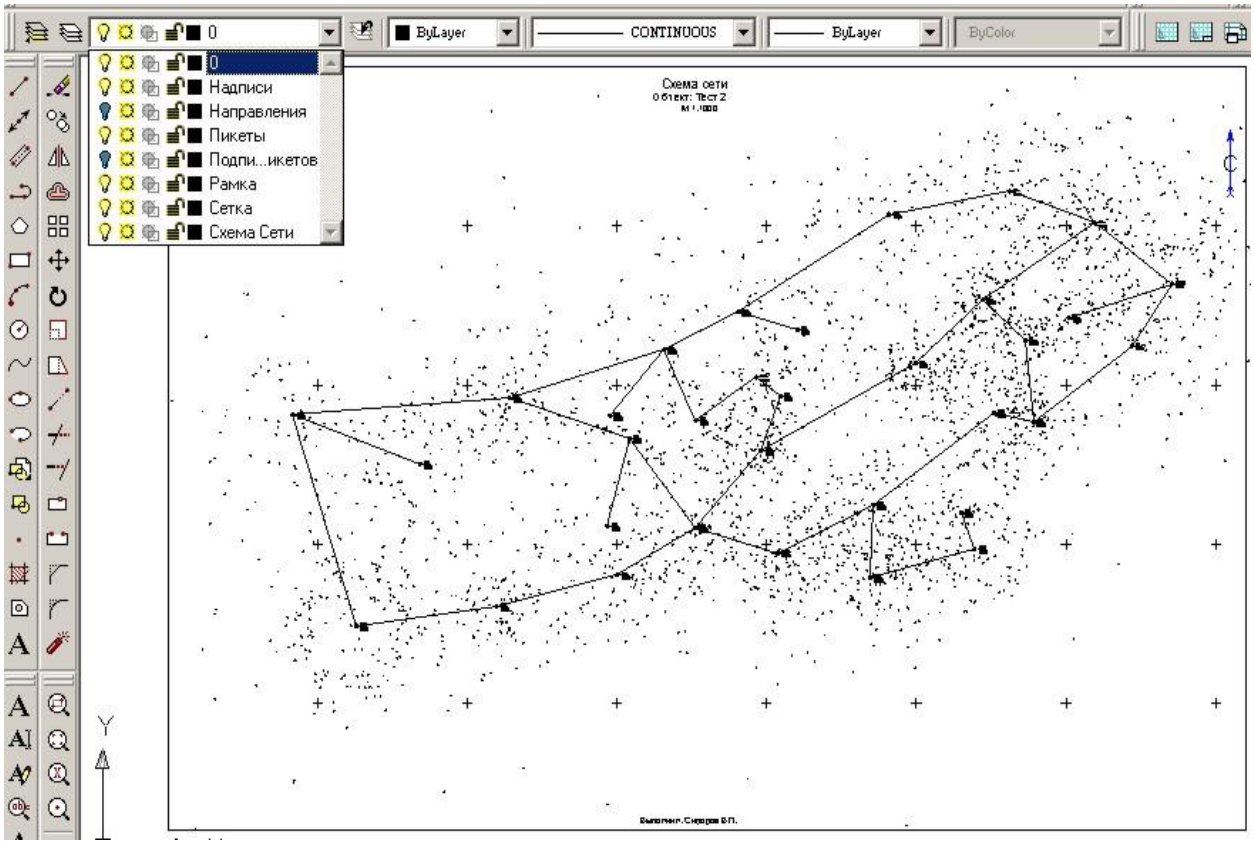


Рис. 6.7 Чертеж проекта загруженный в AutoCAD

На рис. 6.7 показан объект, состоящий из схемы сети, съемочных пикетов (3441 пикет), надписей и других объектов, разнесенных по разным слоям.

Т.к. реальные координаты проекта имеют большие значения, и объект может не попадать на экран – после загрузки чертежа в AutoCAD необходимо выполнить команды ***Просмотр → Приближение → Все*** и объект будет полностью показан на экране.

Пользователь может сохранить текущие настройки чертежа, как определенный стиль, и затем выбрать нужный стиль из списка (рис. 6.8). Стиль можно удалить из списка, для этого служит инструмент , расположенный слева от списка. Для добавления нового стиля необходимо сделать нужные установки параметров чертежа, ввести в окне редактирования название стиля

и нажать . Если стиль с таким именем существует, то он будет замещен, если нет, то он будет добавлен.

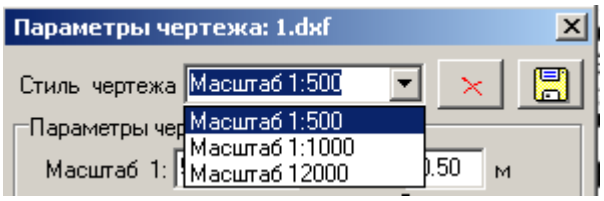


Рис. 6.8 Выбор стиля для чертежа

По умолчанию загружается первый стиль из списка. Информация о пикетной точке может быть вставлена блоком, если установить соответствующую опцию (рис. 6.9).

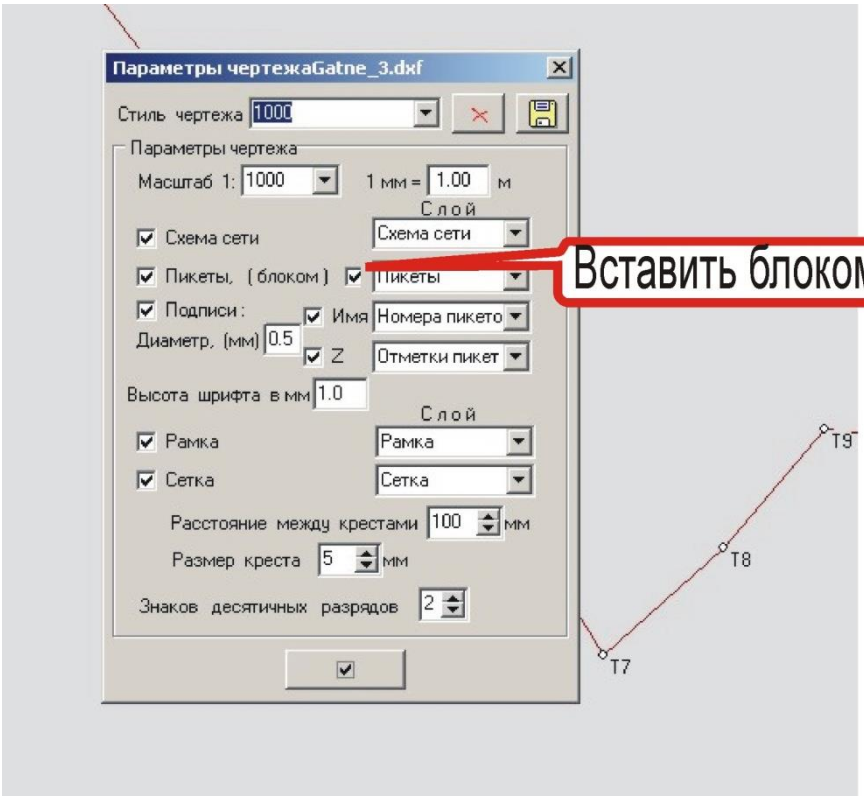


Рис. 6.9 Установка параметров чертежа

Если эта опция не установлена, то имя пикета, отметка пикета и код (если выполнялось полевое кодирование) будут выведены в файл чертежа

как отдельные элементы, каждый на свой слой. На рис. 6.10 показаны вставленные блоком пикеты (пикет 107 – выделен) и разделение чертежа (модели) на слои.

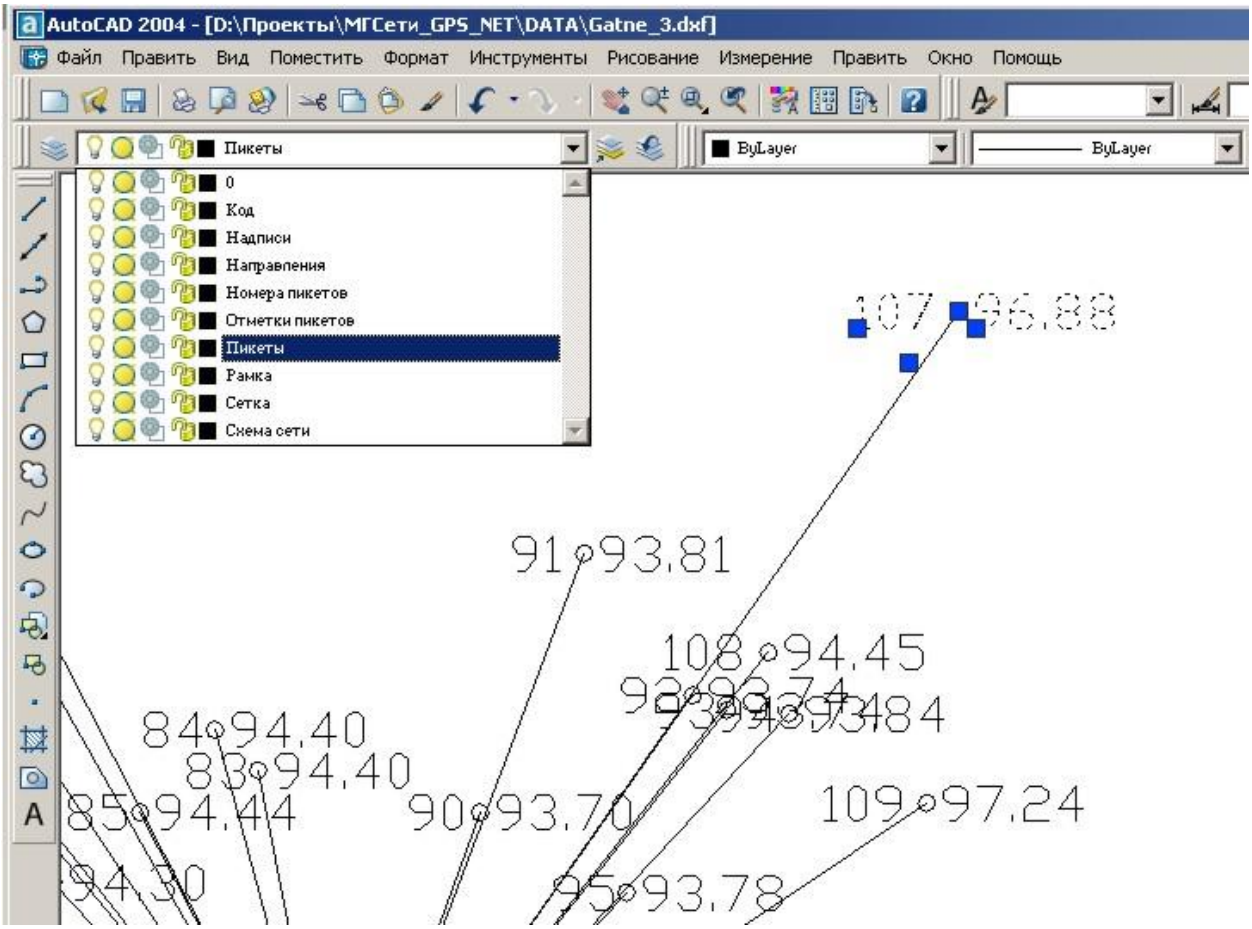


Рис. 6.10 Слоевое строение чертежа

7 Окно интерактивного уравнивания сети

Окно уравнивания открывается при нажатии кнопки  на главной инструментальной панели или кнопки  на инструментальной панели графического окна и предназначено для отображения процесса построения сети и уравнивания (рис. 7.1.) или анализа сети. Отображается форма сети (рис. 7.2) на разных этапах ее обработки, по искажениям ее формы можно получить представление об участках с грубыми ошибками. В это окно выносятся сообщения и рекомендации исполнителю.

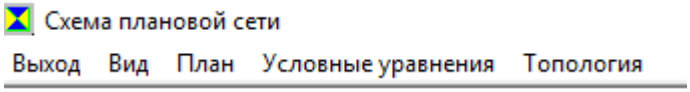


Рис. 7.1. Меню окна уравнивания

На схеме сети направления визирования угловых измерений окрашены голубым цветом, двустороннее визирование сплошной линией, одностороннее заканчивается пунктиром на конечной точке.

Если по линии измерены угол и расстояние, то она окрашена в коричневый тон, если только расстояние, то в красный. Исходные пункты обозначены синими квадратами, а определяемые кружочками.

На пунктах изображены столбиковые диаграммы: зеленые для поправок в направления, красные – в длины. Единица измерения диаграмм помещена в левом нижнем углу окна (на рис. 7.2 она соответствует 4мм).

Величины столбцов диаграмм выражают максимальные поправки в соответствующие измерения на пункте. Поправки в длины выражаются в принятых для схемы единицах, а поправка в направления пересчитывается для каждой стороны в линейную меру по следующей формуле:

$$\nu_L = L \cdot \nu ,$$

где ν_L – поправка в направление в линейной мере;

L – длина стороны;

v – поправка в направление в радианах.

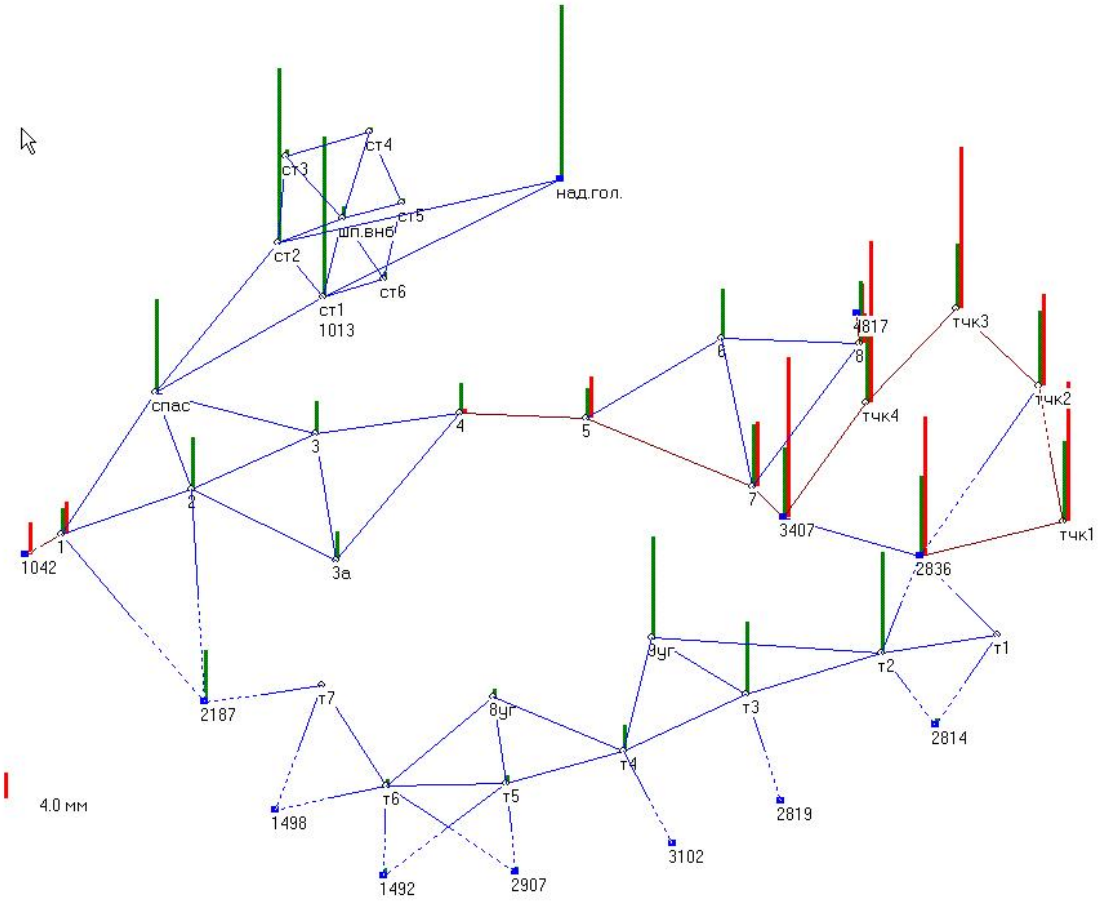


Рис. 7.2. Схема уравниваемой сети

Поправки v_L нагляднее характеризуют влияние ошибок угловых измерений на координаты пункта и служат ориентиром при поиске измерений, содержащих грубые ошибки. Вид представления схемы сети управляется командой ***Вид*** (рис. 7.3).

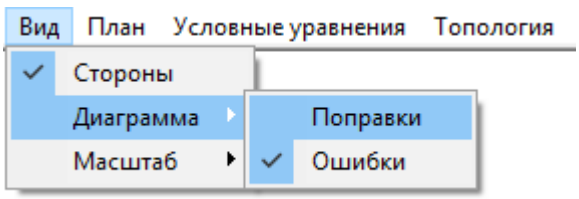


Рис. 7.3. Содержание команды ***Вид***

Отключая или включая соответствующие подпункты команды, можно добиться необходимой наглядности схемы сети.

Внимание! *Ракурс схемы можно улучшить, если, удерживая нажатой левую кнопку мыши и медленно перемещая курсор по экрану, выбрать наиболее наглядное изображение схемы сети. Для каждого нового положения курсора строится аффинная проекция сети на плоскость с учетом пространственных координат пунктов.*

При открытии окна первоначально строится схема плановой сети. Если выполнить команду ***План***, то меню окна примет такой вид:

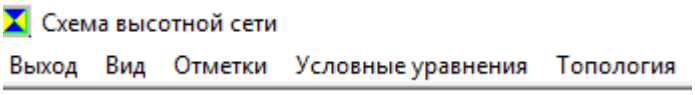


Рис. 7.4. Вид меню окна при изображении схемы высотной сети

и появится изображение высотной сети. Естественно, что изобразятся только те пункты, для которых имеются какие-либо плановые координаты (исходные, приближенные либо вычисленные).

Команда ***Условные уравнения*** имеет подпункты, показанные на рис. 7.5:

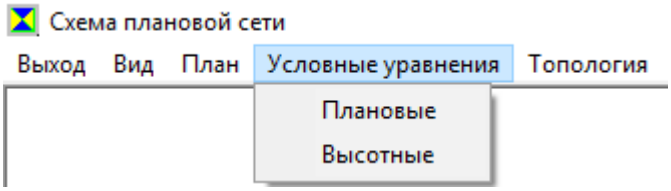


Рис. 7.5. Содержание меню ***Условные уравнения***

При выборе пункта ***Плановые*** окно преобразуется к виду, показанному на рис. 7.6.

На экране справа помещается столбец номеров условных уравнений, номера уравнений с недопустимой невязкой помечаются красным цветом. Слева расположена схема сети, на которой красным цветом отмечены линии, измерения по которым входят в текущее условное уравнение. Двойной клик на поле схемы открывает таблицу текущего условного уравнения (рис. 7.7).

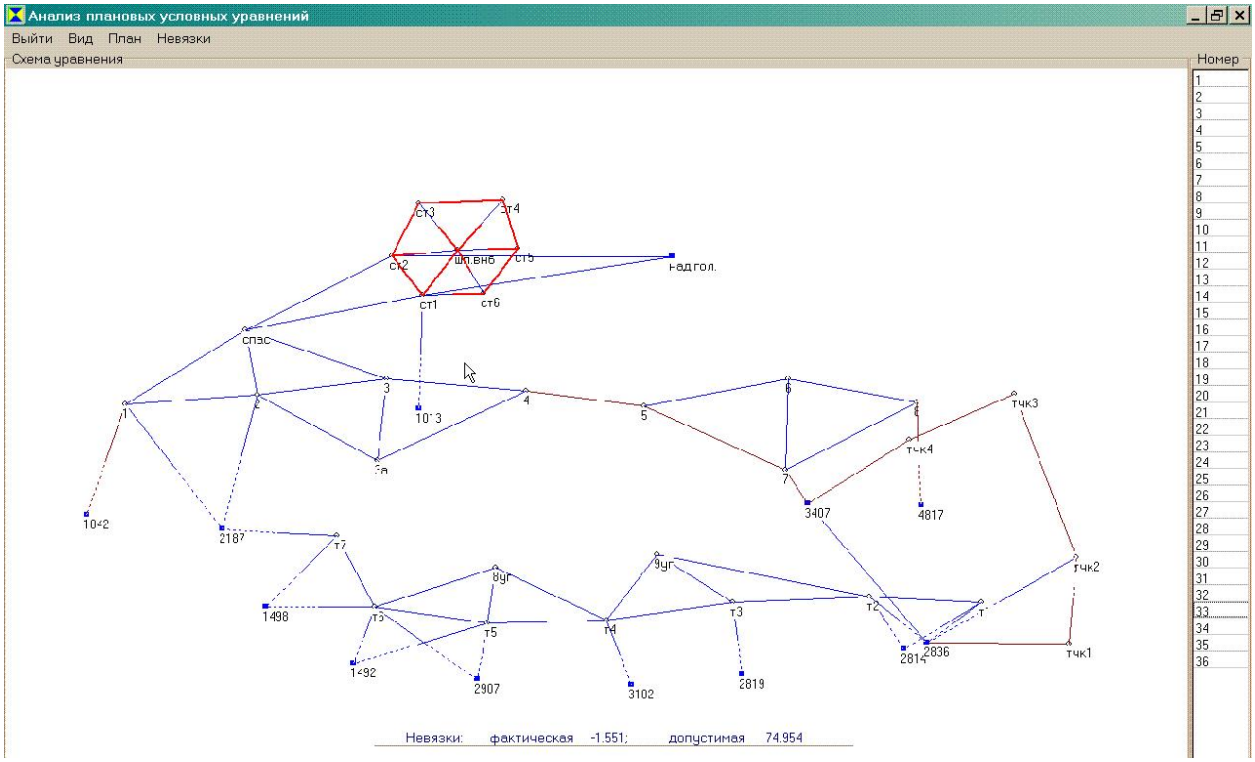


Рис. 7.6. Вид окна с условными уравнениями сети

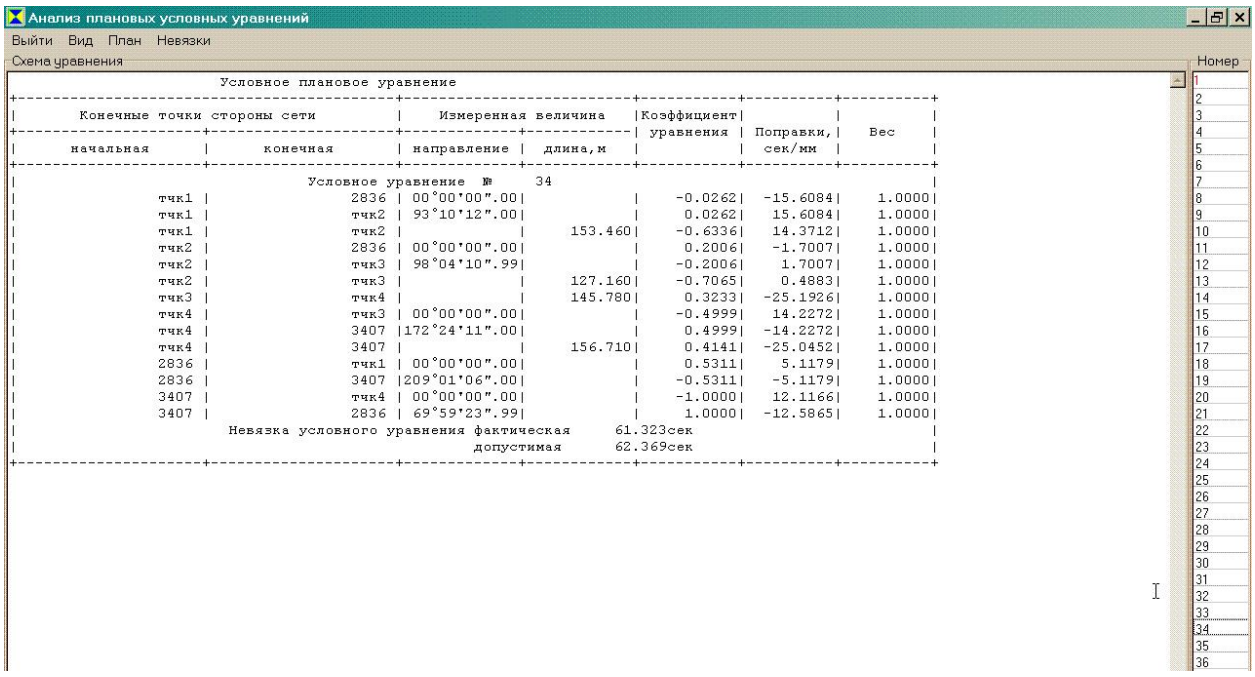


Рис. 7.7. Таблица параметров условного уравнения № 34

В таблице помещены начальные и конечные точки линий, измерения по которым входят в условное уравнение. Частные производные по этим измерениям от уравнения в общем виде, являются коэффициентами условного

уравнения в линейном виде. Величины поправок выражены для угловых величин в секундах, а для линейных – в миллиметрах. Допустимая невязка вычисляется по формуле:

$$f_{доп} = 2.5 m_\beta \sqrt{[paa]},$$

где m_β – средняя квадратическая ошибка измерения угла, заданная в закладке ***Проект*** (рис. 1.9);

a, p – соответственно, коэффициенты и веса измеренных величин, входящих в условное уравнение.

Двойной клик левой клавиши мыши на поле таблицы возвращает вид окна на рис. 7.6.

Выбор текущего условного уравнения выполняется двойным щелчком на соответствующем номере условного уравнения.

Если в сети измерены превышения, то отображение и вызов соответствующих таблиц и схем выполняется аналогично, а допустимая невязка вычисляется по такой же, как выше, формуле:

$$f_{доп} = 2.5 m_h \sqrt{[paa]},$$

где m_h – средняя квадратическая ошибка единицы веса измеренных превышений, заданная в закладке ***Проект*** (рис. 1.9);

8 Инструментальная панель графического окна

Инструментальная панель графического окна сети служит для визуального анализа схемы сети в различных масштабах, что очень важно при поиске грубых ошибок сети, особенно ошибок именований точек. До выполнения операции быстрого уравнивания сети (***Обновить***) на этой панели имеется только несколько активных кнопок.



Рис. 8.1 Инструментальная панель графического окна

Инструментальная панель содержит группу кнопок (рис. 8.1), которыми можно выполнять следующие действия:

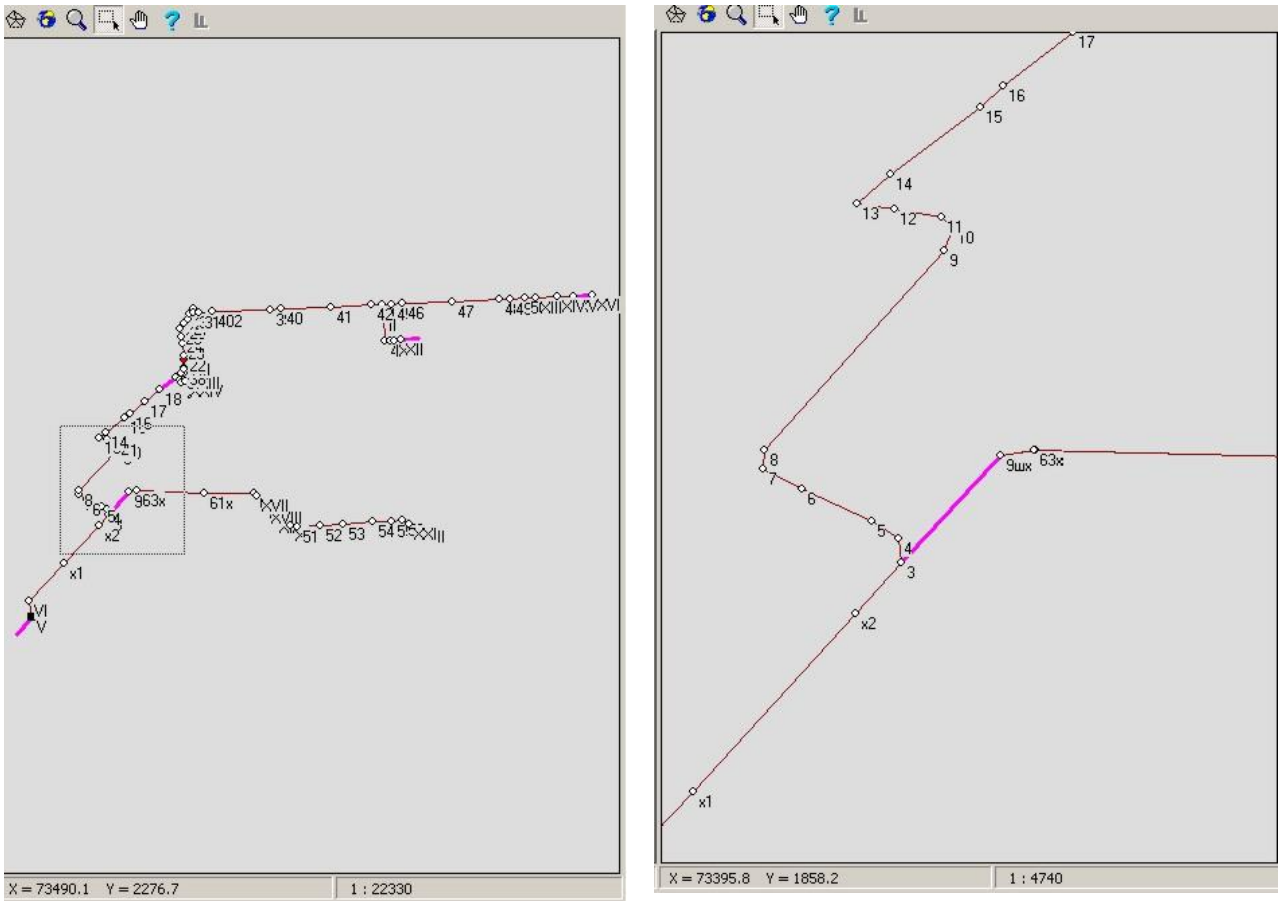
 – выполняет быстрое уравнивание (без оценки точности) и построение сети в графическом окне.

 – показать всю сеть – масштабирует изображение сети, таким образом, чтобы сеть полностью помещалась в графическом окне.

 – увеличивает (если нажать левую кнопку мыши) или уменьшает (если нажать правую кнопку мыши) изображение сети в 2 раза, центрирует относительно текущего положения, т.е. центр экрана будет иметь координаты указателя мыши, во время нажатия клавиши.

 – показать рамку, увеличивает изображение участка сети, которое ограничено рамкой. Для выполнения операции необходимо нажать кнопку инструментальной панели, а затем в графическом окне нажать левую кнопку мыши и не отпуская тянуть мышь, пока не будет выделен необходимый участок (рис. 8.2а). При отпускании кнопки мыши – участок сети, попавший в

рамку, будет увеличен, таким образом, чтобы он был виден в графическом окне в максимальном масштабе (рис. 8.2б).



а) выделение участка рамкой б) увеличение участка

Рис. 8.2 Работа инструмента “показать рамку”

– активизирует команду панорамирования изображения сети в графическом окне. Выполняется команда следующим образом: указатель мыши устанавливается в то место, которое необходимо сдвинуть, затем нажимается левая кнопка мыши и не отпуская кнопки, указатель перемещается в то место экрана, куда необходимо передвинуть изображение.

– инструмент “показать измерения на станции”. Служит для обратной связи между графическим окном и таблицами станций и измерений. Если кнопка этого инструмента нажата – то при щелчке левой кнопкой, на какой

либо точке сети в таблице станций и измерений будут показаны измерения для данной станции.

 – после активации этого инструмента, при наведении на какую-либо точку сети в статусной строке программы будет показана информация о точке 

, если при этом щелкнуть левой кнопкой мыши, эта точка будет показана в таблице станций как текущая.

Для проектирования маркшейдерских и геодезических сетей и подготовки к выполнению предрасчета точности сети служит группа инструментов:

 – служит для измерения расстояний, между какой либо точкой сети и текущим положением курсора, или другой точкой. После активизации этой кнопки в графическом окне, курсором, выбираем точку сети (допуск 5 пикселей) и ведем курсор к нужной точке, на экране расстояние от исходной точки до курсора отображается белой “резиновой” нитью (рис. 8.3). В статусной строке приложения отображается расстояние (рис. 8.3).

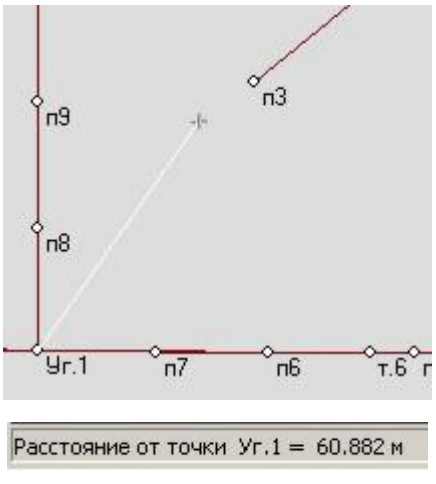


Рис. 8.3 Отображение текущего расстояния

Если выбрана и конечная точка (щелчком левой кнопки мыши), то вычисляется расстояние между двумя точками (рис. 8.4).

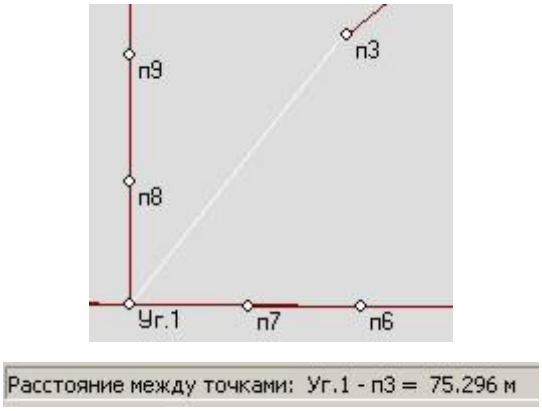


Рис. 8.4 После выбора второй точки

– этот инструмент служит для измерения углов и расстояний. После активизации этой кнопки, курсором выбираются две точки, которые определяют исходное направление и на экране отображается угол, между исходным направлением и направлением на курсор, которое отображается белой “резиновой” нитью (рис. 8.5). В статусной строке будут показаны угол и расстояние.

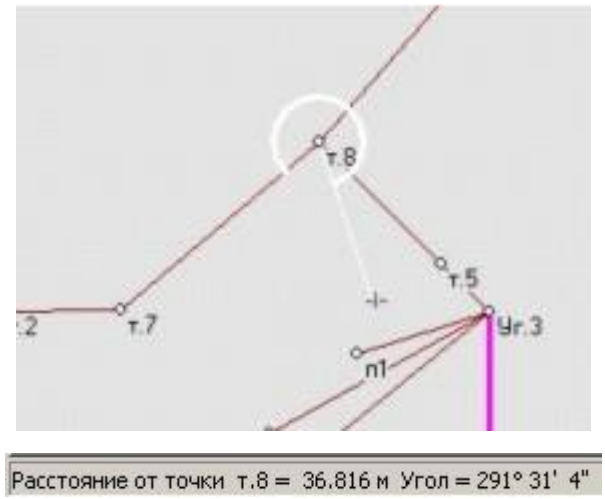


Рис. 8.5 Угол и расстояние до указателя

Если выбраны и начальное направление и конечная точка, то информация будет представлена, как показано на рис. 8.6.

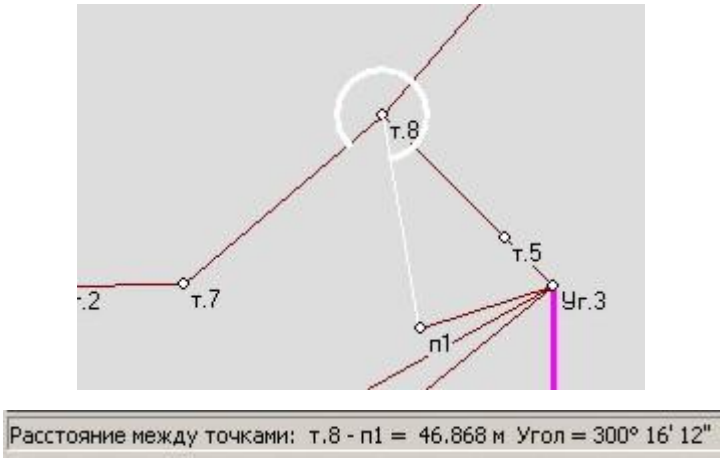


Рис. 8.6 Угол и расстояние между точками

Для проектирования ходов служит инструмент . С помощью этого инструмента можно указателем задавать точки сети, как показано на рис 8.7.

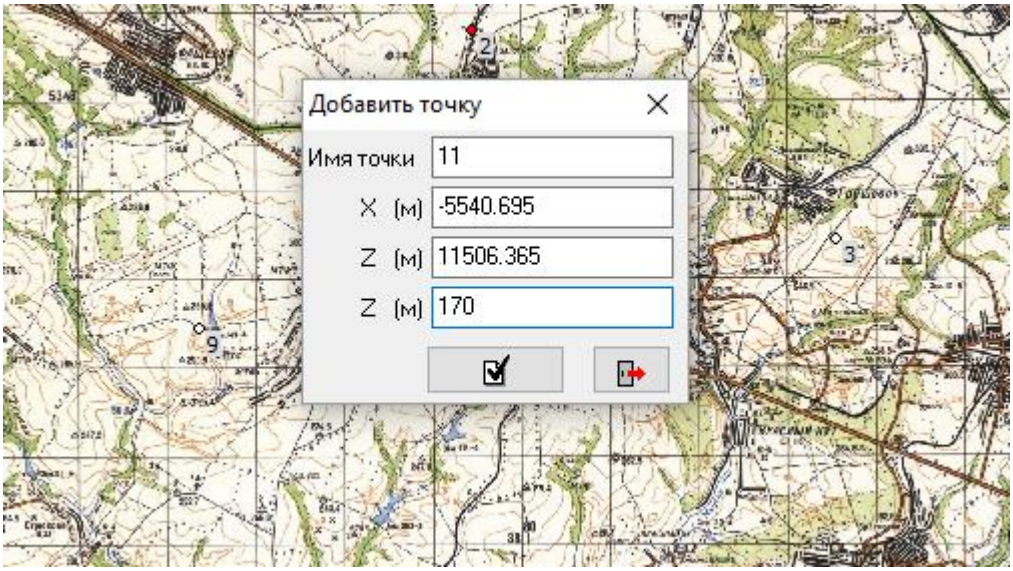


Рис. 8.7 Задание точек сети

Когда заданы точки сети необходимо задать программу измерений на точках сети, для этого используется инструмент ***Добавить станцию*** . Первой задается точка стояния, затем курсором выбираются точки, на которые производятся измерения.

Если курсор, во время щелчка мыши находился на расстоянии менее 5 пикселей от точки сети – то эта точка будет включена в проект.

При задании проекта хода в программе предусмотрены следующие управляющие действия:

- ***нажатие левой кнопки мыши*** служит для выбора или задания точек проектного хода;
- ***нажатие правой кнопки мыши*** – окончание задания точек измерений;

 эти инструменты служат для задания векторов спутниковых измерений, азимутов (гироскопических определений) и жестких базисов.

 – при активизации этого инструмента вызывается менеджер загрузки растровых изображений. Растровые изображения в формате ***.jpg*** имеющие файл привязки (расширение ***.jpw***) могут быть загружены в графическое окно проекта для построения проекта сети.

Менеджер растровых изображений (рис. 8.8) позволяет загружать, удалять и управлять видимостью растровых изображений (двойной щелчок мышью в поле видимости растрового слоя).

Внимание! Желательно не загружать очень больших растровых картографических изображений. Если изображение очень большое его можно разделить на фрагменты, каждый из которых имеет свой файл привязки.

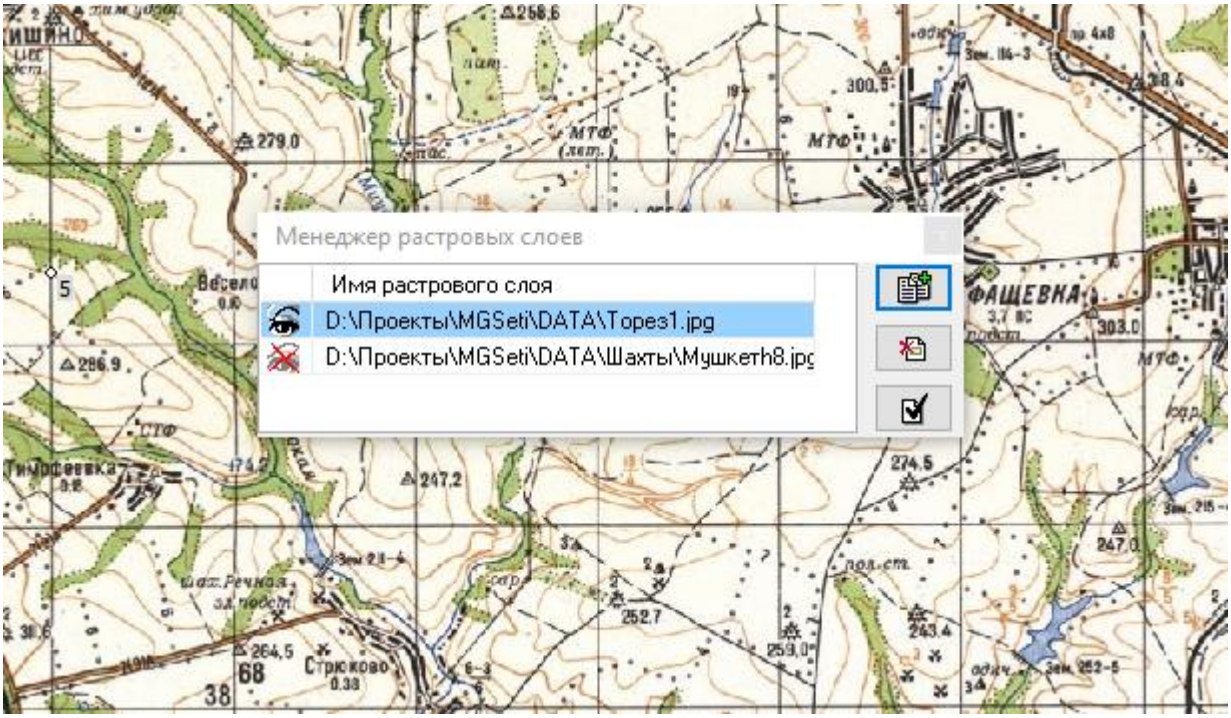


Рис. 8.8 Форма менеджера растровых изображений.

Если у растрового файла нет файла привязки, то при загрузке растра будет показано сообщение:

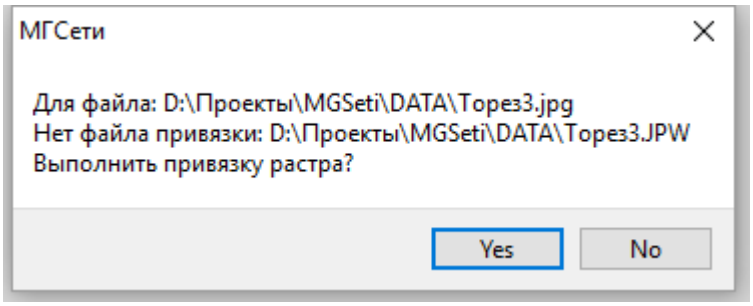


Рис. 8.9 Диалог загрузки растра

Если на приглашение ответить Да(Yes), то в новом окне можно будет выполнить привязку растра, для этого необходимо задать три параметра, как показано на рис. 8.10

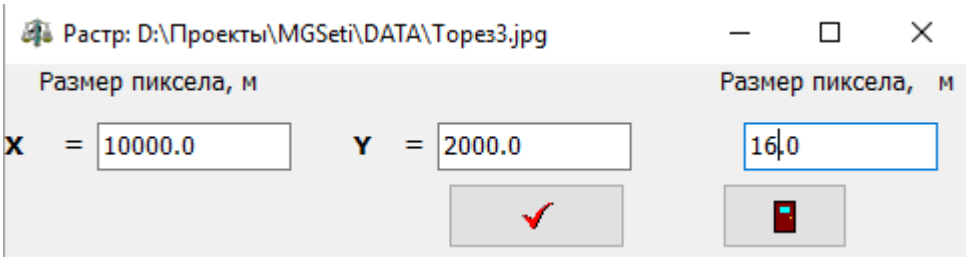


Рис. 8.10 Параметры привязки растра

На рис. 8.10 заданы координаты левого верхнего угла растра и размер пиксела в метрах. По этим данным создается файл мировой привязки для растра.

Внимание: Такой способ привязки является достаточно приближенным, т.к. предполагает, что ось X геодезической системы координат и ось X растра совпадают. Кроме того необходимо знать размер пикселя в метрах, в геодезической системе координат. Однако для проектирования геодезических сетей по растровой подложке, при выполнении лабораторных, курсовых и дипломных работ это приемлемые допущения.

Для точного ориентирования растров необходимо пользоваться специальными программами, которые позволяют выполнить аффинное преобразование растра.

8.1 Анализ измерений и результатов уравнивания

Для перехода этот раздел необходимо активизировать на инструментальной панели кнопку .

После выполнения уравнивания сети (в том числе и быстрого) становится доступен инструмент для анализа измерений (рис. 8.11). После перехода в другой проект инструмент анализа становится неактивным, пока не будут выполнены уравнительные вычисления для данного проекта.

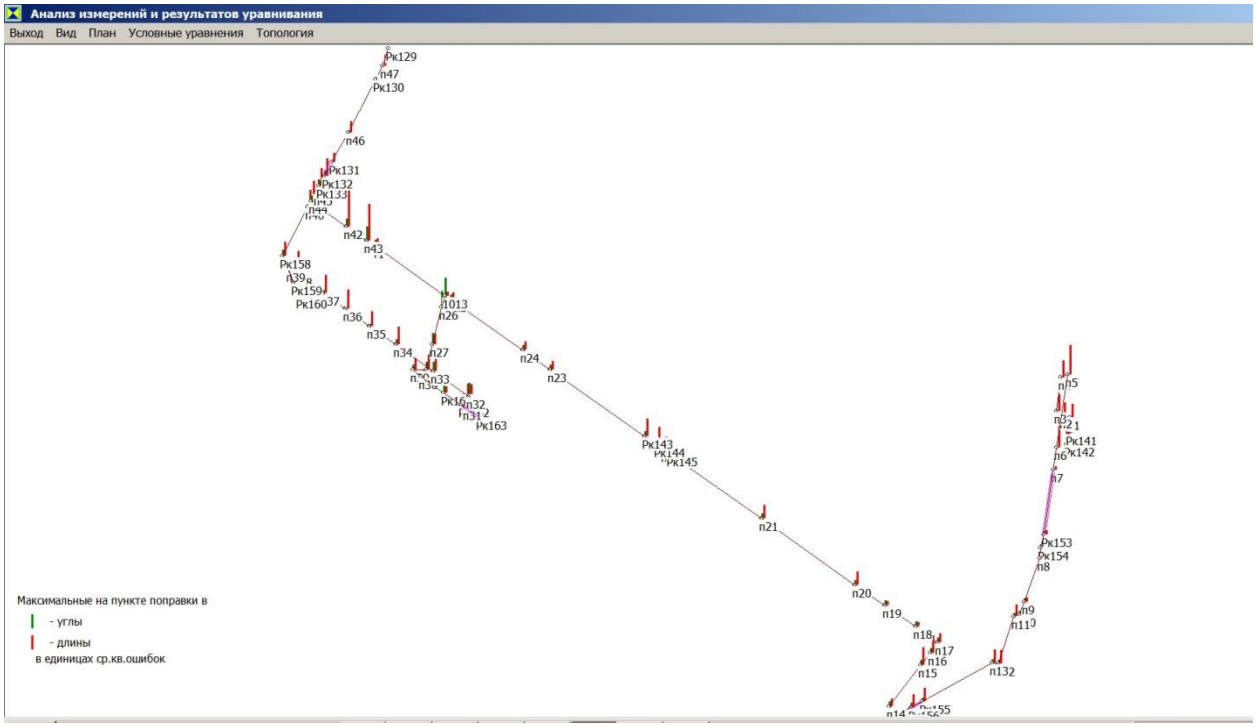


Рис. 8.11 Анализ измерений сети

При первоначальном открытии окна отображается схема сети со столбиковыми диаграммами на пунктах. Диаграммы выражают максимальные величины поправок (ошибок – СКО) в углы и длины на пункте, размерность столбцов объяснена в левом нижнем угле окна.

Схема сети изображается в перспективной проекции, точку зрения для которой можно изменить, если при нажатой левой клавиши мыши переместить указатель по экрану. Если пункты сети имеют разные высоты, то получается пространственное изображение.

Команды раздела **<Вид>** и его подкоманды легко уяснить из рис. 8.12



Рис. 8.12 Команды раздела **<Вид>**

Подкоманда **<Рамка>** позволяет при нажатой левой клавиши мыши создать вокруг выбранного участка схемы сети прямоугольник и получить детальное изображение сети в его области.

Раздел **<План>** кликом левой клавиши мыши переключается в раздел – **<Отметки>**, что обозначает соответственно режимам анализа плановой и высотной сети.



Рис. 8.13 Команды раздела <Условные уравнения>

При выборе типа условных уравнений открывается окно Анализа условных уравнений (Рис. 8.14).

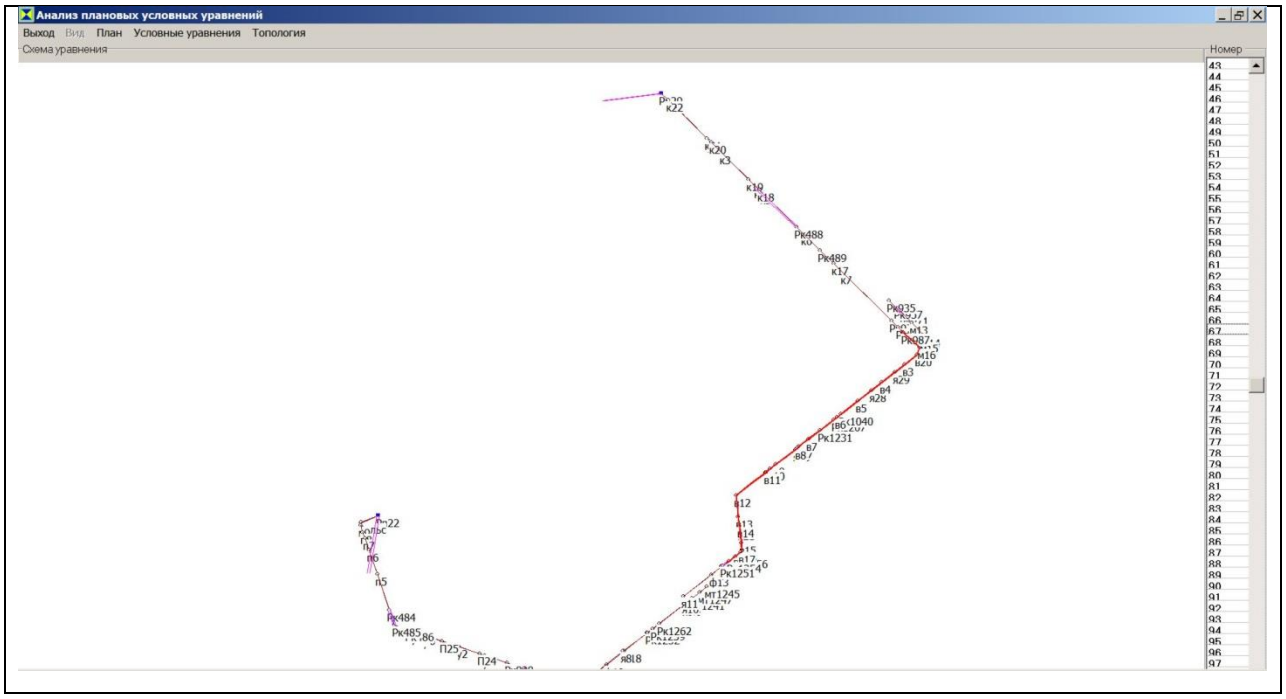


Рис. 9.14 Окно анализа условных уравнений

В правой части окна размещаются номера условных уравнений в соответствии с файлом результатов **<имя проекта>.$$4** для плановой сети и **<имя проекта>.$$5** для высотной сети.

Двойным кликом левой клавиши мыши на выбранном номере уравнения выделяется на схеме сети красным цветом та ее часть, которая охватывается этим уравнением.

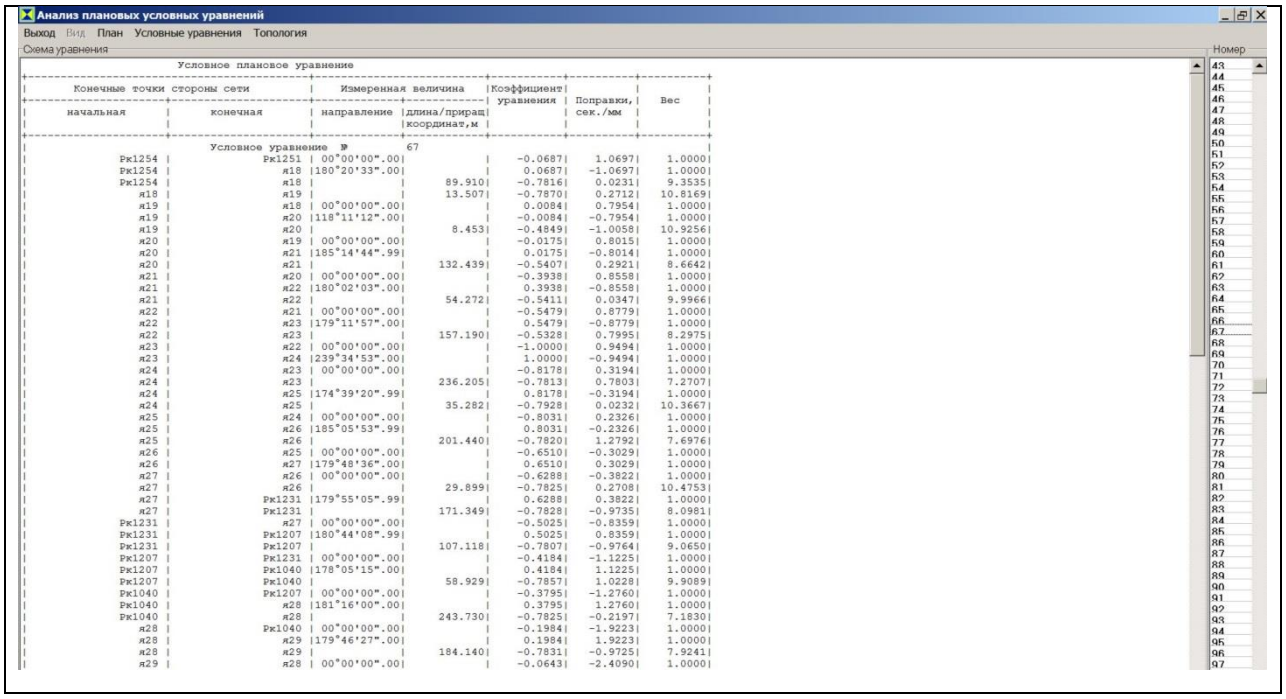


Рис. 8.15 Содержание выбранного условного уравнения

Двойной клик левой клавиши на схеме сети вызывает содержание выбранного условного уравнения (рис. 8.15). Возврат в исходное окно – клик правой клавишей на тексте уравнения.

Раздел **<Топология>** имеет два подраздела (рис. 8.16).

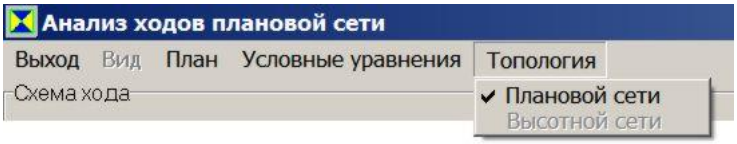


Рис. 8.16 Команды раздела **<Топология>**

В настоящей версии активен только подраздел **<Плановые сети>.** Он предназначен для анализа результатов измерений в плановой сети при поиске измерений, содержащих грубые ошибки.

Сеть программой разбивается на отдельные полигоны, опирающиеся на **узловые пункты**. Пункт считается узловым, если в нем сходится три или более сторон сети или пункт имеет исходные (жесткие) координаты. Прини-

мая узловые пункты и направления, как жесткие по измеренным измерениям вычисляются невязки ходов и выполняется сравнительный анализ вариантов вычисления этих ходов, что позволяет обоснованно выйти на ошибочное измерения. Окно анализа показано на рис. 8.17, где в правой части указаны номера полигонов в соответствии текстовым файлом **<имя проекта>.$12**.

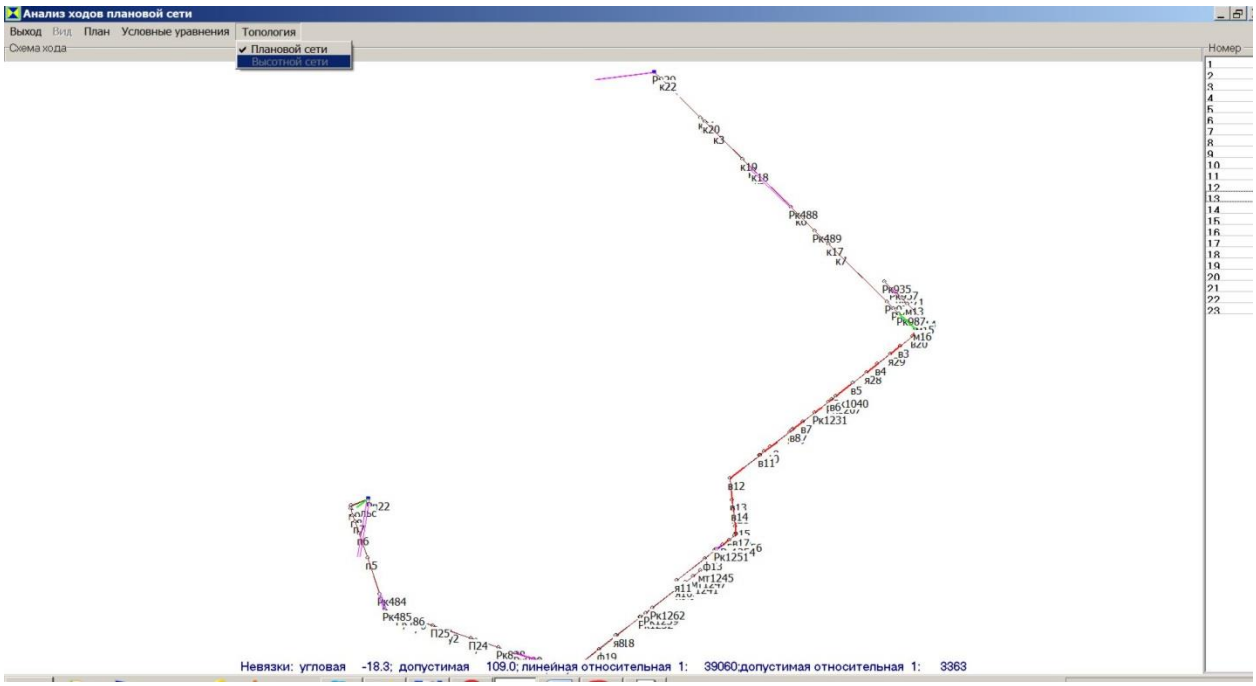


Рис. 8.17 Окно анализа топологии плановой сети

Двойным кликом левой клавиши мыши выделяется красным цветом место расположения полигона на схеме сети. Кликом правой клавиши на выделенном номере открывается окно анализа выбранного полигона (рис. 8.18).

Красные столбцы в пунктах полигона отражают степень возможности ошибки в каждом угле. Угол с наибольшим столбцом – главный подозреваемый на наличие грубой ошибки. В пояснении указывается, какая останется линейная навязка, если не использовать этот угол.

Синие столбцы в середине каждой линии выражают невязку в данной линии по сравнению с измеренным значением, если ее убрать из вычисления полигона и определить ее длину по найденным координатам. Столбец направленный вниз соответствует отрицательному знаку невязки, вверх – положительному.

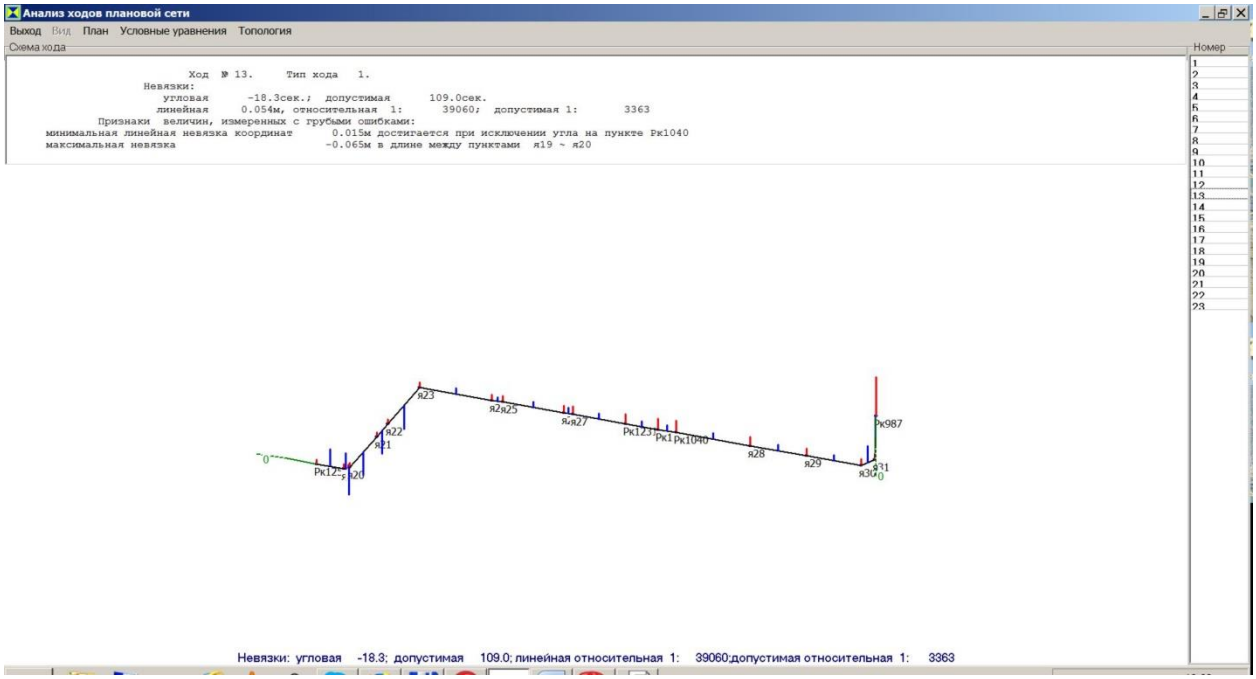


Рис. 8.18 Окно анализа отдельного полигона

Двойной клик левой клавиши мыши открывает окно ведомости вычисления полигона (рис. 8.19). Для возвращения в окно анализа сети – клик правой клавишей на ведомости.

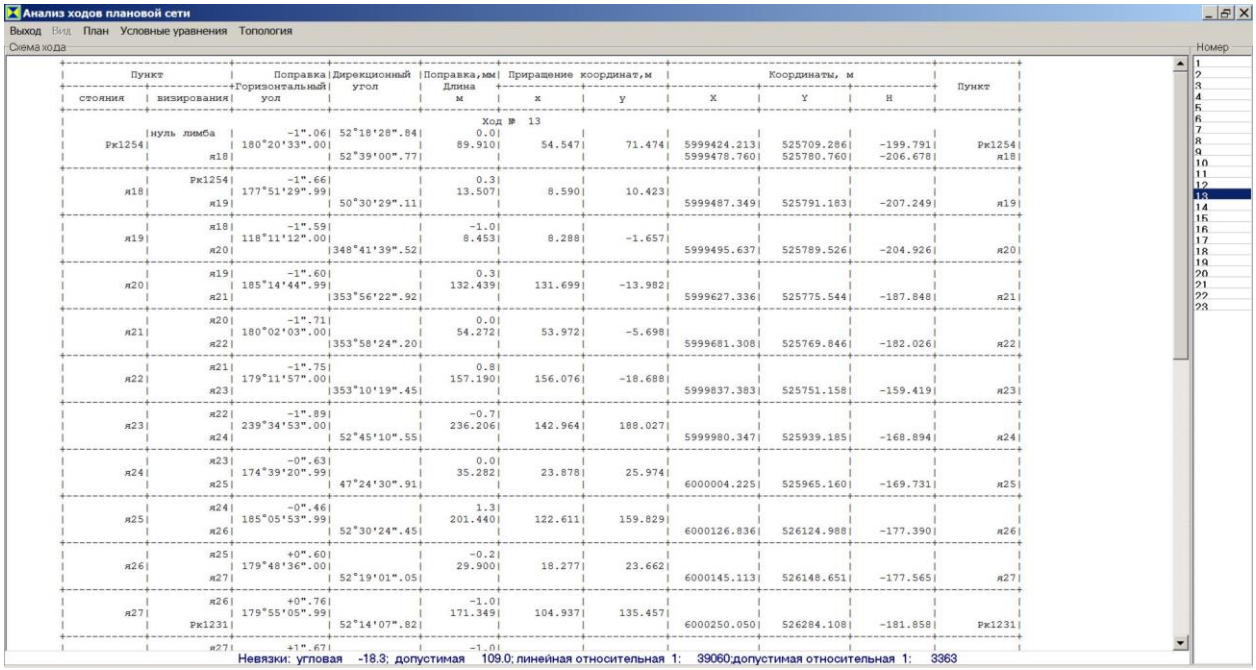


Рис. 8.19 Ведомость вычисления координат полигона

9 Копирование данных проекта

Копирование данных в программе “МГСети” выполняется с помощью внутреннего буфера обмена программы. Операция копирования бывает, необходима при поиске ошибок в сложных сетях, когда эту сеть можно разбить на несколько участков, и каждый из них уравнивать по отдельности, собирая потом в одну сеть. Буфер обмена необходим, если необходимо выполнить копирование части измерений, или опорных точек из одного проекта в другой. На рис. 9.1 показана часть шахтной сети, которая уравнивалась отдельно.

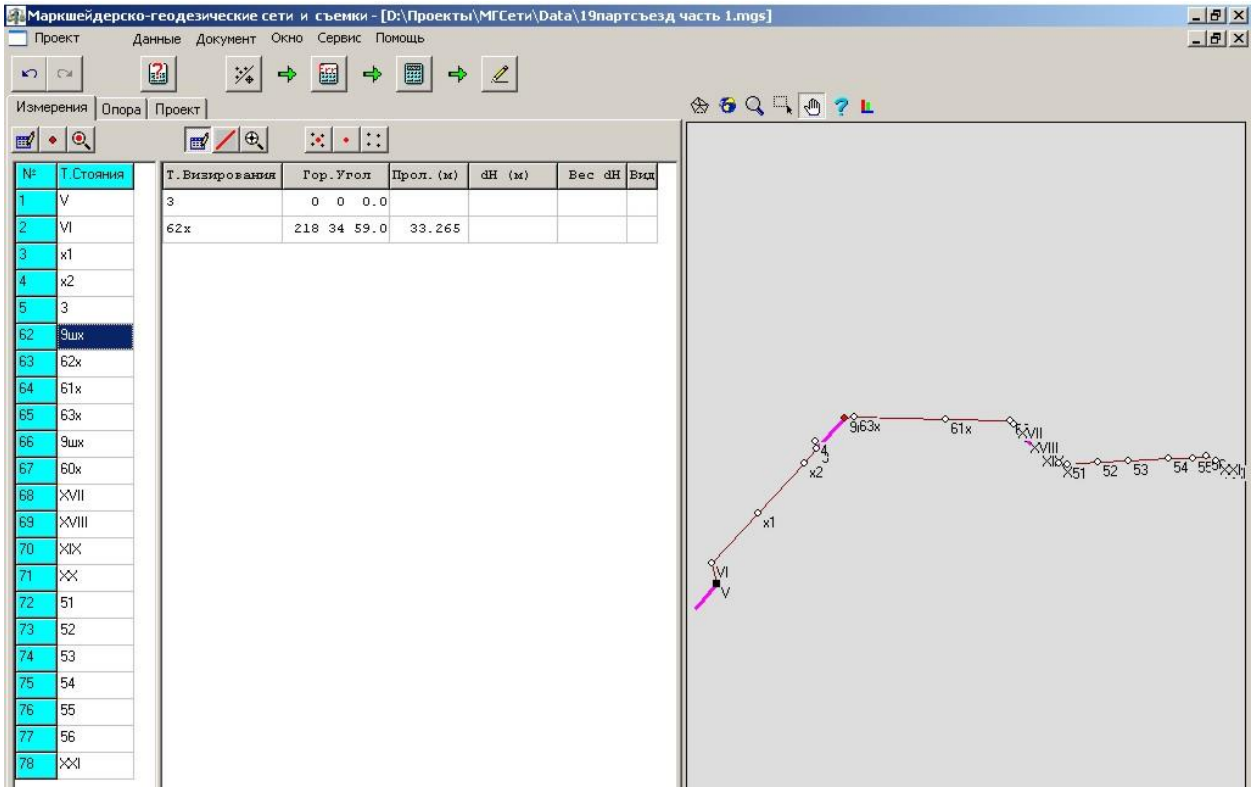


Рис. 9.1 Участок шахтной сети

Затем из проекта, который содержит всю сеть, выделяем 16 станций и копируем их в буфер (рис. 9.2).

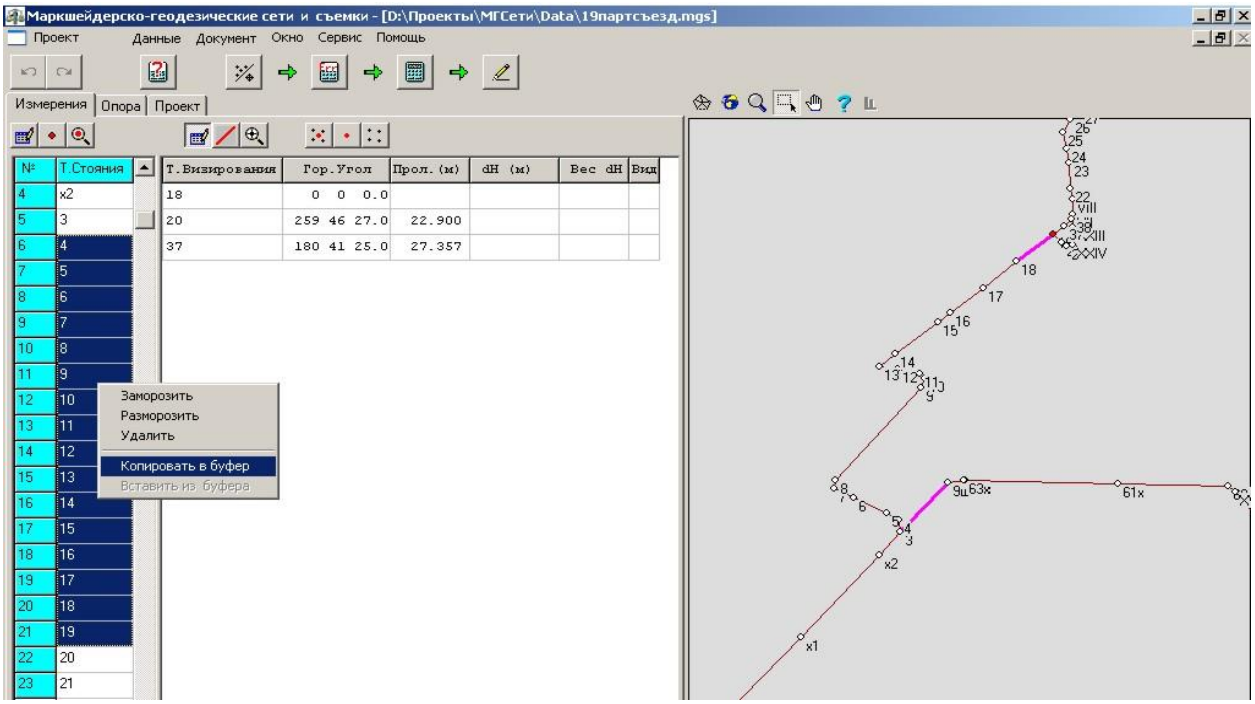


Рис. 9.2 Копирование части измерений в буфер

После копирование переходим в другой проект и вставляем скопированные измерения (рис. 9.3).

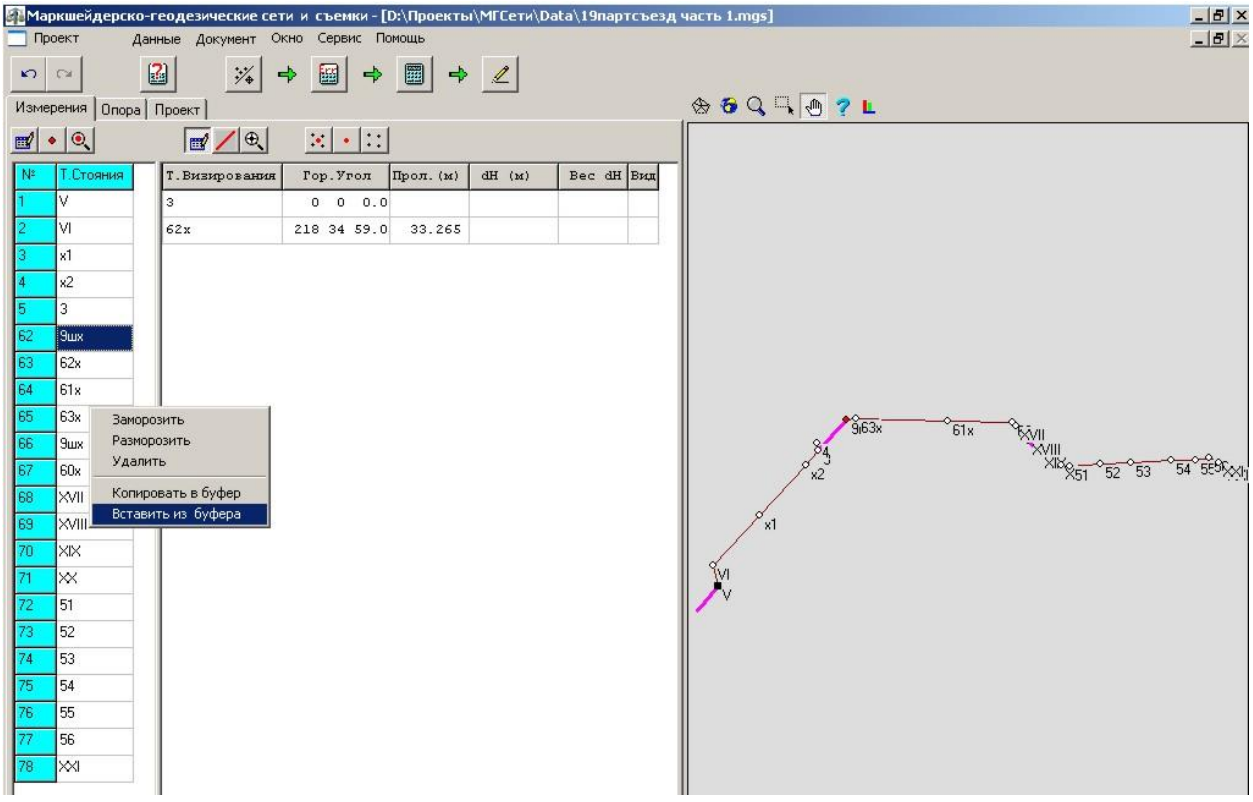


Рис. 9.3 Вставка данных из буфера

При копировании выполняется проверка имен проектов копирования и вставки, чтобы не было ошибочного копирования в тот же проект. Если имена источника и приемника одинаковые – то появляется диалоговое окно (рис. 9.4), в котором необходимо подтвердить выполнение операции вставки из буфера обмена.

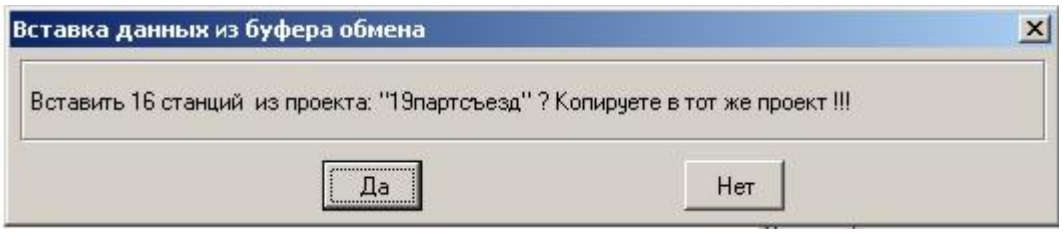


Рис. 9.4 Диалог при вставке данных из буфера обмена

Если копирование подтверждается, то данные из буфера обмена копируются в текущий проект (рис. 9.5).

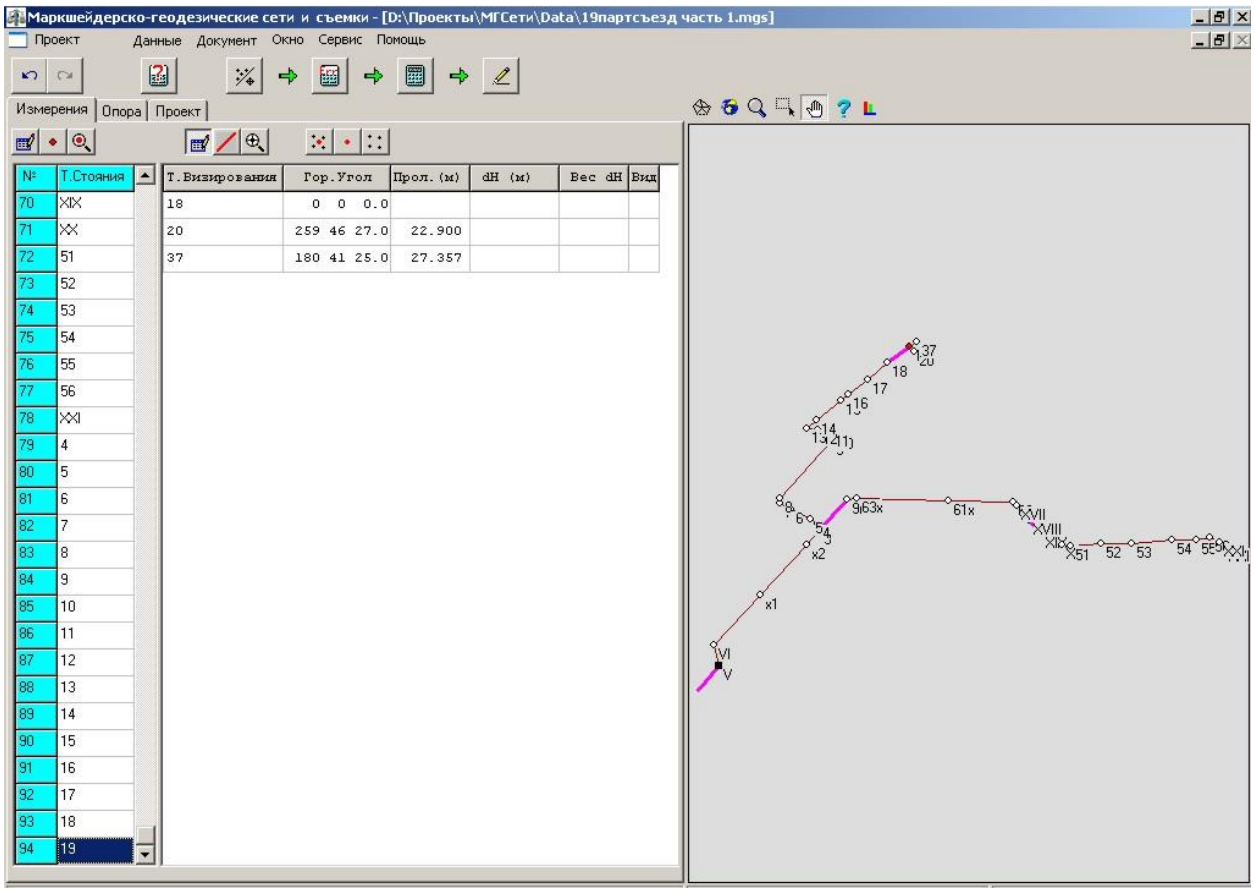


Рис. 9.5 Сеть после копирования

Каждая из таблиц проекта поддерживает операции копирования с помощью буфера обмена, но каждая имеет свои особенности. Так при копировании данных из таблицы станций одновременно копируются все измерения, выполненные на этих станциях.

Копирование части данных таблицы измерений позволяет перенести эти измерения в данные станции другого проекта, так и в другую станцию данного проекта (последовательность операций показана на рис. 9.6–9.9).

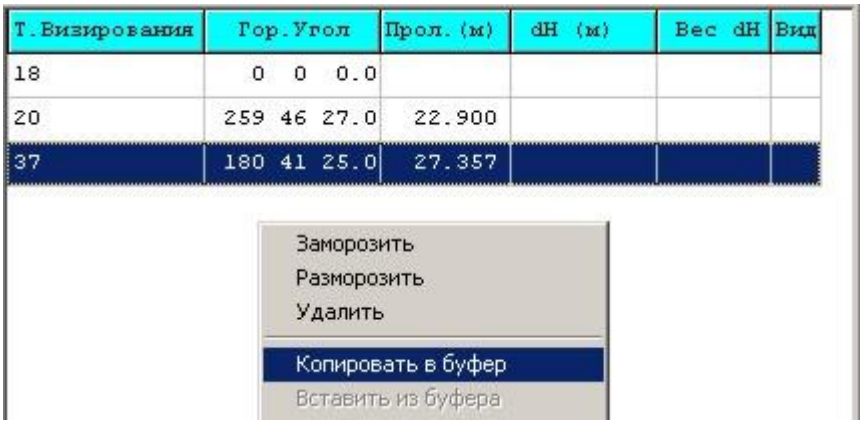


Рис. 9.6 Копирование данных о точке 37 в буфер

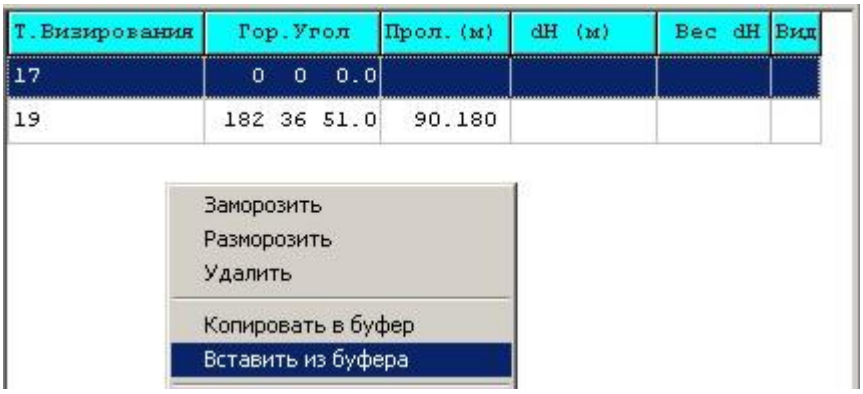


Рис. 9.7 Вставка из буфера

При ставке измерений в тот же проект появляется диалог, показанный на рис. 9.8

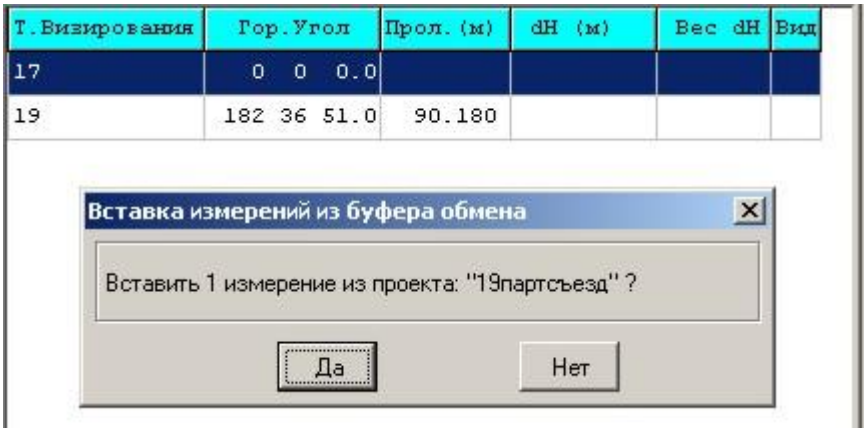


Рис. 9.8 Диалог при вставке измерений в проект

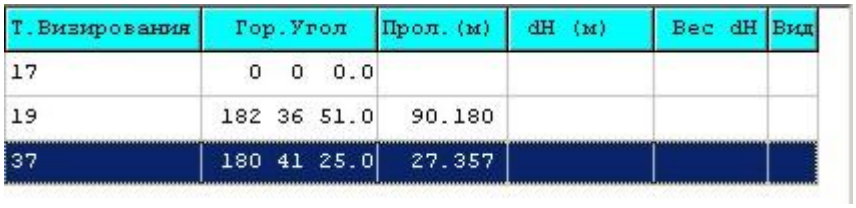


Рис. 9.9 Данные после вставки из буфера

Копирование может быть множественным, т.е. в одном из проектов можно скопировать сразу часть измерений сети, опорные точки сети, базисы и азимуты, а затем, перейдя в другой проект вставлять их в соответствующие таблицы. При вставке из буфера обмена программа проверяет, имеется ли в буфере обмена фрагмент данных для этой таблицы. Если такие данные в буфере имеются – то в всплывающем меню соответствующей таблицы будет активна команда ***Вставить из буфера***. При вставке станций и/или измерений программа контролирует однотипность данных. Если типы ввода данных (рис. 1.5) не совпадают, команда ***Вставить из буфера*** будет неактивна.

10 Поиск данных проекта

В процессе работы с проектом возникает необходимость выполнить поиск тех или иных данных проекта и их визуализация. Часть операций показа данных была описана в п. 1.2–1.3 (рис. 1.17 и 1.25) и разделе 9.

Для поиска станций по имени служит специальный инструмент поиска, расположенный на инструментальной панели таблицы станций (рис. 10.1).

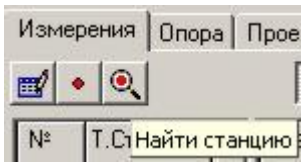


Рис. 10.1 Инструмент поиска станций

При активизации этого инструмента, появляется форма для ввода имени станции (рис. 10.2).

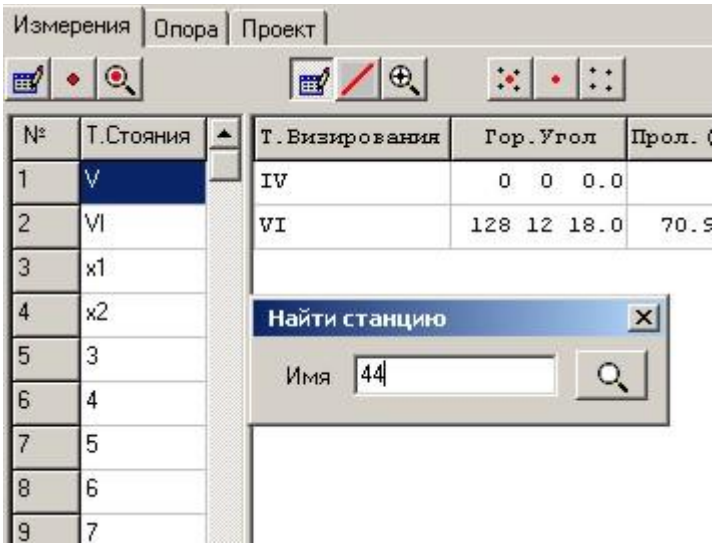


Рис. 10.2 Форма для ввода имени станции

Если задать имя станции и нажать кнопку  (‘Поиск”) будет выполнен поиск среди всех станций проекта и все станции, имеющие заданное имя будут показаны в специальной таблице (рис. 10.3).

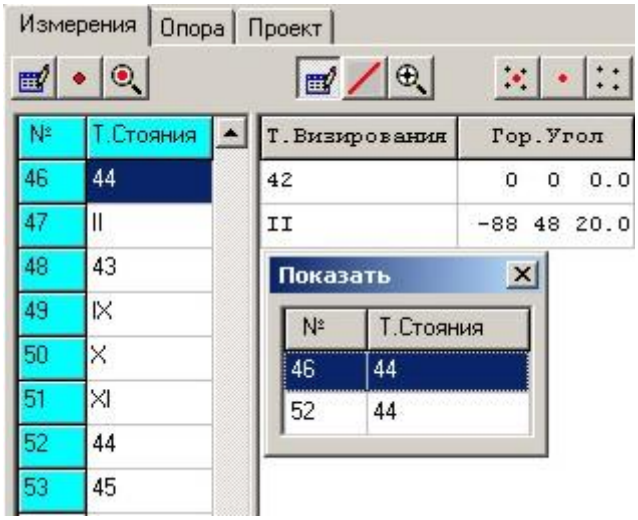


Рис. 10.3 Таблица результатов поиска

Если станций несколько, они будут показаны в виде таблицы. Если щелкнуть левой кнопкой мыши, на какой либо строке таблицы – соответствующая станция станет активной в таблице станций и можно будет посмотреть ее измерения.

Для таблицы измерений также имеется инструмент поиска направлений на инструментальной панели таблицы измерений (рис. 10.4).



Рис. 10.4 Инструментальная панель таблицы измерений

Если активизировать команду поиска измерений – появится форма для ввода имени измерения (рис. 10.5).



Рис. 10.5 Форма для ввода имени измерения

Если среди всех измерений найдены измерения с таким именем, то они показываются в виде таблицы (рис. 10.6), в которой показываются номер и имя точки стояния, с которой были выполнены эти измерения.

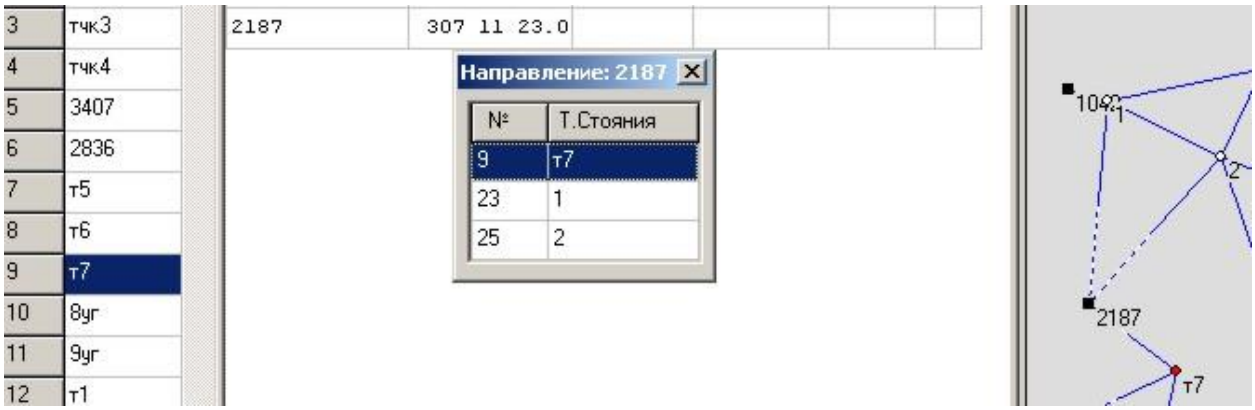
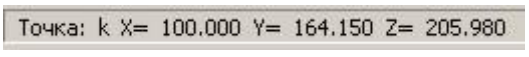


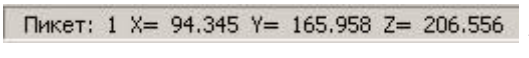
Рис. 10.6 Таблица найденных измерений

Если щелкнуть левой кнопкой мыши на строчке в этой таблице, то данная станция станет активной в таблице станций и отобразится красным кружком в графическом окне программы.

Кнопка  служит для просмотра вычисленных координат связующих и пикетных точек, которые показываются в статусной строке программы рис. 10.7



– связующая



– пикет

Рис. 10.7 Информация о координатах точек

11 Предрасчет точности сети

Предрасчет точности выполняется с помощью кнопки . Предрасчет точности может выполняться для двух вариантов сетей: проектов сетей и реальных сетей. Для проектных сетей необходимо задать все параметры. В частности должны быть заданы координаты опорных точек (имеют признаки 1,2,3) и приближенные координаты всех определяемых точек (признак 4). Вместо данных в поля для измерений необходимо поставить символ *****. Причем только в те поля, которые соответствуют проекту измерений, в зависимости от типа инструмента это будут поля: градусы вертикального и/или горизонтального круга и расстояние, или поля: горизонтальное проложение, горизонтальный угол и превышение. На рис. 11.1 показан проект сети.

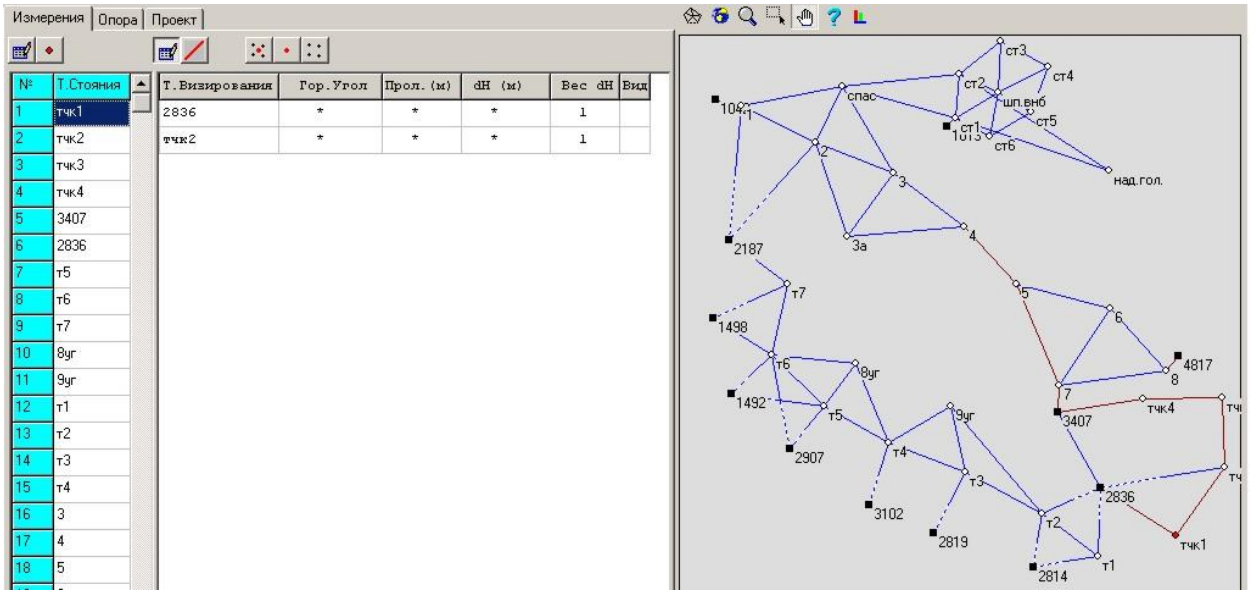


Рис. 11.1 Данные для предрасчета сети

Данные предрасчета в табличном виде можно просмотреть с помощью пункта ***Документы*** главного меню (рис. 11.2). Пример оценки точности приведен на рис. 11.3.

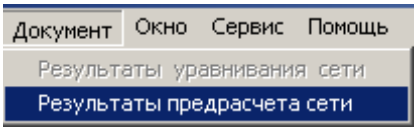


Рис. 11.2 Команда для просмотра предрасчета точности сети

Второй вариант предрасчета точности касается реально существующих сетей. В этом случае реальные данные измерений сети моделируют данные предрасчета. В качестве приближенных координат берутся координаты определяемых точек из результатов уравнивания сети. Если целью предрасчета является анализ точности сети, при добавлении в неё дополнительных жестких элементов (базисов, азимутов…), то эти данные вводятся как для проектируемых сетей.



Результаты предрасчета точности сети: Контрольная сеть [D:\Проекты\МГСети\Data\Предрасчет сети.mgs]

Каталог координат | Каталог сторон | Измерения по станциям

Каталог уравненных координат точек сети

Имя сети: D:\Проекты\МГСети\Data\Предрасчет сети.##1

№ п/п	Имя точки	Координаты точки X	Y	Z	Сред. квадрат. ошибки Mx	My	Mz	Примечание
1	1013	643.0580	440.3080	150.1500				план./высот.
2	1042	692.8730	18.4640	152.6140				план./высот.
3	1492	157.2730	46.1360					плановый
4	1498	294.3760	13.4800					плановый
5	2187	436.1730	42.8400					плановый
6	2814	-160.3810	597.6650					плановый
7	2836	-15.3640	719.7760	150.0000				план./высот.
8	2907	57.1300	152.6020					плановый
9	3407	122.2480	643.3180					плановый
10	4817	224.2150	862.5660	182.1640				план./высот.
11	над.гол.	564.1070	735.3880		0.0328	0.0606		
12	4	460.5185	472.4493		0.0102	0.0110		
13	тчк1	-102.2408	859.0187	151.0020	0.0060	0.0083	0.0300	
14	тчк2	23.3256	947.2033	153.0320	0.0102	0.0082	0.0424	
15	тчк3	150.5073	943.7757		0.0104	0.0097		

Рис. 11.3 Результаты предрасчета точности сети

12 Ввод и редактирование данных проекта

12.1 Ввод и редактирование опорных данных сети

Опорные данные сети могут быть представлены опорными точками, жесткими базисами и азимутами (рис. 12.1).

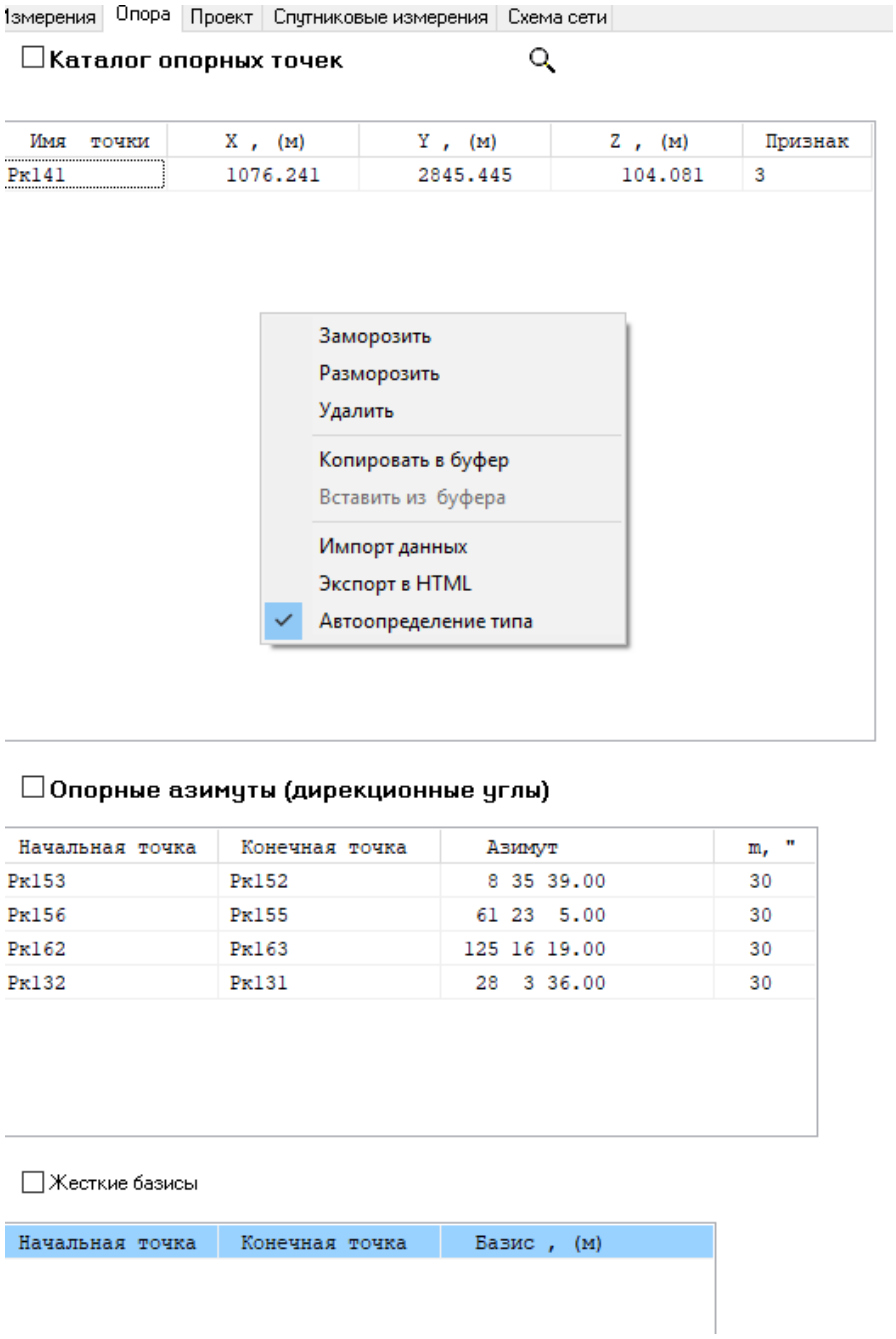


Рис. 12.1 Закладка «Опора» проекта

Кнопка инструментальной панели этой закладки  – включает режим показа жестких данных в крупном масштабе в графическом окне.

Таблицы имеют всплывающие меню, которые становятся активными при нажатии правой кнопки мыши.

Таблица опорных точек имеет режим автоопределения типа точек (включен по умолчанию, рис. 12.1), если режим выключен – то тип точки можно выбрать из выпадающего списка, который становится видимым, при установке фокуса ввода на поле «Признак» (рис. 12.2).



Рис. 12.2 Типы точек

В режиме автоопределения типа точки, признак точки не задается, а определяется автоматически по значениям заполненных полей таблицы.

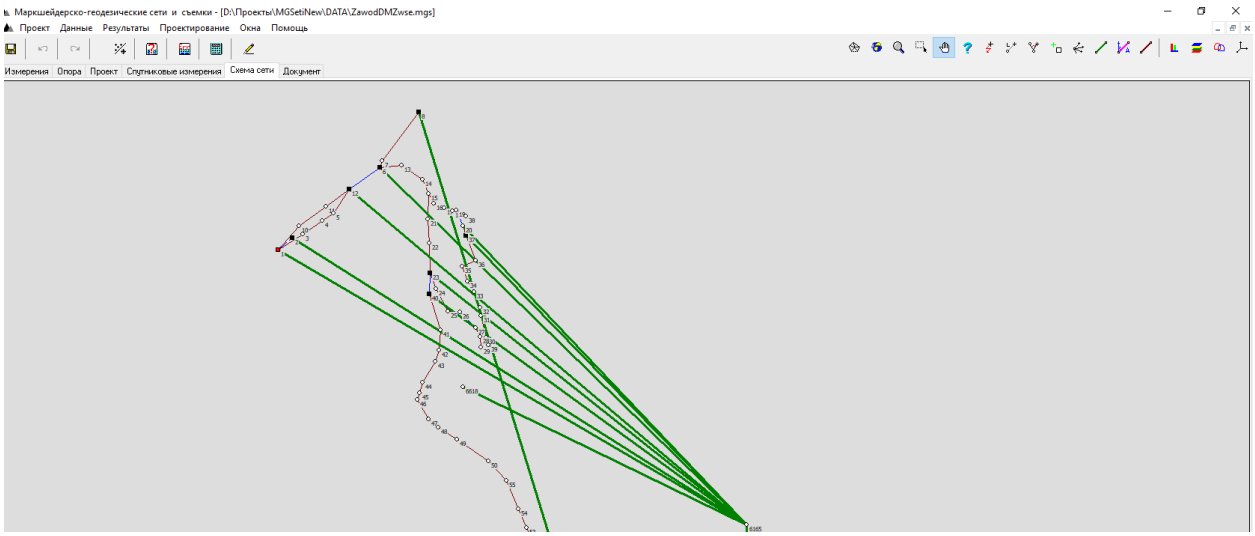
12.2 Редактирование данных проекта

Данные проекта, заданные при создании проекта отображаются на закладке «Проект» (рис. 1.9) и могут изменяться в любой момент, после открытия проекта. При сохранении проекта все изменения сохраняются в файле проекта.

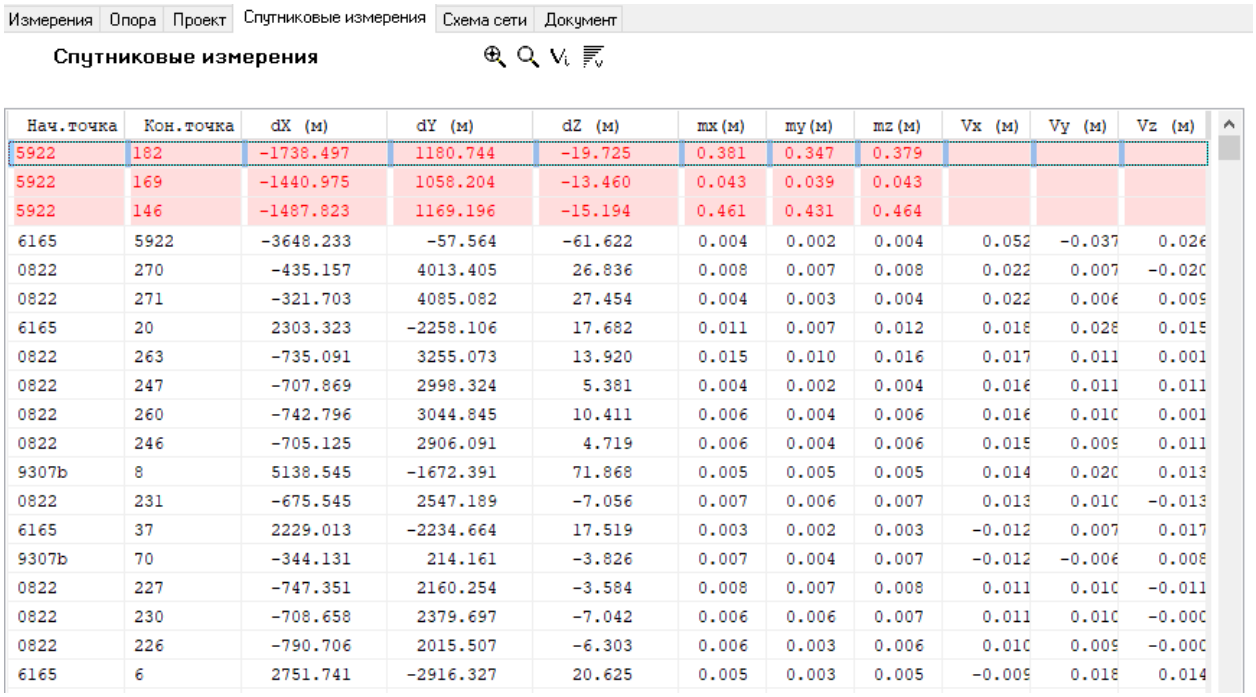
13 Ввод и редактирование спутниковых измерений

Спутниковые измерения являются неотъемлемой частью проектов уравнивания геодезических и маркшейдерских сетей и могут служить как опорными данными для сетей, так и измерениями для определения координат съемочных точек. В этом случае они заносятся в таблицу спутниковых измерений, которая находится на вкладке спутниковых - измерений (рис. 13.1). При использовании спутниковых измерений возникает необходимость совместного уравнивания геодезических и спутниковых измерений. Это обусловлено тем, что результаты обработки спутниковых измерений вычисляются в системе координат WGS84, а для использования в инженерных приложениях векторы спутниковых измерений должны быть приведены к плоскости проекции. Для перехода от системы координат к плоскости проекции измерения необходимо совместно уравнять с опорными геодезическими данными в соответствующей проекции.

Общий вид закладки спутниковых измерений показан на рис. 13.1а и б, векторы спутниковых измерений показаны в графическом окне программы зеленым цветом (рис.13.1а).



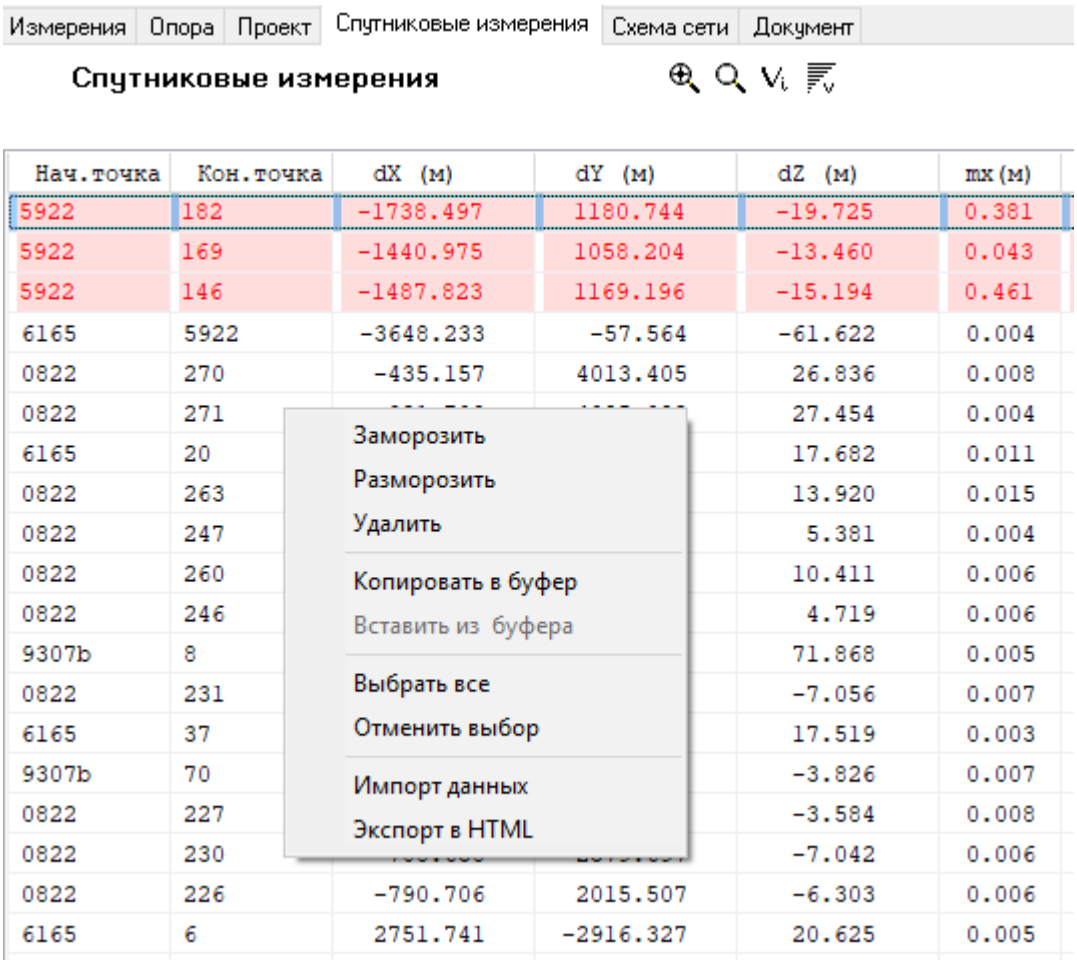
а) окно схемы сети (зеленым цветом показаны вектора спутниковых измерений)



Нач.точка	Кон.точка	dX (м)	dY (м)	dZ (м)	mx (м)	my (м)	mz (м)	Vx (м)	Vy (м)	Vz (м)
5922	182	-1738.497	1180.744	-19.725	0.381	0.347	0.379			
5922	169	-1440.975	1058.204	-13.460	0.043	0.039	0.043			
5922	146	-1487.823	1169.196	-15.194	0.461	0.431	0.464			
6165	5922	-3648.233	-57.564	-61.622	0.004	0.002	0.004	0.052	-0.037	0.026
0822	270	-435.157	4013.405	26.836	0.008	0.007	0.008	0.022	0.007	-0.020
0822	271	-321.703	4085.082	27.454	0.004	0.003	0.004	0.022	0.006	0.009
6165	20	2303.323	-2258.106	17.682	0.011	0.007	0.012	0.018	0.028	0.015
0822	263	-735.091	3255.073	13.920	0.015	0.010	0.016	0.017	0.011	0.001
0822	247	-707.869	2998.324	5.381	0.004	0.002	0.004	0.016	0.011	0.011
0822	260	-742.796	3044.845	10.411	0.006	0.004	0.006	0.016	0.010	0.001
0822	246	-705.125	2906.091	4.719	0.006	0.004	0.006	0.015	0.009	0.011
9307b	8	5138.545	-1672.391	71.868	0.005	0.005	0.005	0.014	0.020	0.013
0822	231	-675.545	2547.189	-7.056	0.007	0.006	0.007	0.013	0.010	-0.013
6165	37	2229.013	-2234.664	17.519	0.003	0.002	0.003	-0.012	0.007	0.017
9307b	70	-344.131	214.161	-3.826	0.007	0.004	0.007	-0.012	-0.006	0.008
0822	227	-747.351	2160.254	-3.584	0.008	0.007	0.008	0.011	0.010	-0.011
0822	230	-708.658	2379.697	-7.042	0.006	0.006	0.007	0.011	0.010	-0.000
0822	226	-790.706	2015.507	-6.303	0.006	0.003	0.006	0.010	0.009	-0.000
6165	6	2751.741	-2916.327	20.625	0.005	0.003	0.005	-0.009	0.018	0.014

б) закладка спутниковых измерений

Рис. 13.1 Спутниковые измерения



Нач.точка	Кон.точка	dX (м)	dY (м)	dZ (м)	mx (м)
5922	182	-1738.497	1180.744	-19.725	0.381
5922	169	-1440.975	1058.204	-13.460	0.043
5922	146	-1487.823	1169.196	-15.194	0.461
6165	5922	-3648.233	-57.564	-61.622	0.004
0822	270	-435.157	4013.405	26.836	0.008
0822	271			27.454	0.004
6165	20			17.682	0.011
0822	263			13.920	0.015
0822	247			5.381	0.004
0822	260			10.411	0.006
0822	246			4.719	0.006
9307b	8			71.868	0.005
0822	231			-7.056	0.007
6165	37			17.519	0.003
9307b	70			-3.826	0.007
0822	227			-3.584	0.008
0822	230			-7.042	0.006
0822	226	-790.706	2015.507	-6.303	0.006
6165	6	2751.741	-2916.327	20.625	0.005

Рис. 13.2 Таблица спутниковых измерений и всплывающее меню

Возможно выделение группы записей (левой кнопкой мыши или клавишами Ctrl+↓) и выполнение групповых операций: Заморозить, Разморозить, Удалить, Копировать в буфер.

13.1 Импорт спутниковых измерений

Данные GPS–измерений импортируются из выходных файлов программ обработки спутниковых измерений (пункт ***Импорт данных***, всплывающего меню рис. 13.2). Для всех спутниковых измерений, кроме Topcon Tools (рис. 13.10), выбирается тип файлов ***Спутниковые измерения*** (рис. 13.3). Конкретный тип данных и программа обработки спутниковых измерений определяются программно, синтаксическим анализатором, и выводится в специальном окне, для подтверждения дальнейших действий (рис. 13.4).

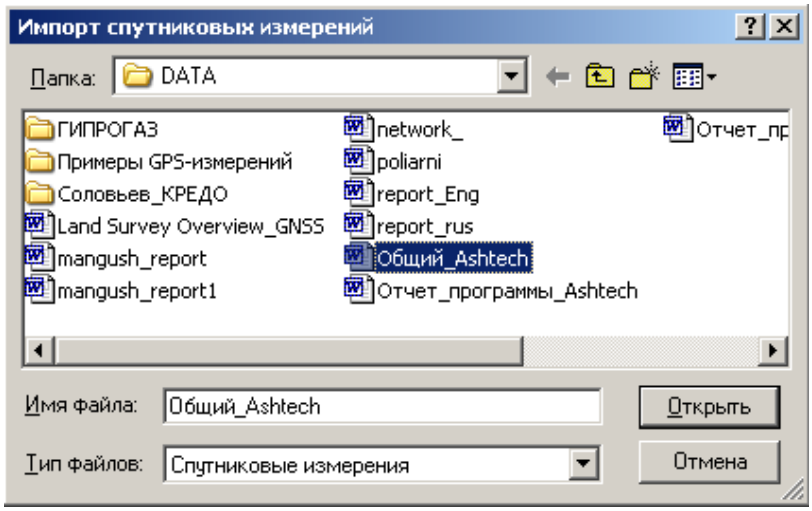


Рис. 13.3 Импорт данных спутниковых измерений

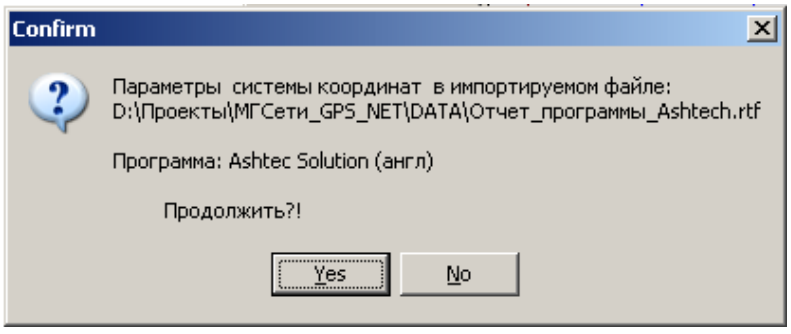


Рис. 13.3 Информационное окно синтаксического анализатора

После этого нужно подтвердить или выбрать систему координат из выпадающего списка (рис. 13.5). По умолчанию выбирается WGS84.

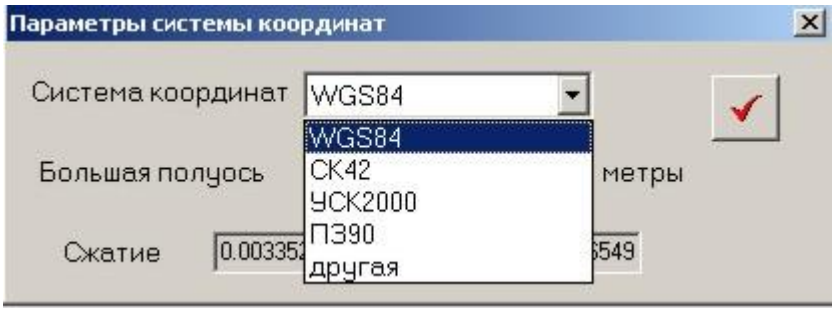


Рис. 13.5 Выбор системы координат

После совместного уравнивания геодезических и спутниковых измерений, можно визуально проанализировать ошибки сети (рис. 13.6).

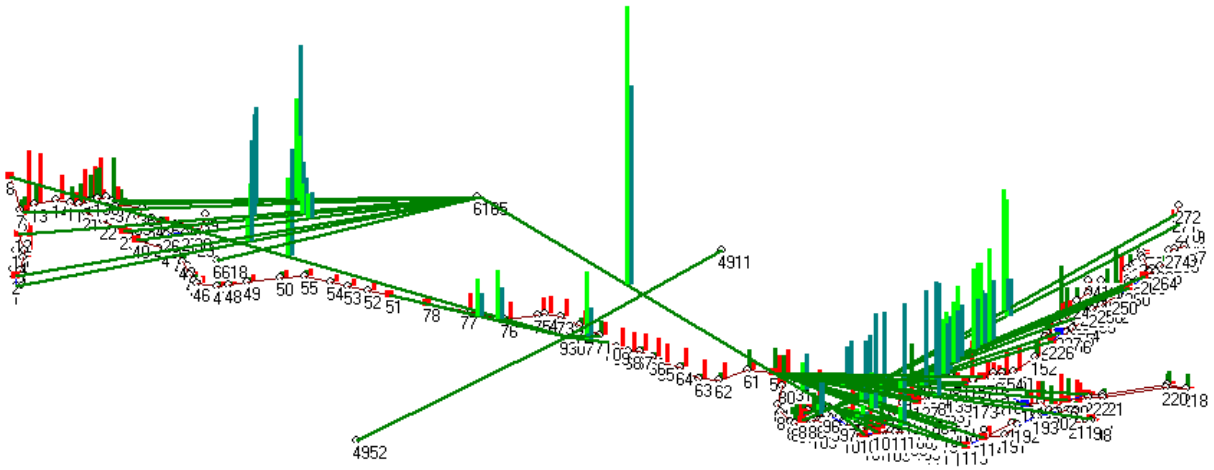


Рис. 13.6 Графическое представление ошибок сети

Анализ и отбраковку ошибочных векторов можно выполнить двумя способами, первый способ – с помощью сортировки значений. Для этого используется инструмент . Если активизировать этот инструмент, а затем при нажатой клавише ***Shift*** щелкнуть левой кнопкой мыши, наведя указатель

на какой либо столбец, то появится всплывающее меню с возможными вариантами сортировки (рис. 13.7).

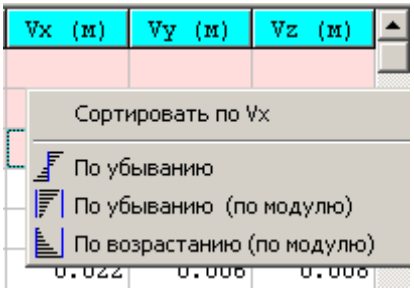


Рис. 13.7 Варианты сортировки

После этого, данный столбец будет отсортирован, и можно будет визуально проанализировать величины ошибок векторов и заморозить неудовлетворительные результаты.

Программно проанализировать ошибки векторов можно, если активизировать инструмент . При этом появится окно, в котором можно задать предельные допустимые ошибки векторов (рис. 13.8).

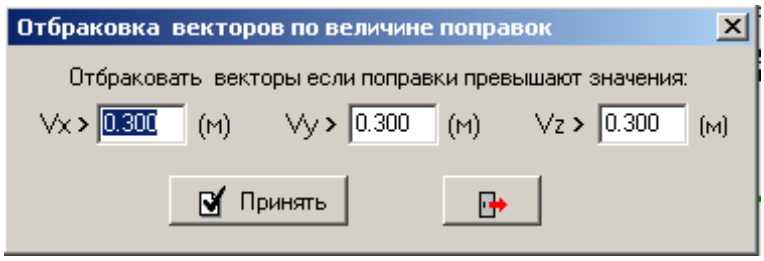
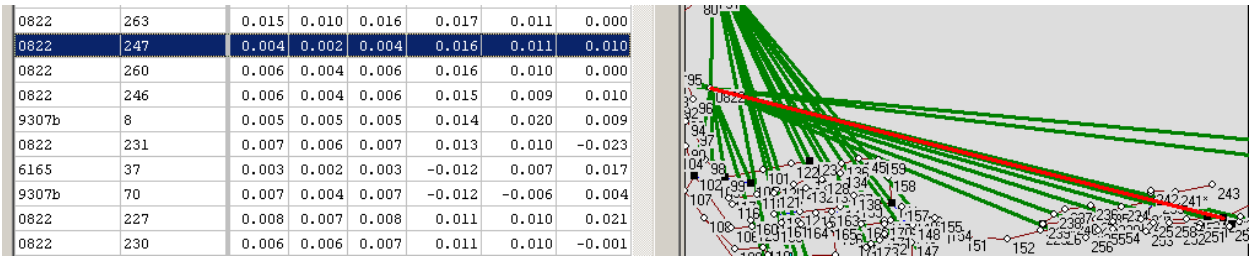


Рис. 13.8 Задание значений для отбраковки векторов

Для визуального анализа положения векторов имеется инструмент , который позволяет выделить красным цветом и показать вектор в максимально возможном масштабе, если щелкнуть левой кнопкой мыши на соответствующей строке таблицы спутниковых измерений (рис. 13.9).



0822	263	0.015	0.010	0.016	0.017	0.011	0.000
0822	247	0.004	0.002	0.004	0.016	0.011	0.010
0822	260	0.006	0.004	0.006	0.016	0.010	0.000
0822	246	0.006	0.004	0.006	0.015	0.009	0.010
9307b	8	0.005	0.005	0.005	0.014	0.020	0.009
0822	231	0.007	0.006	0.007	0.013	0.010	-0.023
6165	37	0.003	0.002	0.003	-0.012	0.007	0.017
9307b	70	0.007	0.004	0.007	-0.012	-0.006	0.004
0822	227	0.008	0.007	0.008	0.011	0.010	0.021
0822	230	0.006	0.006	0.007	0.011	0.010	-0.001

Рис. 13.9 Показать вектор в максимальном масштабе

Если нужно показать вектор, не изменяя масштаба сети, то необходимо активизировать инструмент .

Величины V_x, V_y, V_z берутся из результатов программ обработки спутниковых наблюдений и используются в программе МГСети в качестве весов, для соответствующих векторов при уравнительных вычислениях.

В настоящее время импорт данных спутниковых измерений возможен из следующих программ:

- Ashtec Solution (английская и русская версии);
- GNSS Studio;
- Pinnacle;
- Topcon Tools и Spectrum Survey Office.

Импорт из программ Topcon Tools и Spectrum Survey Office осуществляется через текстовые файлы – пример подготовки векторов к импорту приведен в приложении Г. Т.к. текстовые файлы не содержат ключевых слов, для их загрузки в проект необходимо явно выбрать тип файлов Topcon Tools (рис. 13.10)

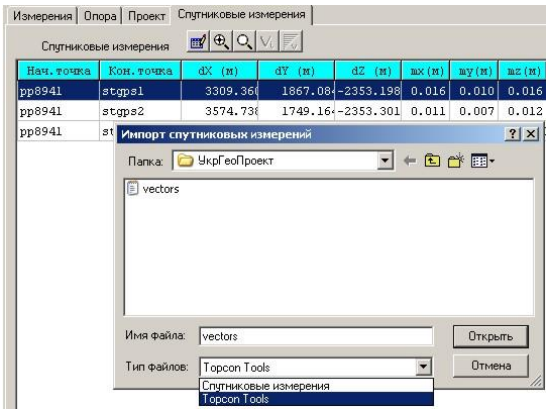


Рис. 13.10 Импорт данных о векторах

13.2 Задание параметров системы координат

Пользователь может задать свою систему координат, если выберет в выпадающем списке ***другая*** (рис. 13.5). В этом случае он может отредактировать параметры системы координат: большую полуось эллипсоида и полярное сжатие. Изменения будут сохранены в файле настроек системы (MGSeti.ini) и в следующем сеансе работы будут извлекаться из этого файла. Если требуется изменить список систем координат необходимо в файле MGSeti.ini найти секцию **[system_koordinat]** и отредактировать ее. В этой секции первым параметром задается число систем координат **count=5** а затем под соответствующими номерами приводятся названия систем координат. Каждой системе координат соответствует отдельная секция, в которой задаются два параметра: **a** – большая полуось эллипсоида в метрах, и **e** – коэффициент полярного сжатия.

[system_koordinat]
count=5
1=WGS84
2=СК42
3=УСК2000
4=ПЗ90
5=другая

[WGS84]
a=6378137.0
e=0.00335281067183097509507870401654 9

[ПЗ90]
a=6378136.0
e=0.00335280373518429557459411628542 61

[СК42]
a=6378245.0
e=0.00335232986925913509889373114314 45

[УСК2000]
a=6378245.0

e=0.00335232986925913509889373114314445

[другая]
a=6378245.0
e=0.00335

Рис. 13.11 Структура файла настроек

14 Проектирование геодезических сетей

Проектирование геодезических сетей необходимо для последующего предрасчета точности (гл. 15). Проектирование сетей может выполняться двумя способами: «вручную» и автоматизировано, с помощью инструментов визуального проектирования.

14.1 Проектирование в ручном режиме

При «ручном» проектировании сетей ввод данных почти не отличается от ввода данных для уравнивания сети. Необходимо задать измеренные величины, опорные точки, базисы и опорные азимуты и с помощью инструмента  можно выполнить предрасчет точности сети, такой вариант предрасчета может применяться к фактическим сетям, измерения которых уже были выполнены. Второй вариант «ручного» проектирования сетей заключается в следующем – на вкладке **Опора** задаются приближенные координаты ***всех!*** определяемых пунктов (с признаком 4) рис. 14.1 и жесткие пункты (с .признаками 1, 2 или 3). Если необходимо – задаются жесткие базисы и опорные азимуты.

Измерения | Опора | Проект | Спутниковые измерения

Каталог опорных точек

Имя точки	X , (м)	Y , (м)	Z , (м)	Признак
ст4	752.921	625.038		4
ст5	670.304	593.913		4
ст6	624.385	518.253		4
шп.внб	705.738	533.496		4
ст1	659.653	455.702		4
ст2	737.885	463.265		4
2819	-97.527	416.207		3
3102	-45.66	297.799		2

Рис. 14.1 Задание координат точек для предрасчета

Затем на вкладке **Измерения** задаются признаки измерений символом *, что свидетельствует о проектировании данного вида измерений (рис. 14.2).



Рис. 14.2 Задание признаков измерений

После задания конфигурации сети можно выполнять предрасчет точности сети( ).

14.2 Автоматизированное проектирование сетей

Автоматизированное или визуальное проектирование сетей желательно выполнять в следующей последовательности, которая позволяет выполнить процесс с максимальной эффективностью. Управлять визуальным проектированием сетей можно с помощью главного меню, пункт Проектирование (рис. 14.3).

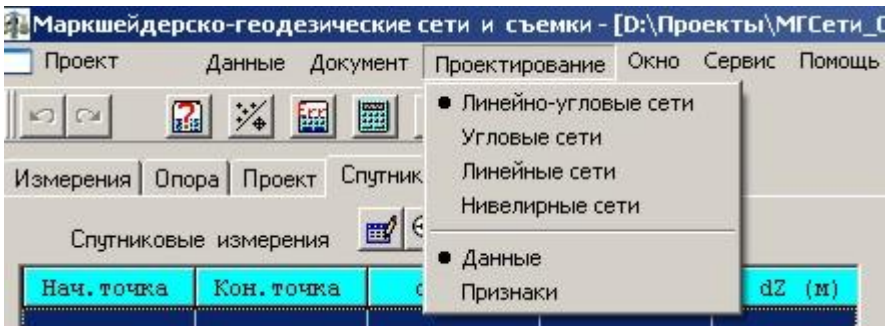


Рис. 14.3 Задание параметров проектирования сетей

Верхняя часть меню позволяет задать вид сети: линейно-угловая сеть, триангуляция, трилатерация или нивелирная сеть.

Нижняя часть меню управляет видом данных проекта, в таблицу измерений заносятся или данные измерений или только их признаки (рис. 14.2 и 15.2).

14.3 Использование растровых картографических изображений

Для визуального проектирования сетей на заданном участке необходимо иметь растровую подложку для данной территории. В программу МГСети можно загрузить один или несколько планшетов в формате *.JPG которые имеют мировую привязку (обязательно должен быть файл с расширением *.JPW) или файлы того же формата, которые имеют файлы привязки в формате MapInfo (расширение *.TAB). Эти планшеты задают координатное пространство для проектируемой сети и позволяют обосновать выбор формы сети с учетом рельефа и объектов, расположенных на поверхности земли. Мировую привязку можно выполнить, например, с помощью программы CAD Overlay или Raster Designer, в поздних версиях AutoCAD или MapInfo.

Растры загружаются в программу с помощью менеджера картографических растровых изображений, который вызывается с помощью инструмента , вид формы менеджера показан на рис. 14.4.

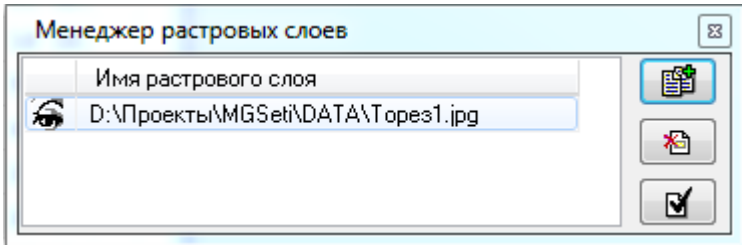


Рис. 14.4 Менеджер растровых изображений

С помощью менеджера можно загрузить несколько растровых изображений (кнопка ***Добавить***), удалить изображение , когда операции с растрами закончены, необходимо выполнить команду ***Принять*** ( ). Управлять видимостью изображений можно дважды щелкнув мышью на пиктограмме видимости для соответствующего изображения , для невидимого изображения эта пиктограмма будет иметь вид . На рис. 14.5 показано графическое окно программы с двумя загруженными изображениями.

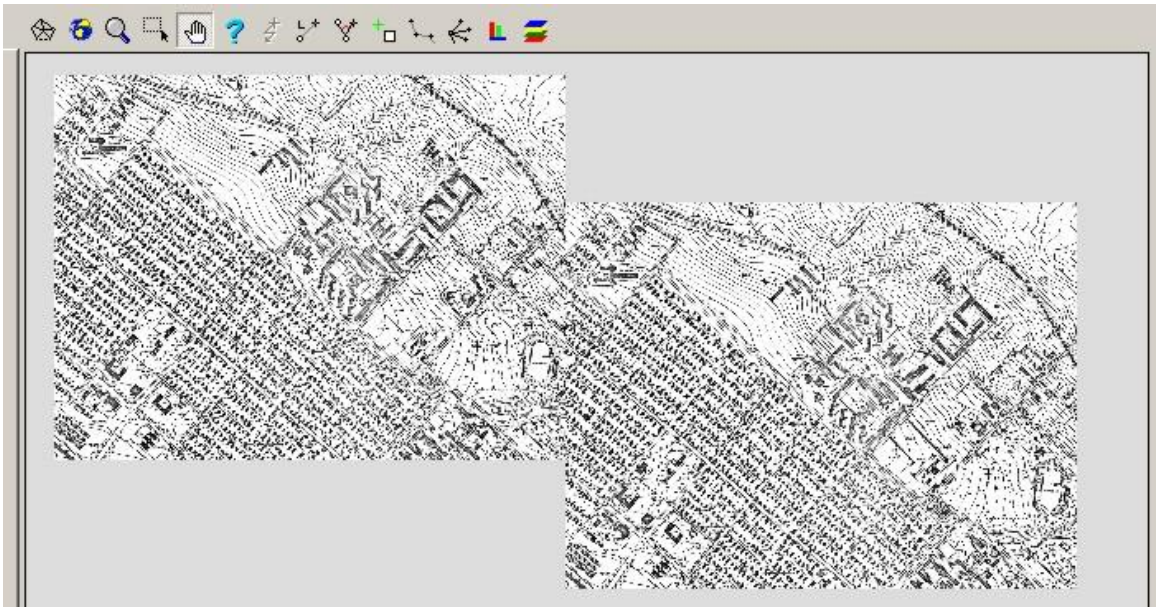


Рис. 14.5 Использование растровых изображений

Внимание:

1) Не используйте очень большие изображения, если изображение больше 60 Мб, то его лучше разделить на два фрагмента.

2) Изображение должно быть 24 битным.

14.4 Визуальное проектирование маркшейдерских и геодезических сетей

Визуальное проектирование расположения точек сети выполняется курсором в графическом окне программы. Для начала работы необходимо активизировать инструмент меню графического окна, ***Выбрать точку*** . После этого устанавливаем курсор в месте, где будет находиться проектируемая точка сети, и нажимаем левую кнопку мыши, после этого появляется диалоговое окно (рис. 14.6) в котором необходимо указать имя точки и, если необходимо, отметку точки. Плановые координаты точки (X и Y) определяются положением курсора на карте.

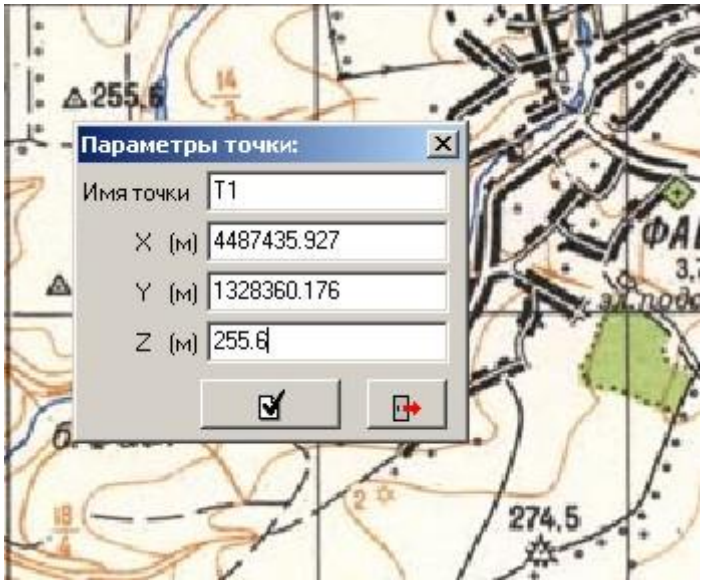


Рис. 14.6 Визуальное задание точки

Точки заносятся в таблицу каталога опорных точек с признаком 4 (рис. 14.7). Этот признак можно изменить, если во всплывающем меню каталога опорных точек отключить опцию ***Автоопределение типа***.

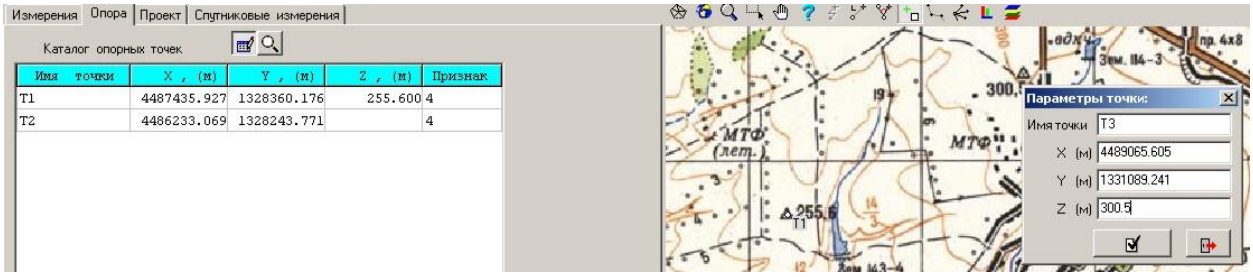


Рис. 14.7 Заполнение каталога опорных точек проекта

После задания всех точек проектируемой сети переходим собственно к проектированию измерений сети.

14.5 Визуальное проектирование сетей

Программный комплекс МГСети имеет универсальный инструмент для проектирования произвольных сетей и их комбинаций по станциям. Управление режимом проектирования сетей осуществляется с помощью пункта ***Проектирование*** главного меню программы (рис. 14.8).

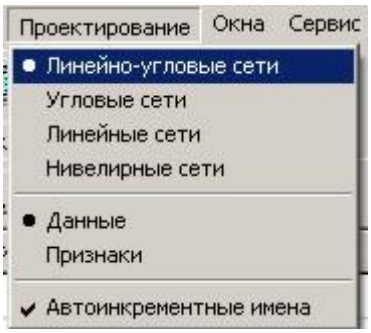


Рис. 14.8 Меню задания вида сети и типа данных

До проектирования необходимо задать все проектируемые и опорные точки сети. Затем активизируется инструмент ***Добавить станцию*** рис. 14.9, после чего программа дает сообщение

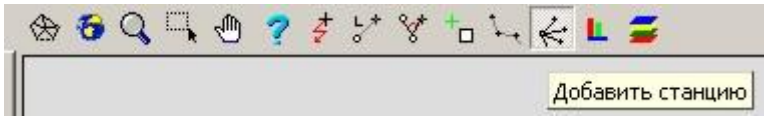


Рис. 14.9 Инструмент добавления станции

После этого программа даст подсказку выбрать точку стояния для данной станции (рис. 14.10).



Рис. 14.10 Приглашение для задания станции

После задания станции, а для этого необходимо навести курсор на нужную точку, и нажать левую кнопку мыши, далее последует приглашения задать курсором направления (рис. 14.11).

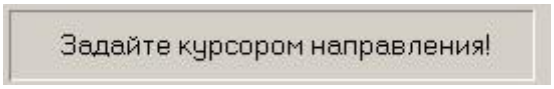


Рис. 14.11 Приглашение для задания направлений

После этого необходимо последовательно курсором навести на пункты, на которые будут выполняться измерения. Выбранные точки будут соединены с станцией стояния инструмента красными линиями. Щелчок правой кнопкой мыши означает, что задание направлений для данной станции закончено, и т.д., пока не будут заданы все станции проектируемой сети. На рисунке 14.12 показана смешанная сеть, проектирование которой было выполнено в визуальном режиме.

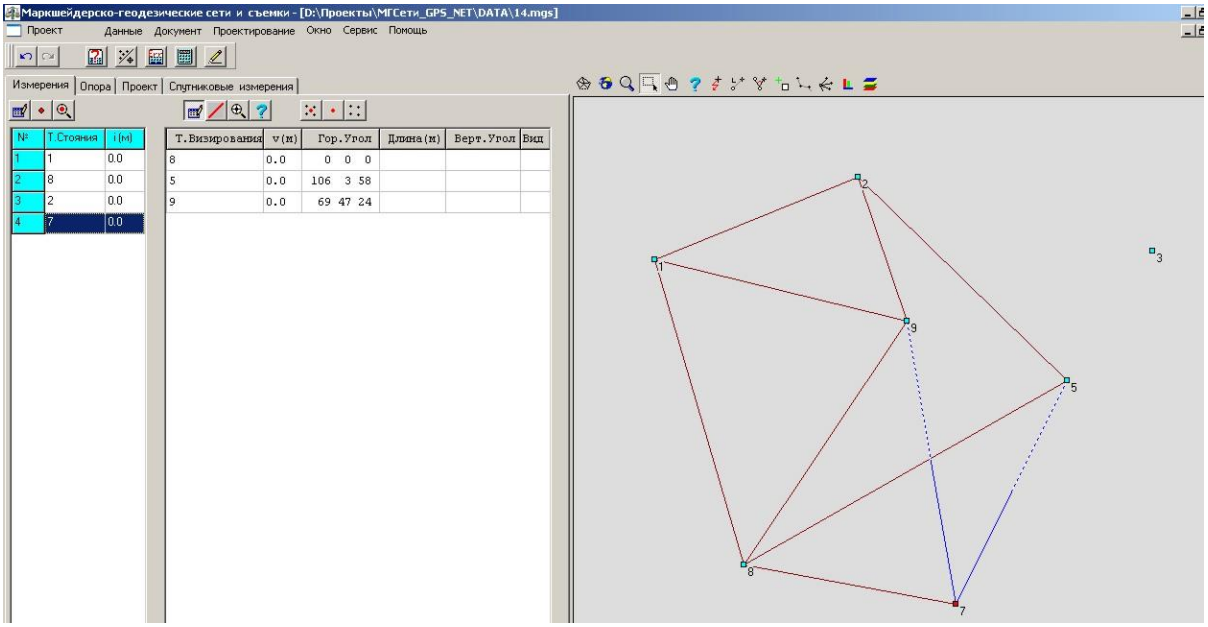


Рис. 14.12 Пример проектирования сети

Возможности визуального проектирования сетей дополнены возможностью задания векторов спутниковых измерений, опорных азимутов и жестких базисов (рис. 14.13).

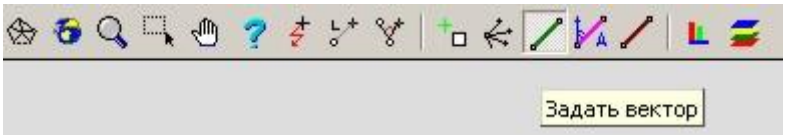


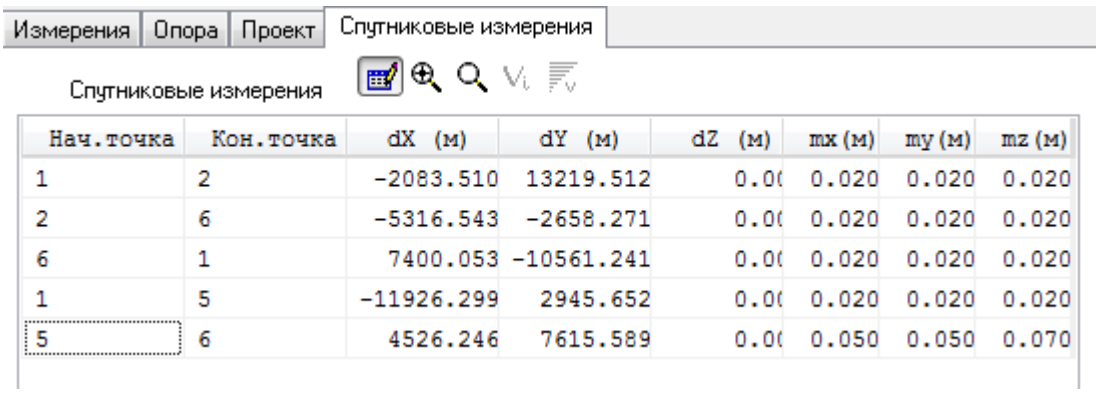
Рис. 14.13 Инструменты для проектирования векторов

Для задания этих элементов сети должны быть предварительно заданы точки сети, которые определяют начало и конец вектора. Для проекта сети, содержащей векторы спутниковых измерений, должен быть задан тип вводимых данных «Данные» (рис. 14.8), а не «Признаки».

Кроме векторов спутниковых измерений в качестве жестких элементов сети могут быть заданы опорные азимуты и базисы. Опорные азимуты могут определяться гирокомпасами или гиронасадками и используются при ориентировании подземных маркшейдерских сетей в шахтах и рудниках и при проходке тоннелей.

Для удобства задания жестких элементов сетей и некоторых справочных операций добавлена реакция на нажатие средней кнопки мыши (колеса). После использования инструментов  нажатие на среднюю кнопку мыши приводит к повторению последней выполненной команды.

При задании векторов спутниковых измерений по умолчанию ошибки определения приращений координат задаются равными 0,020мм (рис.. 14.14). Это соответствует примерно определению вектора двухчастотными приемниками в течение 20-30 минут. Значения среднеквадратических ошибок задаются в зависимости от используемого оборудования и времени измерений. Следует учитывать , что в спутниковых измерениях высоты определяются грубее, чем плановые координаты – поэтому задание этих ошибок, которые при предрасчете и уравнивании служат весами измеренных величин, зависит от опыта маркшейдера или геодезиста. При предрасчете точности сети эти величины можно изменять в любой момент.



Нач.точка	Кон.точка	dX (м)	dY (м)	dZ (м)	mx (м)	my (м)	mz (м)
1	2	-2083.510	13219.512	0.0(	0.020	0.020	0.020
2	6	-5316.543	-2658.271	0.0(	0.020	0.020	0.020
6	1	7400.053	-10561.241	0.0(	0.020	0.020	0.020
1	5	-11926.299	2945.652	0.0(	0.020	0.020	0.020
5	6	4526.246	7615.589	0.0(	0.050	0.050	0.070

Рис. 14.14 Таблица спутниковых измерений

При задании большого количества точек, при визуальном проектировании сетей можно на закладке Опора установить флаг, рядом с левым верхним углом таблицы и она будет показана на всю высоту клиентской области (рис. 14.15). Если флаг снять – таблица вернется к исходным размерам.

Измерения | Опора | Проект | Спутниковые измерения

Каталог опорных точек

Имя точки	X , (м)	Y , (м)	Z , (м)	Признак
1	4488022.389	1326080.696	100.000	4
2	4485938.879	1339300.208	100.000	4
3	4473940.735	1350076.984	100.000	4
4	4474371.806	1337504.079	100.000	4
5	4476096.090	1329026.348	100.000	4
6	4480622.336	1336641.937	100.000	4

Рис. 14.15 Каталог опорных точек

15 Предрасчет точности геодезических сетей

Для проектирования геодезических сетей необходимо выполнять предрасчет их точности для заданного измерительного оборудования и технологии измерений. Целью предрасчета точности сети является ответ на вопрос: «Возможно ли при данном оборудовании, и технологии измерений для данной конфигурации сети получить точность, соответствующую требованиям «Инструкции …»? или норм, заложенных в технической документации для технологического оборудования.

С помощью предрасчета можно выполнить исследование точности геодезических сетей в зависимости от различных вариантов точности измерений в сети, наличия и конфигурации спутниковых измерений и т.д..

Программный комплекс МГСети «Маркшейдерско-геодезические сети и съемки» позволяет выполнить строгий предрасчет точности плановых, высотных, а так же планово-высотных сетей произвольной конфигурации.

Для выполнения предрасчета точности необходимо задать конфигурацию сети, для этого вводятся, импортируются или визуально задаются (гл. 14) координаты жестких и определяемых точек сети (признак – 4 «Приближенные») (рис. 15.1).

Каталог опорных точек

Имя точки	X , (м)	Y , (м)	Z , (м)	Признак
1000	373095.726	359394.607	100.000	3
1001	370808.147	351047.955	133.900	3
1003	370684.121	351179.944	100.000	4
1004	369582.684	347406.461	65.500	3
1005	368011.030	345189.870	68.000	3
1001	370808.147	351047.955	133.90	4
2000	370681.278	351180.767	133.12	4
2001	370381.440	351045.223	132.35	4

Рис. 15.1 Каталог опорных точек проекта

Затем задаются измерения сети (рис. 15.2). Измерения могут задаваться как реальными значениями измеренных величин: длин и/или углов и/или превышений, или только признаками что данные измерения будут выполняться, для этого в соответствующих ячейках таблицы измерений ставится символ *.



Рис. 15.2 Задание измерений для предрасчета сети

После ввода измерений (или признаков измерений) сети задаются параметры точности измерения углов и длин на вкладке Проект (рис. 15.3) и выполняется предрасчет точности, для этого активизируется инструмент .

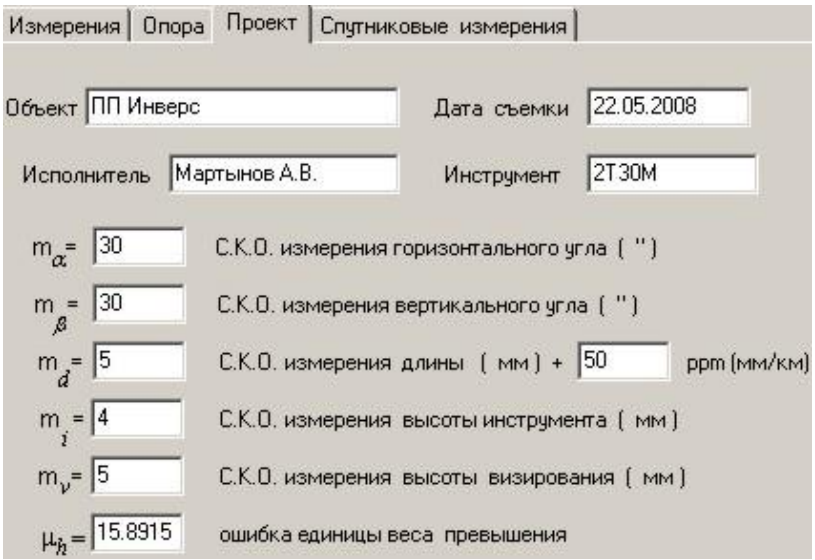


Рис. 15.3 Задание параметров точности измерений

Вычисление предрасчета точности выполняется в «фоновом режиме», на короткое время показывается окно с конфигурацией предрасчитываемой сети. После предрасчета точности сети становится доступным пункт меню ***Документы → Результаты предрасчета сети*** (рис. 15.4).

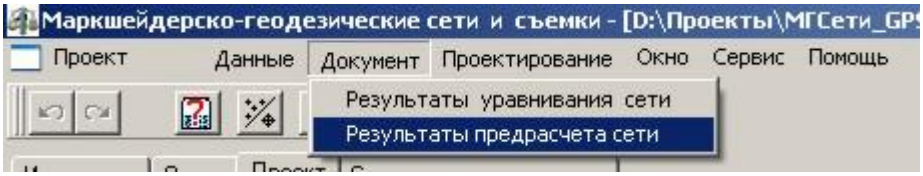
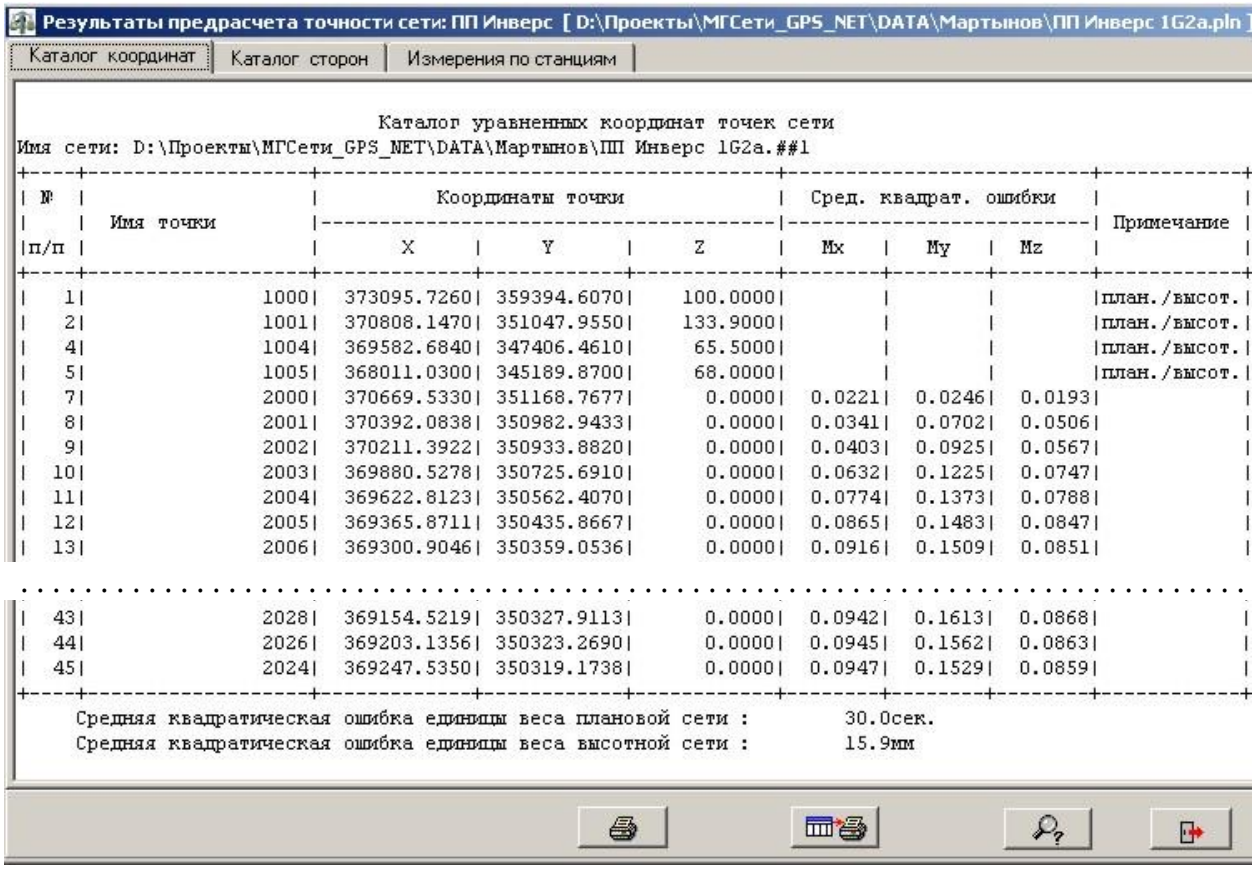


Рис. 15.4 Команда для показа результатов предрасчета точности сети

После активизации данного пункта меню можно посмотреть результаты предрасчета (рис. 15.5). Первая вкладка этой формы является основной для анализа – она показывает, какими будут ошибки определения координат точек сети при заданных ошибках измерения углов и длин и данной конфигурации сети, т.е. при данном числе и расположении опорных точек, ходов, станций и т.д. Вторая вкладка показывает, какими будут ошибки измерения длин при заданной технологии измерений (рис. 15.6). На третьей вкладке формы приведены все измеренные величины для данной сети (рис. 15.7).

Анализируя эти данные можно сделать вывод, удовлетворяет ли проектируемая сеть требованиям инструкции по производству маркшейдерских работ, или ведомственным инструкциям или СНИПам, которые регламентируют точность создания специализированных сетей и съемок. Наиболее часто используют ошибку положения точек съемочного обоснования относительно государственной геодезической сети (п. 5.1.3 [1]), которая не должна превышать 0.2 мм в масштабе плана. Таким образом, для плана масштаба 1:500 граничная ошибка составляет 10 см, для планов масштаба 1:1000 ошибка не должна превышать 20 см и т.д.



Результаты предрасчета точности сети: ПП Инверс [D:\Проекты\МГСети_GPS_NET\DATA\Мартынов\ПП Инверс 1G2a.pln]

Каталог координат | Каталог сторон | Измерения по станциям

Каталог уравненных координат точек сети

Имя сети: D:\Проекты\МГСети_GPS_NET\DATA\Мартынов\ПП Инверс 1G2a.##1

№ п/п	Имя точки	Координаты точки X	Y	Z	Сред. квадрат. ошибки Mx	My	Mz	Примечание
1	1000	373095.7260	359394.6070	100.0000				план./высот.
2	1001	370808.1470	351047.9550	133.9000				план./высот.
4	1004	369582.6840	347406.4610	65.5000				план./высот.
5	1005	368011.0300	345189.8700	68.0000				план./высот.
7	2000	370669.5330	351168.7677	0.0000	0.0221	0.0246	0.0193	
8	2001	370392.0838	350982.9433	0.0000	0.0341	0.0702	0.0506	
9	2002	370211.3922	350933.8820	0.0000	0.0403	0.0925	0.0567	
10	2003	369880.5278	350725.6910	0.0000	0.0632	0.1225	0.0747	
11	2004	369622.8123	350562.4070	0.0000	0.0774	0.1373	0.0788	
12	2005	369365.8711	350435.8667	0.0000	0.0865	0.1483	0.0847	
13	2006	369300.9046	350359.0536	0.0000	0.0916	0.1509	0.0851	

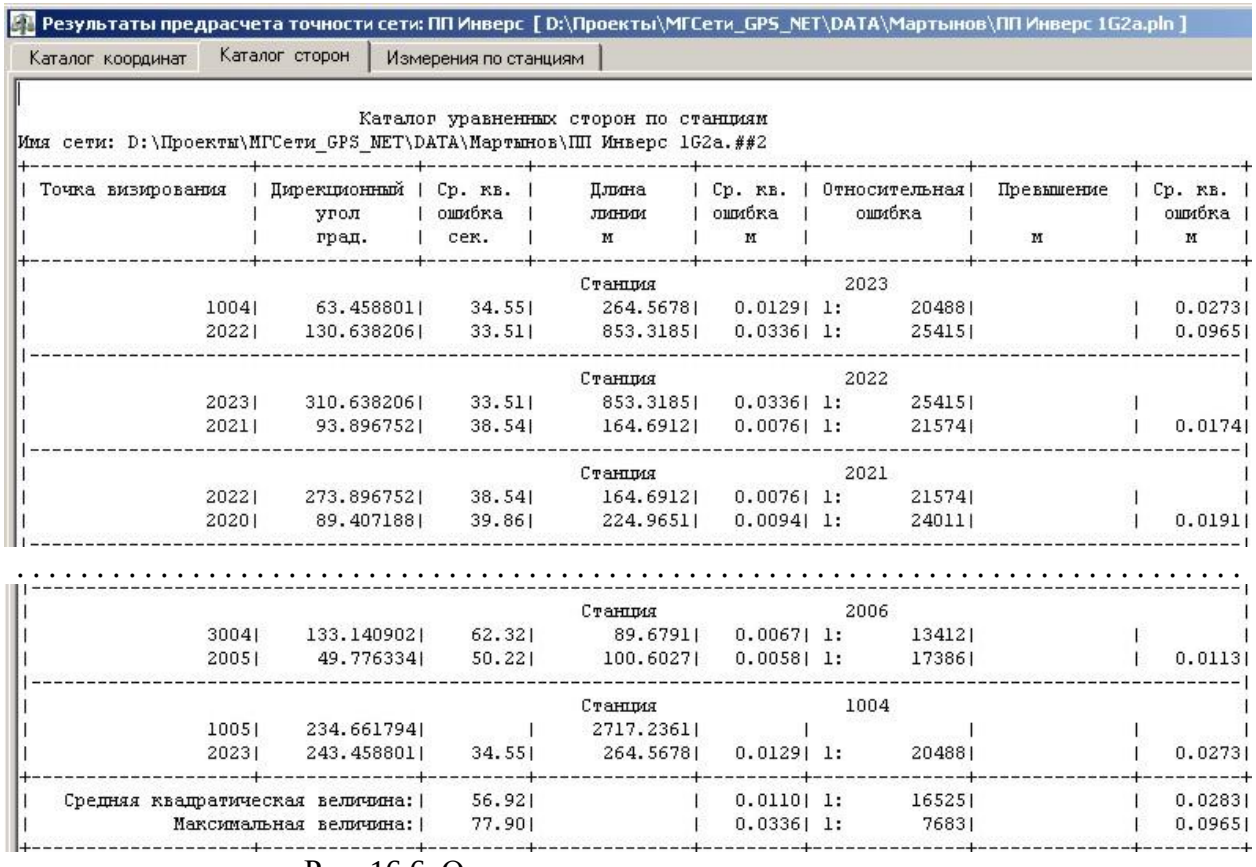
. . . . . .

43	2028	369154.5219	350327.9113	0.0000	0.0942	0.1613	0.0868	
44	2026	369203.1356	350323.2690	0.0000	0.0945	0.1562	0.0863	
45	2024	369247.5350	350319.1738	0.0000	0.0947	0.1529	0.0859	

Средняя квадратическая ошибка единицы веса плановой сети : 30.0сек.

Средняя квадратическая ошибка единицы веса высотной сети : 15.9мм

Рис. 15.5 Ожидаемая точность определения координат точек



Результаты предрасчета точности сети: ПП Инверс [D:\Проекты\МГСети_GPS_NET\DATA\Мартынов\ПП Инверс 1G2a.pln]

Каталог координат | Каталог сторон | Измерения по станциям

Каталог уравненных сторон по станциям

Имя сети: D:\Проекты\МГСети_GPS_NET\DATA\Мартынов\ПП Инверс 1G2a.##2

Точка визирования	Дирекционный угол град.	Ср. кв. ошибка сек.	Длина линии м	Ср. кв. ошибка м	Относительная ошибка	Превышение м	Ср. кв. ошибка м
Станция 2023							
1004	63.458801	34.55	264.5678	0.0129	1: 20488		0.0273
2022	130.638206	33.51	853.3185	0.0336	1: 25415		0.0965
Станция 2022							
2023	310.638206	33.51	853.3185	0.0336	1: 25415		
2021	93.896752	38.54	164.6912	0.0076	1: 21574		0.0174
Станция 2021							
2022	273.896752	38.54	164.6912	0.0076	1: 21574		
2020	89.407188	39.86	224.9651	0.0094	1: 24011		0.0191

. . . . . .

Станция 2006							
3004	133.140902	62.32	89.6791	0.0067	1: 13412		
2005	49.776334	50.22	100.6027	0.0058	1: 17386		0.0113
Станция 1004							
1005	234.661794		2717.2361				
2023	243.458801	34.55	264.5678	0.0129	1: 20488		0.0273
Средняя квадратическая величина:		56.92		0.0110	1: 16525		0.0283
Максимальная величина:		77.90		0.0336	1: 7683		0.0965

Рис. 16.6 Ожидаемая точность измерения длин



Результаты предрасчета точности сети: ПП Инверс [D:\Проекты\МГСети_GPS_NET\DATA\Мартынов\ПП Инверс 1G2a.pln]

Каталог координат | Каталог сторон | Измерения по станциям

Каталог результатов уравнивания измерений по станциям

Имя сети: D:\Проекты\МГСети_GPS_NET\DATA\Мартынов\ПП Инверс 1G2a.##3

Точка визирования	Измеренное направление	Поправ. сек	Уравненное направление	Измеренная длина	Поправ. мм	Уравненная длина	Измеренное превышение	Поправ. мм	Уравненное превышение
			Станция	2023					
1004	00°00'00".00			265.759					
2022	84°17'15".00			851.983					
			Станция	2022					
2023	00°00'00".00			852.048					
2021	151°23'48".00			164.867					
			Станция	2021					
2022	00°00'00".00			164.880					
2020	178°47'02".00			222.801					

Рис. 15.7 Измерения сети

Рассмотрим на примерах некоторые варианты создания съемочного обоснования.

1-й вариант: сеть съемочного обоснования создается прокладыванием ходов, в которых горизонтальные и вертикальные углы измеряются оптическим теодолитом 30" точности, а длины измеряются стальной рулеткой. Для такого варианта измерений выполнен предрасчет точности, который показывает, что ошибки положения пунктов съемочного обоснования относительно пунктов государственной геодезической сети составляют до 0.220 м, что превышает допуск для масштаба съемки 1:500 и 1:1000. Накопление ошибок показано на рис. 15.8 столбиковыми диаграммами для характерных точек сети.

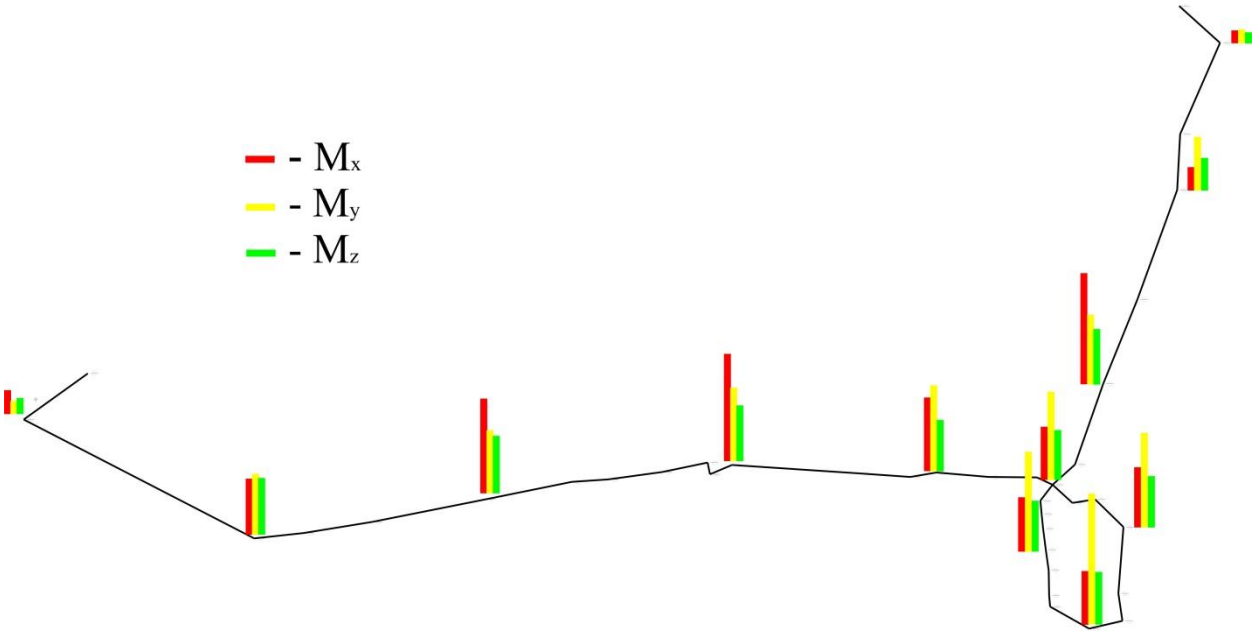


Рис. 15.8 Накопление ошибок, вариант № 1

2-й вариант: сеть съемочного обоснования создается прокладкой ходов, в которых горизонтальные и вертикальные углы измеряются оптическим теодолитом 5" точности, а длины измеряются стальной рулеткой (рис. 15.9). Для такого варианта измерений выполнен предрасчет точности, который показывает, что ошибки положения пунктов съемочного обоснования относительно пунктов государственной геодезической сети не превышают 0.066 м, что уже является допустимой величиной для масштаба съемки 1:500. Накопление ошибок показано на рис. 15.10 столбиковой диаграммамой.

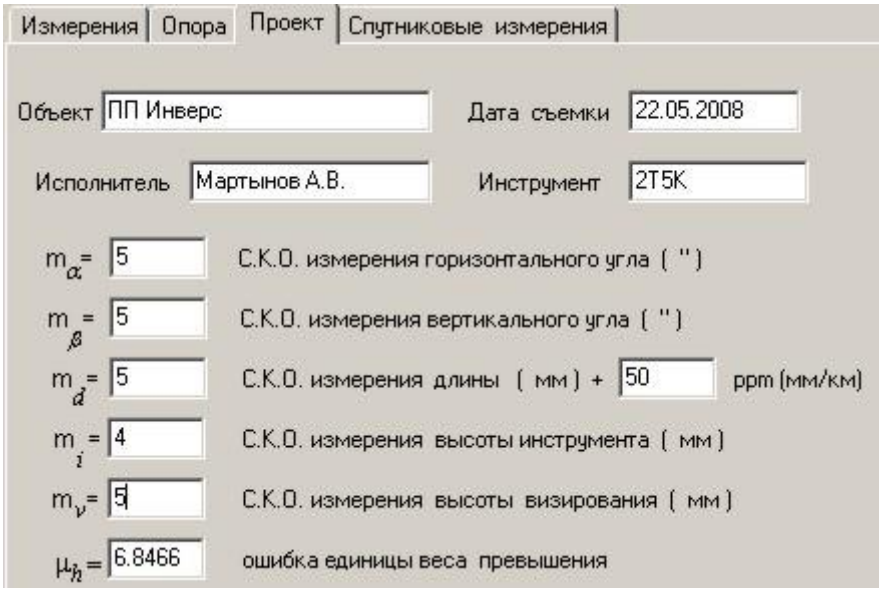


Рис. 15.9 Параметры измерений варианта № 2

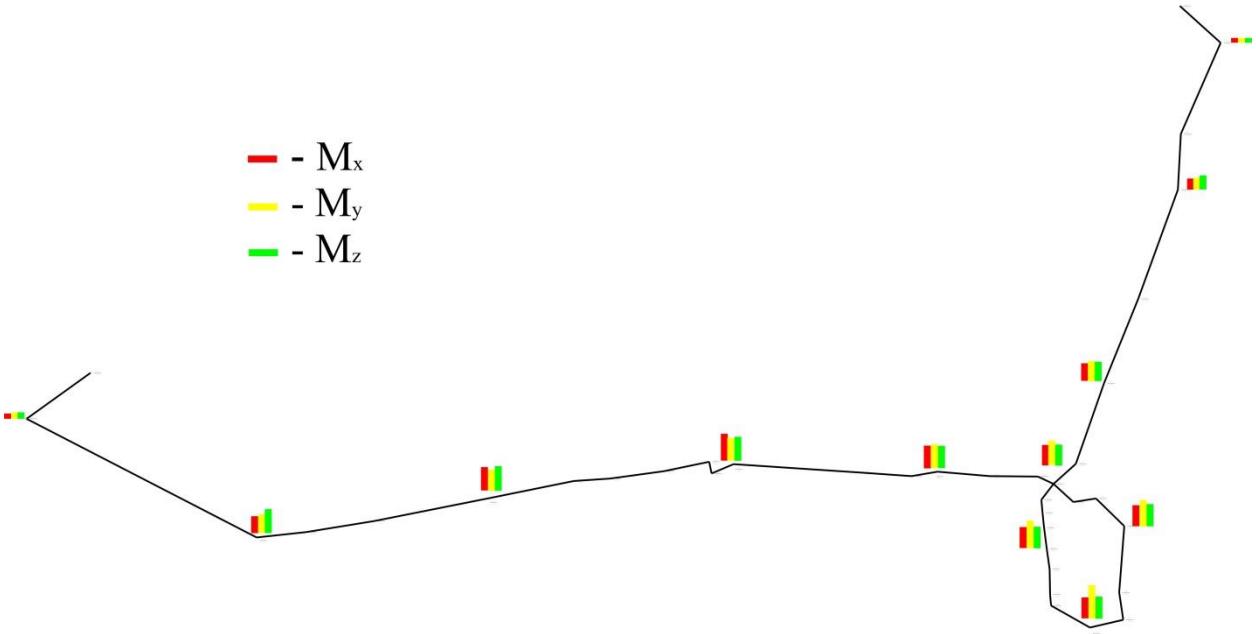


Рис. 15.10 Накопление ошибок, вариант № 2

3-й вариант: сеть съемочного обоснования создается прокладкой ходов, в которых горизонтальные и вертикальные углы измеряются электронным тахеометром Sokkia SET33R. Углы измеряются с точностью 3", а длины ±2мм+3ppm (рис. 15.11). Для такого варианта измерений выполнен предрасчет точности, который показывает, что ошибки планового положения пунктов съемочного обоснования относительно пунктов государственной геодезической сети уменьшились в 2 раза и не превышают 0.023 м, а высотные ошибки остались практически без изменений. Накопление ошибок показано на рис. 15.12 столбиковой диаграммой.

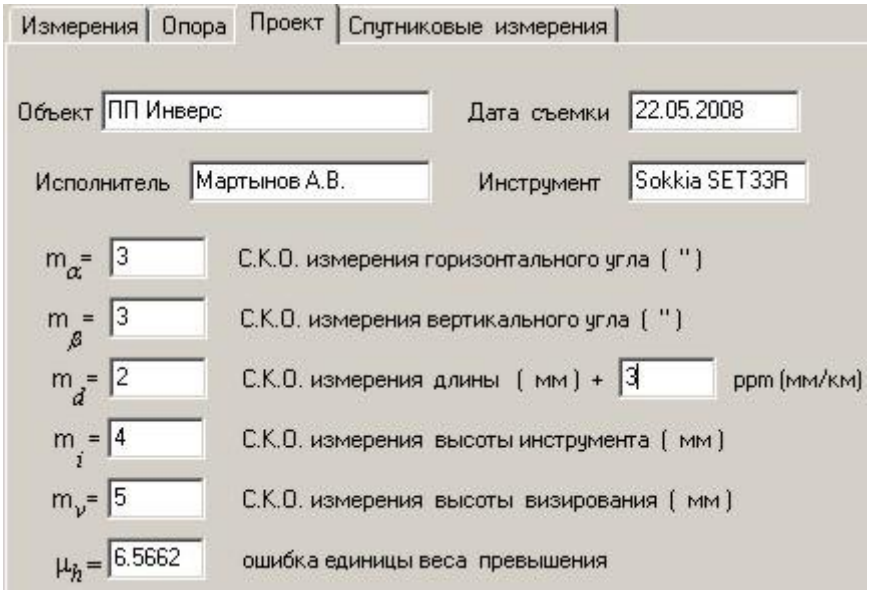


Рис. 15.11 Параметры измерений варианта № 3

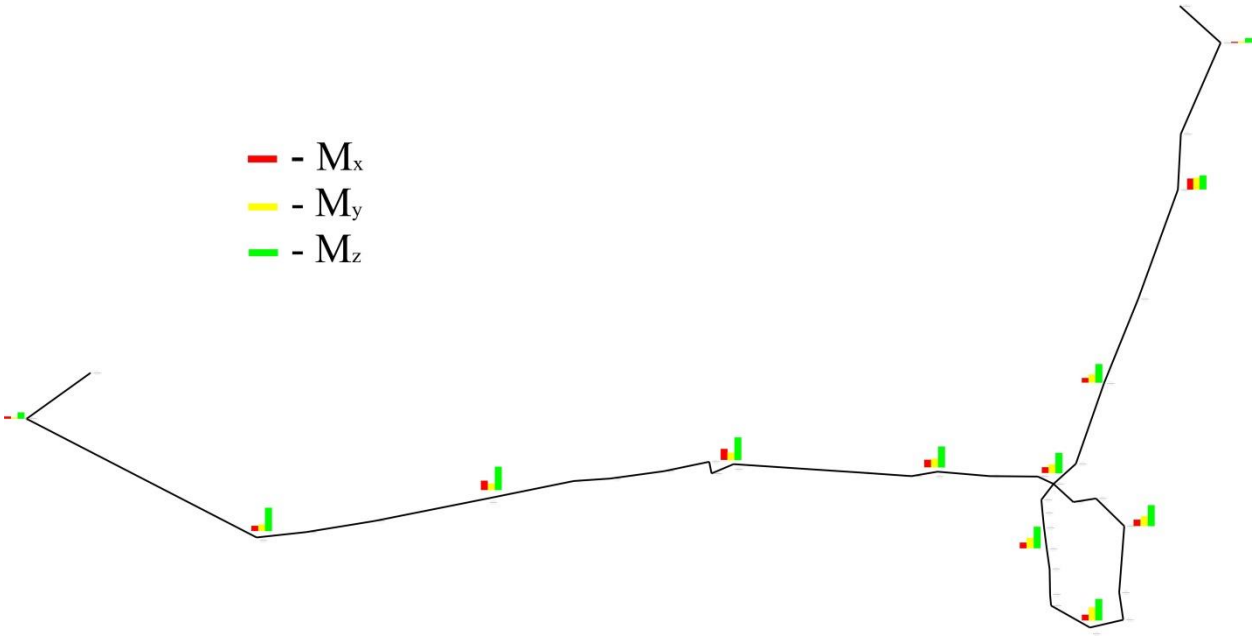


Рис. 15.12 Накопление ошибок, вариант № 3

4-й вариант: сеть съемочного обоснования создается прокладкой ходов, в которых горизонтальные и вертикальные углы измеряются оптическим теодолитом 30" точности, а длины измеряются стальной рулеткой, как и в варианте № 1, но для повышения жесткости сети будем последовательно добавлять вектора спутниковых измерений (рис. 15.13 и рис. 15.14), которые измерены с точностью 10 мм. Схема накопления ошибок приведена на рис. 15.14, векторы спутниковых измерений показаны голубым цветом.

Измерения | Опора | Проект | Спутниковые измерения

Спутниковые измерения

Нач. точка	Кон. точка	dX (м)	dY (м)	dZ (м)
1004	2006	-370.504	3220.357	62.958
1001	2006	-1595.967	-421.137	-5.442

Рис. 15.13 Вектора спутниковых наблюдений вариант № 4

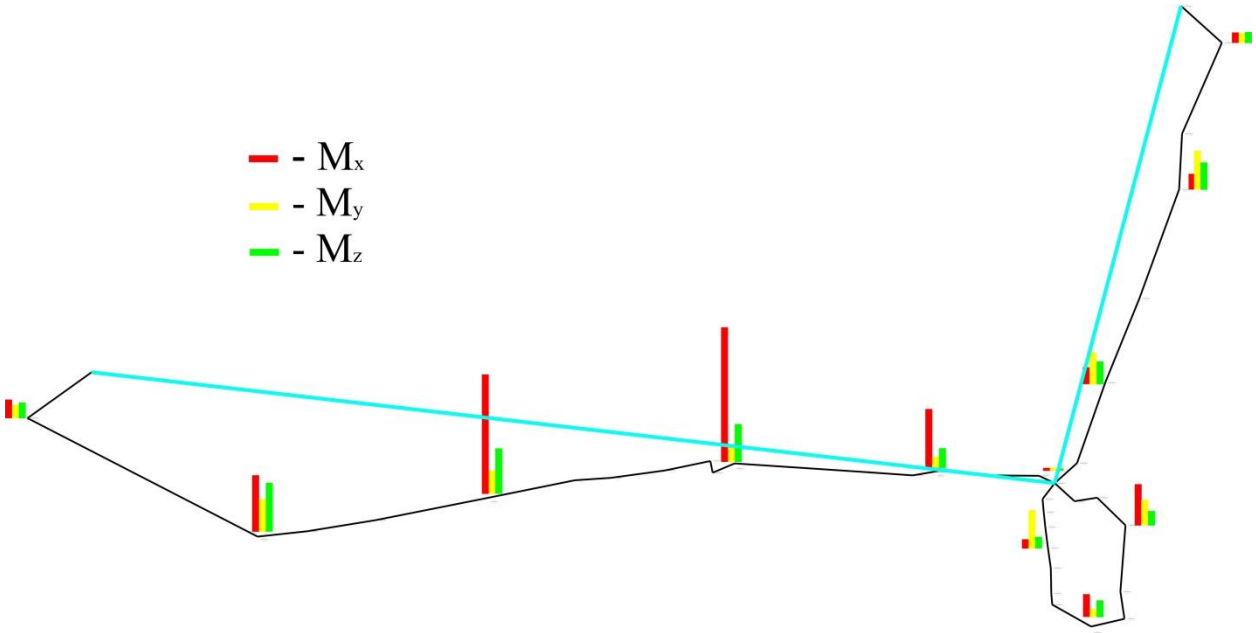


Рис. 15.14 Накопление ошибок вариант № 4

Добавление 2-х векторов, как показано на рисунке 15.14, привело даже к некоторому увеличению ошибок определения координат подходных пунктов, для пунктов съемочного обоснования ошибки несколько уменьшились, и составляют 0.085м. Такая схема спутниковых измерений не позволяет уточнить масштабирование и ориентирование съемочного хода.

5-й вариант: сеть съемочного обоснования создается прокладкой ходов, в которых горизонтальные и вертикальные углы измеряются оптическим теодолитом 30" точности, а длины измеряются стальной рулеткой, как и в варианте № 1, но для повышения жесткости сети добавлены 3 вектора спутни-

ковых измерений (рис. 15.15 и рис. 15.16), которые измерены с точностью 10 мм. Схема накопления ошибок приведена на рис. 15.16.

Измерения | Опора | Проект | Спутниковые измерения

Спутниковые измерения

Нач.точка	Кон.точка	dX (м)	dY (м)	dZ (м)
1004	2006	-370.504	3220.357	62.958
1001	2006	-1595.967	-421.137	-5.442
2006	3012	-480.306	121.575	4.222

Рис. 15.15 Вектора спутниковых наблюдений вариант № 5

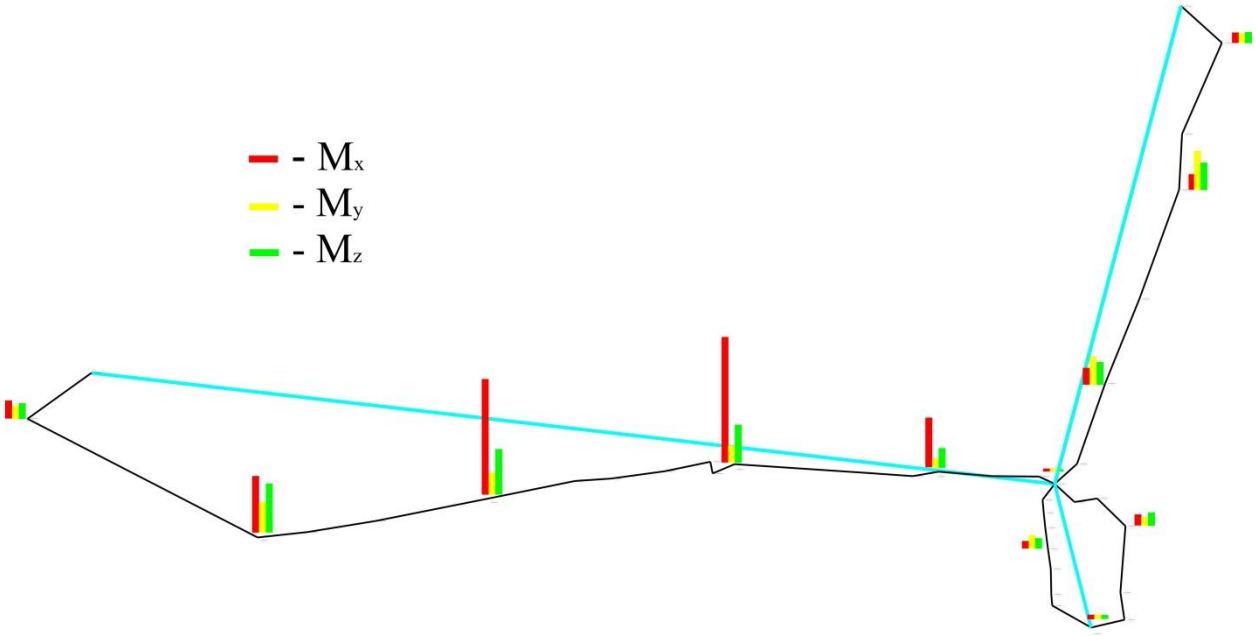


Рис. 15.16 Накопление ошибок, вариант № 5

Добавление вектора 2006-3012 позволило масштабировать и ориентировать ход съемочного обоснования и довести ошибки определения координат пунктов до 25 мм. На точность подходных ходов добавление этого вектора практически не повлияло. В принципе точность, достигнутая в этом варианте достаточна для выполнения съемки с этих пунктов, однако вектор 2006-3012 измерен бесконтрольно, а это недопустимо согласно п. 4.4 «Инструкции по топографическим съемкам…»

6-й вариант: сеть съемочного обоснования создается прокладкой ходов, в которых горизонтальные и вертикальные углы измеряются оптическим теодолитом 30" точности, а длины измеряются стальной рулеткой как и в варианте № 1, но для повышения жесткости сети добавим 5 векторов спутниковых измерений (рис. 15.17 и рис. 15.18), которые измерены с точностью 10 мм. Схема накопления ошибок приведена на рис. 15.18.

Измерения | Опора | Проект | Спутниковые измерения

Спутниковые измерения

Нач.точка	Кон.точка	dX (м)	dY (м)	dZ (м)
1004	2006	-370.504	3220.357	62.958
1001	2006	-1595.967	-421.137	-5.442
2006	3012	-480.306	121.575	4.222
1004	3012	-850.81	3341.932	-67.18
1001	3012	-2076.273	-299.562	-1.22

Рис. 15.17 Вектора спутниковых наблюдений вариант № 6

Увеличение числа векторов с 3 до 5 не повлияло на точность определения пунктов. Ошибки определения координат пунктов уменьшились на 1-2 мм.

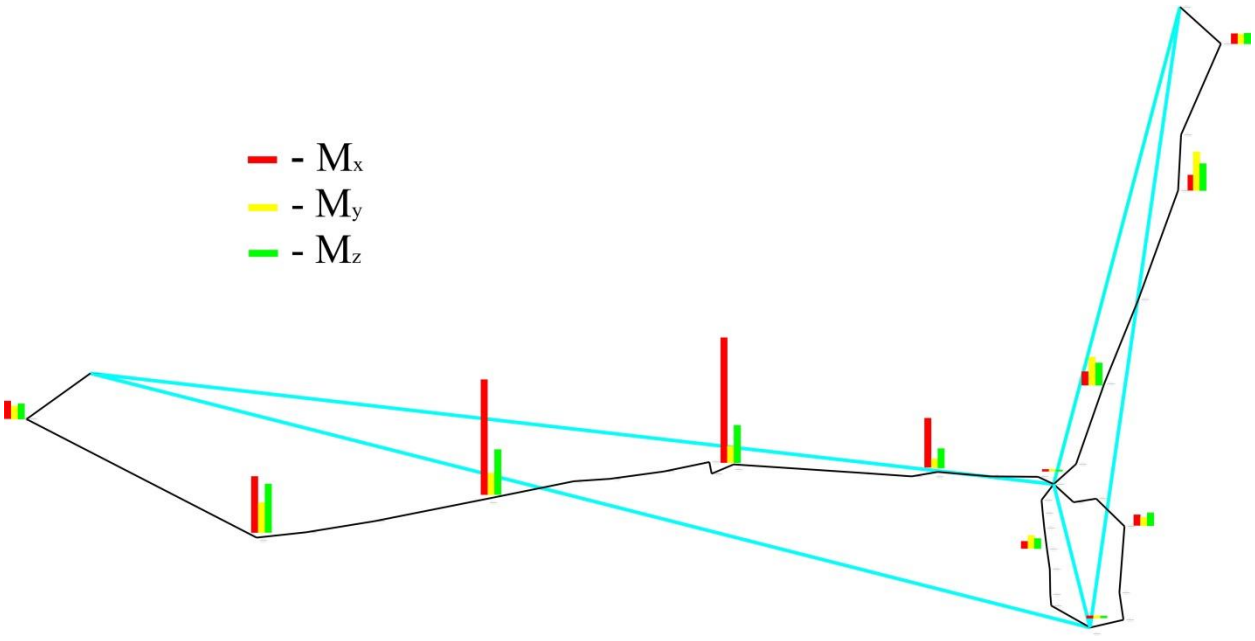


Рис. 15.18 Накопление ошибок, вариант № 6

7-й вариант: сеть съемочного обоснования создается прокладкой ходов, в которых горизонтальные и вертикальные углы измеряются оптическим теодолитом 30" точности, а длины измеряются стальной рулеткой, как и в варианте № 1. В этом варианте удалим все привязочные хода и оставим только 5 векторов спутниковых измерений, которые измерены с точностью 10 мм. Схема накопления ошибок приведена на рис. 15.19.

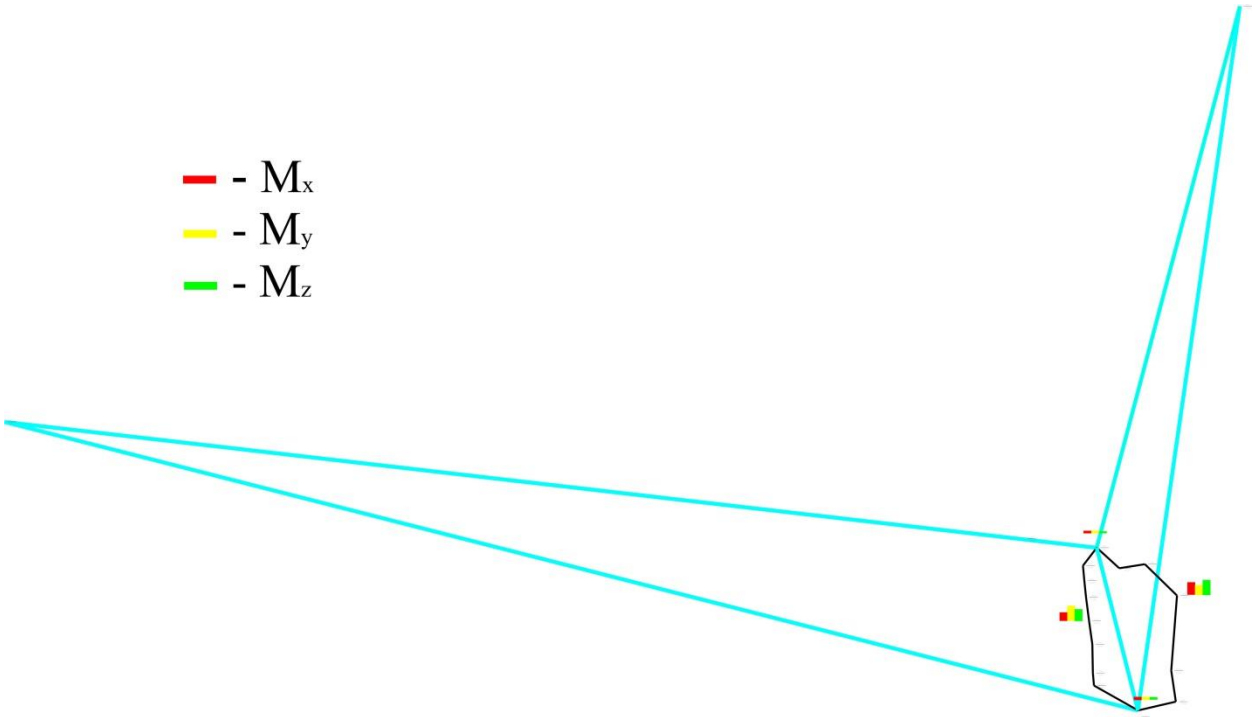


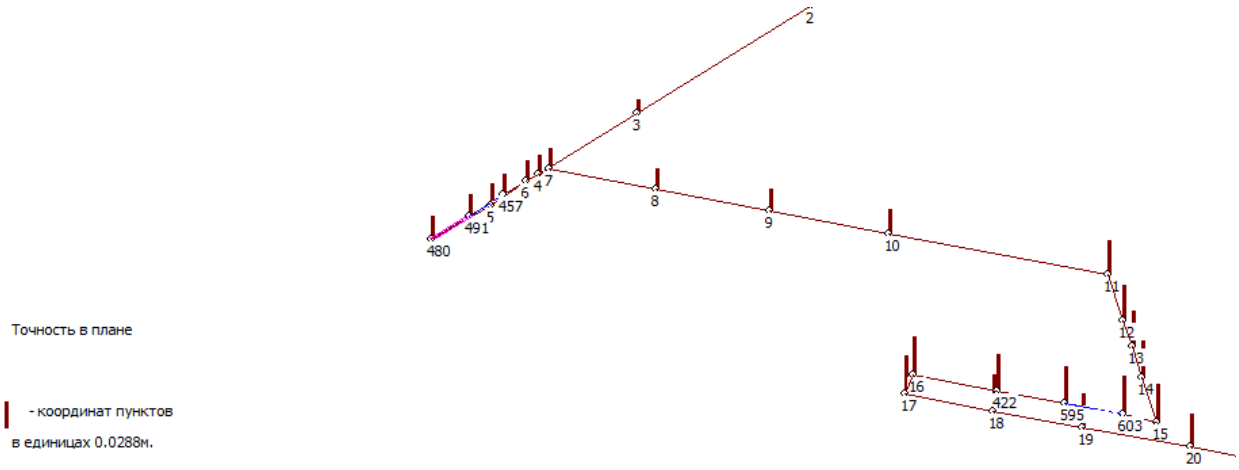
Рис. 15.19 Накопление ошибок, вариант № 7

Такая схема привязки съемочного хода обеспечивает необходимую точность определения координат пунктов съемочного обоснования, без прокладки привязочных ходов.

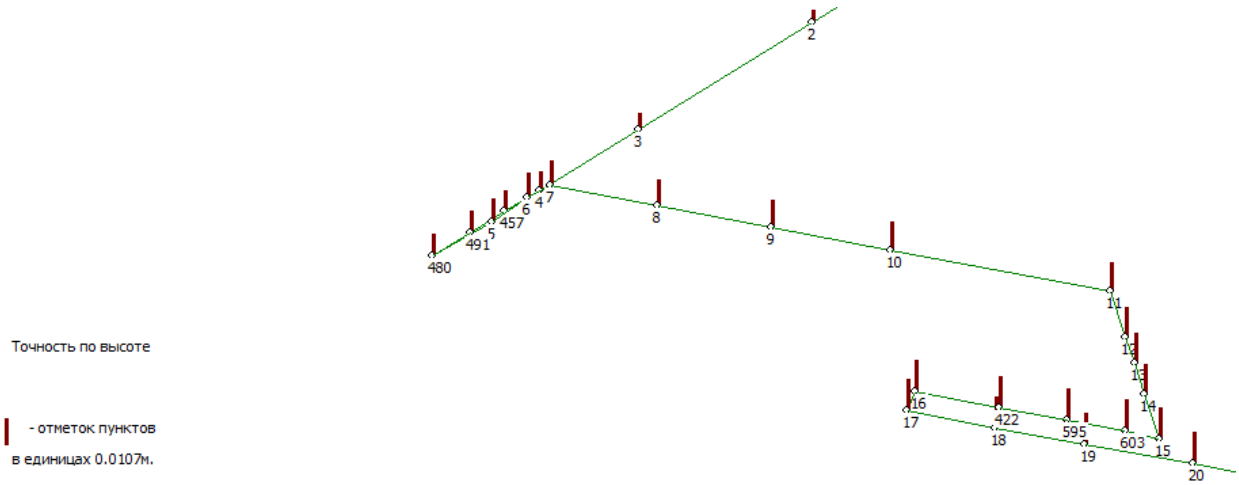
Анализ накопления ошибок определения координат точек съемочного обоснования показал, что для создания сетей, возможно, применить различные по точности инструменты и технологии создания. При большой длине привязочных ходов наиболее целесообразно использовать спутниковые измерения, чем больше расстояние до пунктов государственной геодезической сети, тем эффективнее будет такая технология привязки. Выбор технологии

выполнения геодезических работ должен решаться как многопараметрическая задача определения оптимального соотношения стоимости, точности и времени выполнения геодезических работ.

На рисунках 15.8 – 15.19 столбиковые диаграммы показаны в совмещенном виде M_x,M_y,M_z для наглядного представления об их изменении при различных методах и точности измерений. В программе столбиковые диаграммы показаны отдельно для планового положения M_p и высотного M_z (рис. 15.20а и 15.20б соответственно).



а) диаграмма ошибок планового положения пунктов



б) диаграмма ошибок высот пунктов

Рис. 15.20 Диаграммы накопления ошибок в сетях

16 Уравнивание и предрасчет точности маркшейдерских подземных сетей и сбоек горных выработок

В маркшейдерии использование информационных технологий имеет еще большее значение, чем в геодезии. Это связано с тем, что в угольных шахтах не разрешается применять электронные тахеометры по требованиям техники безопасности, поэтому измерение длин линий выполняется, как и в прошлом веке, стальными рулетками, а угловые измерения выполняются оптическими теодолитами. При такой технологии измерений повышаются требования к программному обеспечению по уравниванию маркшейдерских сетей, поиску ошибок и особенно к анализу точности проектируемых сетей. Это связано в первую очередь с тем, что ошибки в маркшейдерских сетях при проведении горных выработок встречными забоями могут привести к значительному материальному ущербу.

Только недавно появился электронный тахеометр во взрывобезопасном исполнении, однако не все шахты имеют его в своем арсенале.

16.1 Построение, уравнивание и предрасчет точности подземных маркшейдерских сетей

Программном комплексе МГСети имеется возможность выполнять проектирование и строгий предрасчет точности подземных маркшейдерских сетей. Для моделирования гироскопических определений используются жесткие азимуты. Предрасчет точности сбоек горных выработок отличается от просто предрасчета точности маркшейдерских сетей тем, что предрасчет сбоек должен выполняться для направления перпендикулярного оси сбиваемой выработки [2]. Методика предрасчета сбоек горных выработок проходимых встречными забоями, которая приведена в действующей «Инструкции …» [2] весьма приближенно оценивает точность сбоек горных выработок вы-

званную геометрическими факторами сети, весьма трудоемка и не позволяет выполнить исследования по моделированию различных методик измерений и оценке влияния на точность сбойки линейных и угловых измерений. Поэтому одной из целей данной программы является создание методики строгого предрасчета точности сбоек горных выработок, которая будет учитывать все эти факторы.

При проведении горных выработок встречными забоями встречается два варианта:

1. проведение сбойки обеспечивается маркшейдерскими сетями, проложенными по системе горных выработок одной шахты, без учета ориентировок через шахтные стволы;
2. сбойка выработки выполняется с учетом ходов, проложенных от разных стволов, между которыми прокладывается ход на поверхности с учетом ориентирования сетей через шахтные стволы.

16.2 Методика предрасчета сбойки горных выработок в пределах одной шахты

Для предрасчета точности сбоек используются возможности программного комплекса МГСети по предрасчету точности геодезических и маркшейдерских сетей. Для возможности предрасчета сбоек необходимо применение специальной методики.

Для предрасчета необходимо загрузить в программу МГСети план горных работ с изображением существующих и проектируемых горных выработок (рис. 16.1). Например нужно выполнить предрасчет точности сбойки главного южного квершлага, проходка которого планируется встречными забоями. Для выполнения предрасчета, средствами программы МГСети задается положение пунктов проектируемой сети и моделируются маркшейдерские измерения длин и углов.

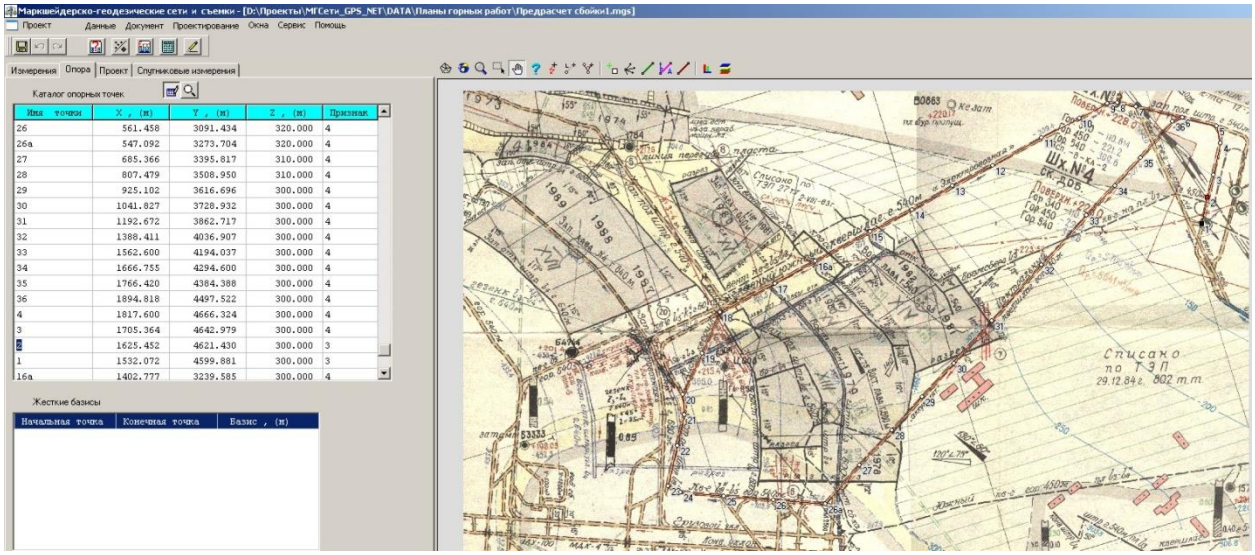


Рис. 16.1 Задание пунктов проектируемой сети

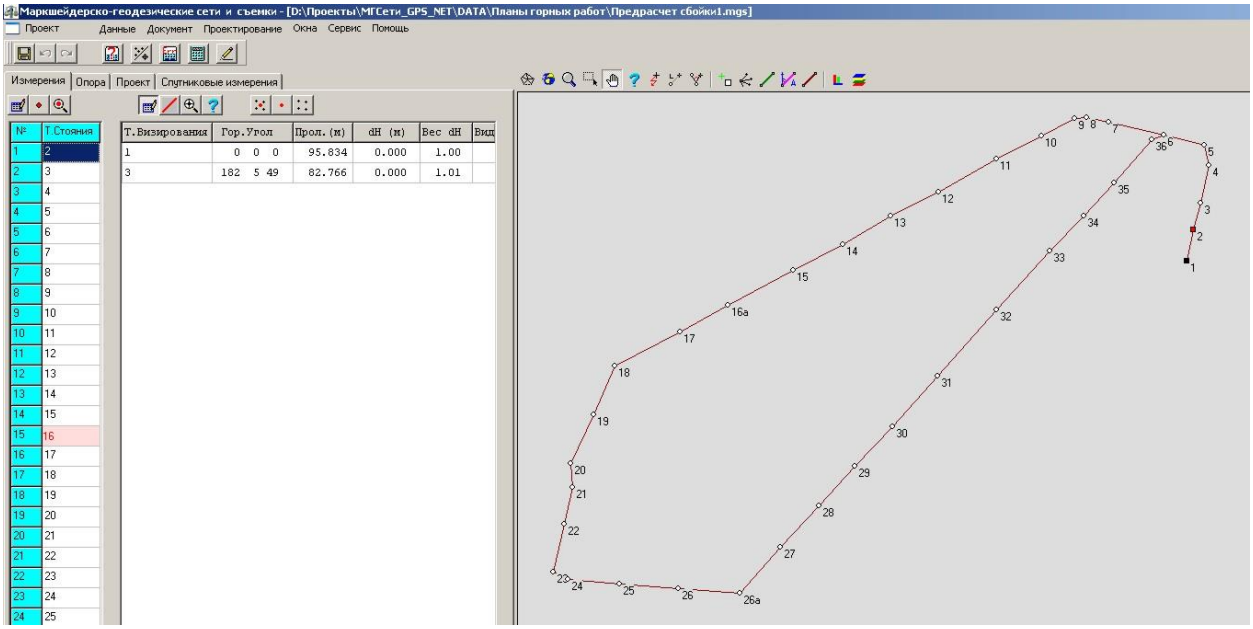


Рис. 16.2 Моделируемая сеть

Предполагается, что измерения в маркшейдерской сети будут выполняться оптическим теодолитом 2Т5К а длины будут измеряться стальной рулеткой. Предполагается, что сбойка произойдет в точке 16. Кроме того, чтобы определить точность сбойки в направлении перпендикулярном направлению выработки [2] сеть необходимо повернуть на угол, что можно добиться заданием дирекционного угла стороны 1-2. Чтобы определить точность сбойки, необходимо в месте сбойки разорвать сеть – для этого замораживаем точку стояния 16, а на точке 17 изменяем имя точки визирования на 16а (рис.

16.4). Такой прием позволяет избежать координатной привязки. Сеть получается разделенной на два хода 1-й от точки 6,7,8,… до точки 16 и 2-й от точки 6,36, 35, 34… до точки 16а. В результате поворота ошибка M_x будет соответствовать ошибке определения координат пунктов в направлении перпендикулярном оси выработки

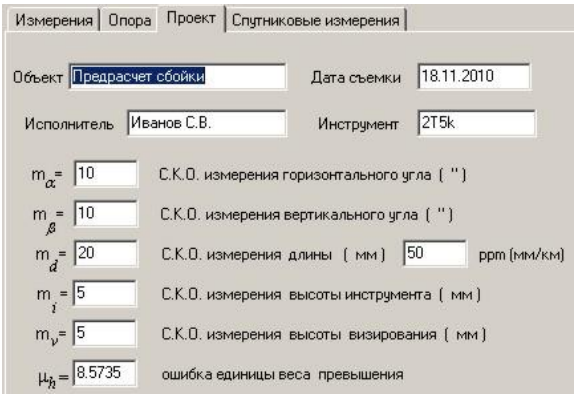


Рис. 16.3 Параметры измерений сети

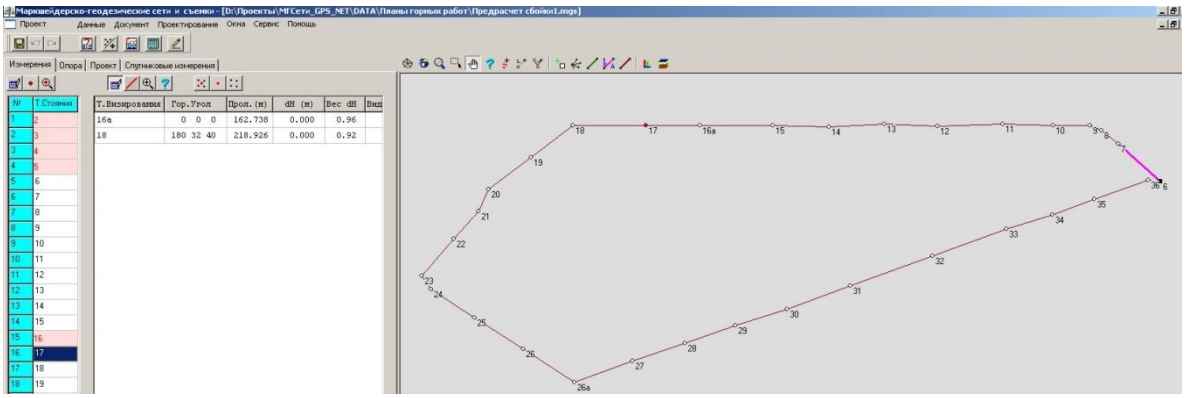


Рис. 16.4 Повернутая и разорванная сеть

Теперь можно выполнить предрасчет точности этой сети, диаграмма распределения ошибок в этой сети приведена на рис. 16.5.

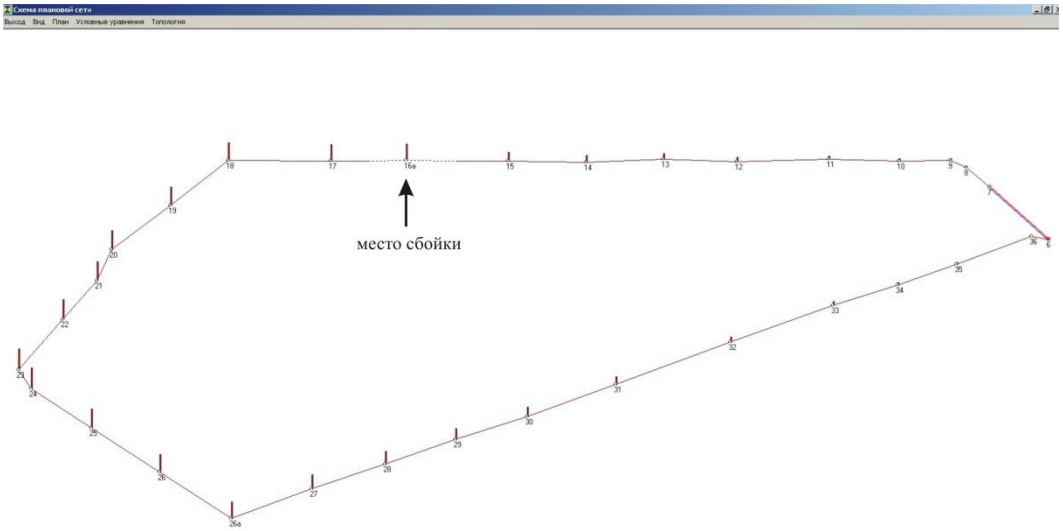


Рис. 16.5 Диаграмма распределения ошибок координат пунктов сети

Анализ ошибок в этой сети показывает, что ошибки в ходе 1 возрастают от пункта 6 до пункта 16 и на пункте 16 составляют M_x=0,186мм, в ходе 2 ошибки возрастают от пункта 6 к пункту 16а для которого M_x=0,240мм. В зависимости от транспортных средств в проектируемой выработке допуски на сбойку могут быть различными и определяются характеристиками конкретного транспортного оборудования.

С помощью программы МГСети можно исследовать влияние различных факторов на точность сбойки. Для угольных шахт есть несколько вариантов повышения точности:

1. повысить точность измерения длин;
2. повысить точность измерения углов;
3. добавить стороны гироскопического ориентирования.

Например, если повысить точность измерения длин, как показано на рис. 16.6 (нельзя задавать значение 0, чтобы избежать деления на ноль) и выполнить предрасчет то характер распределения ошибок будет таким же, как и на рис.16.5, а абсолютные значения величин составят для 1-го хода M_x=0,185мм и для второго хода M_x=0,236мм, т.е. повышение точности измерения длин практически не окажет влияния на точность сбойки выработки.

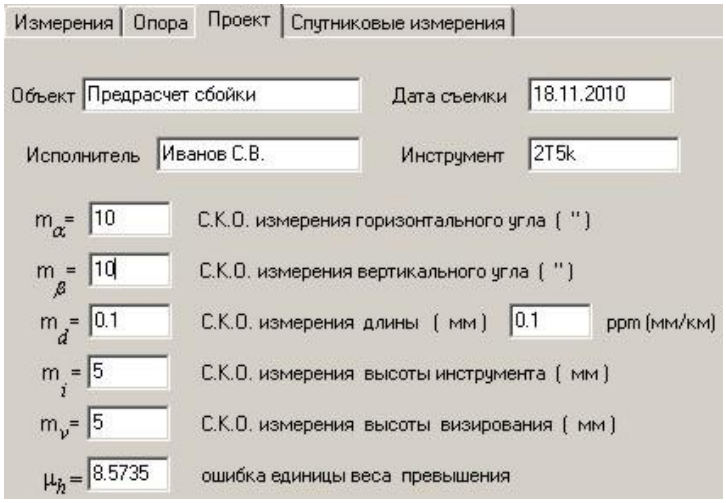


Рис. 16.6 Вариант с «безошибочным» измерением длин

Если в этой же сети оставить прежнюю точность измерения длин, а измерения углов считать «безошибочными» рис. 16.7 и выполнить предрасчет точности, то распределение ошибок в сети будет, как показано на рисунке 16.8, а абсолютные значения будут для 1-го хода M_x=0,018мм и для второго хода M_x=0,043мм, т.е. варьируя точность измерения углов для данной конфигурации сети можно добиться заданной точности сбойки выработки.

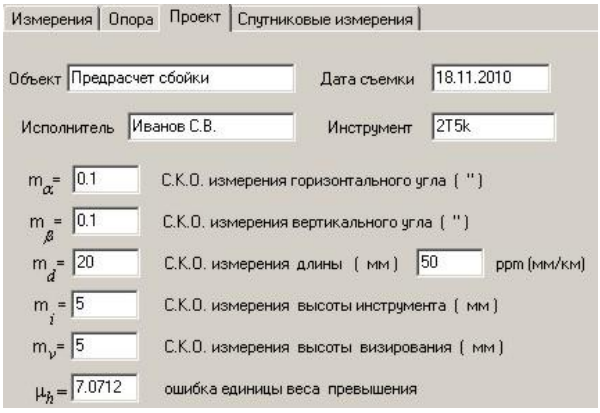


Рис. 16.7 Вариант с «безошибочным» измерением углов

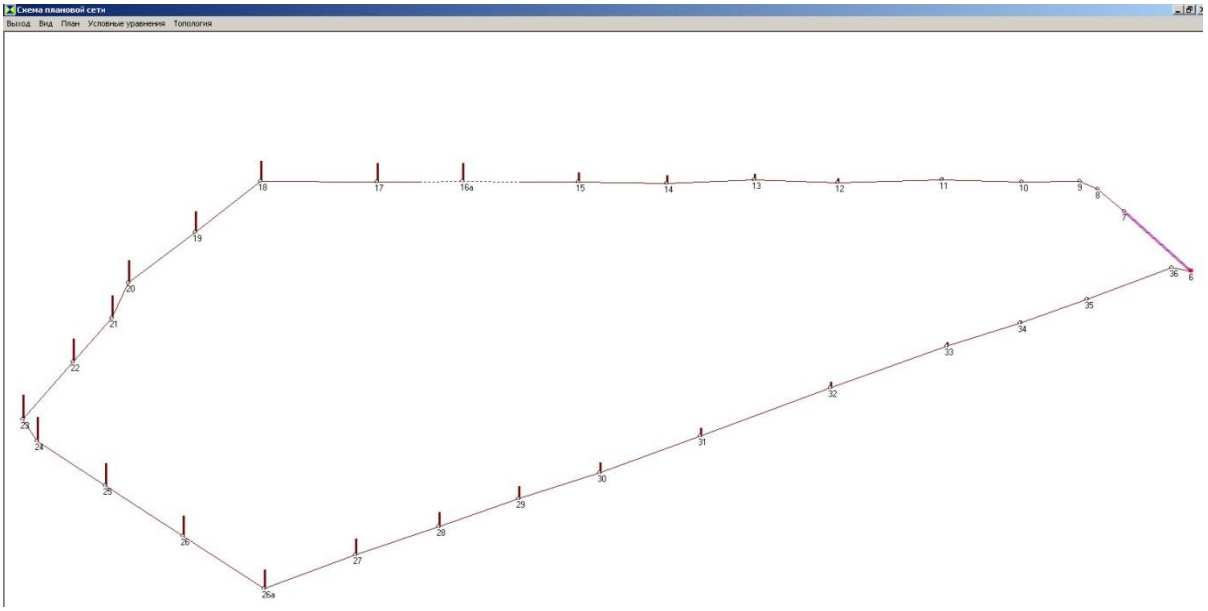


Рис. 16.8 Распределение ошибок определения координат пунктов при «безошибочном» измерении углов

Еще одним вариантом повышения точности подземной маркшейдерской сети являются стороны на которых производится гироскопическое ориентирование [2,23]. Гироскопическое ориентирование позволяет определить азимуты (дирекционные углы сторон с высокой точностью. Для моделирования гироскопических измерений необходимо, воспользовавшись инструментом задания азимутов . Если задать гироскопические азимуты, как показано на рис. 16.9 (показаны утолщенными линиями) то ошибка определения координат для 1-го хода составит M_x=0,119мм и для второго хода M_x=0,110мм т.е. по сравнению с начальным вариантом (рис. 16.3 и 16.5) ошибка сбойки выработки уменьшится более чем в 2 раза.

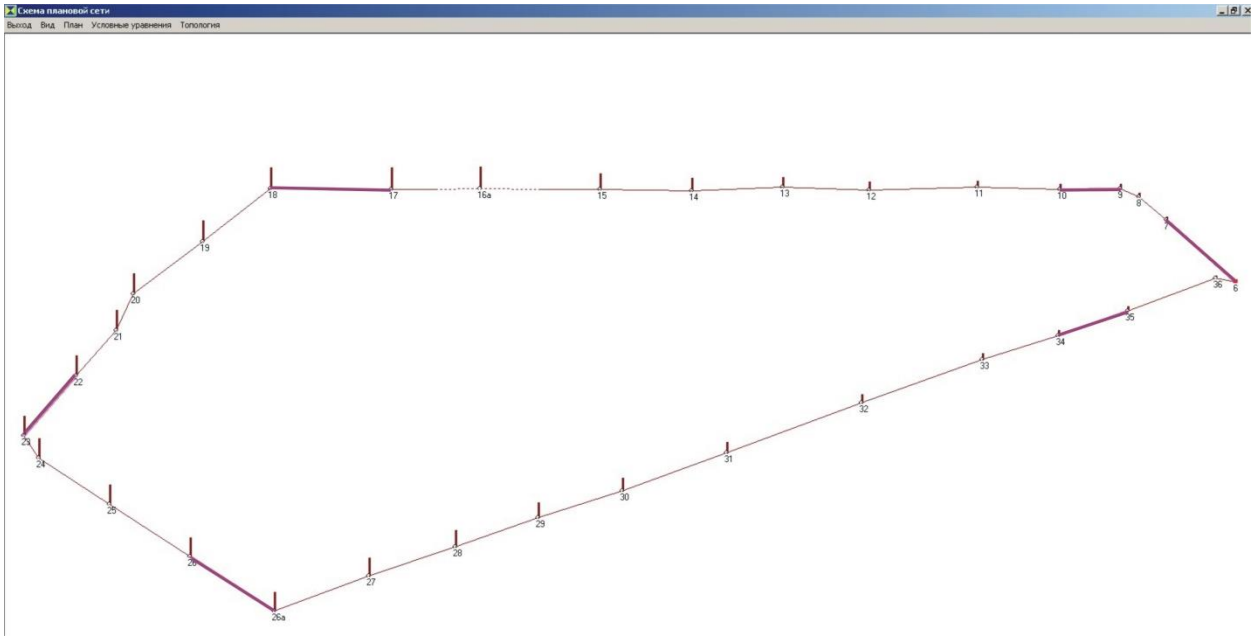


Рис. 16.9 Схема гироскопических ориентирований в сети

Хотя возможно для такой конфигурации сети наиболее приемлемым способом повышения точности сбойки будет повышение точности измерения углов. Например, если принять точность измерения горизонтальных и вертикальных углов 5" то ошибка определения координат для 1-го хода составит M_x=0,094мм и для второго хода M_x=0,126мм, что допустимо при железнодорожном транспорте в выработке.

16.3 Методика предрасчета сбойки горных выработок между шахтами (стволами)

Этот вариант принципиально отличается от предыдущего тем, что в нем участвуют сети различной точности, создаваемые по разным методикам. Кроме того, в зависимости от глубины ствола и условия проведения работ такие сети содержат ошибки передачи координат с поверхности в шахту и ошибки ориентирования подземной маркшейдерской сети. Все эти особенности можно учесть при проектировании сетей в программе МГСети.

Первым этапом проектирования маркшейдерских сетей для обеспечения сбойки между стволами является создание нового проекта и загрузка с помощью менеджера растровых слоев сориентированных в условной системе координат (рис. 16.10).

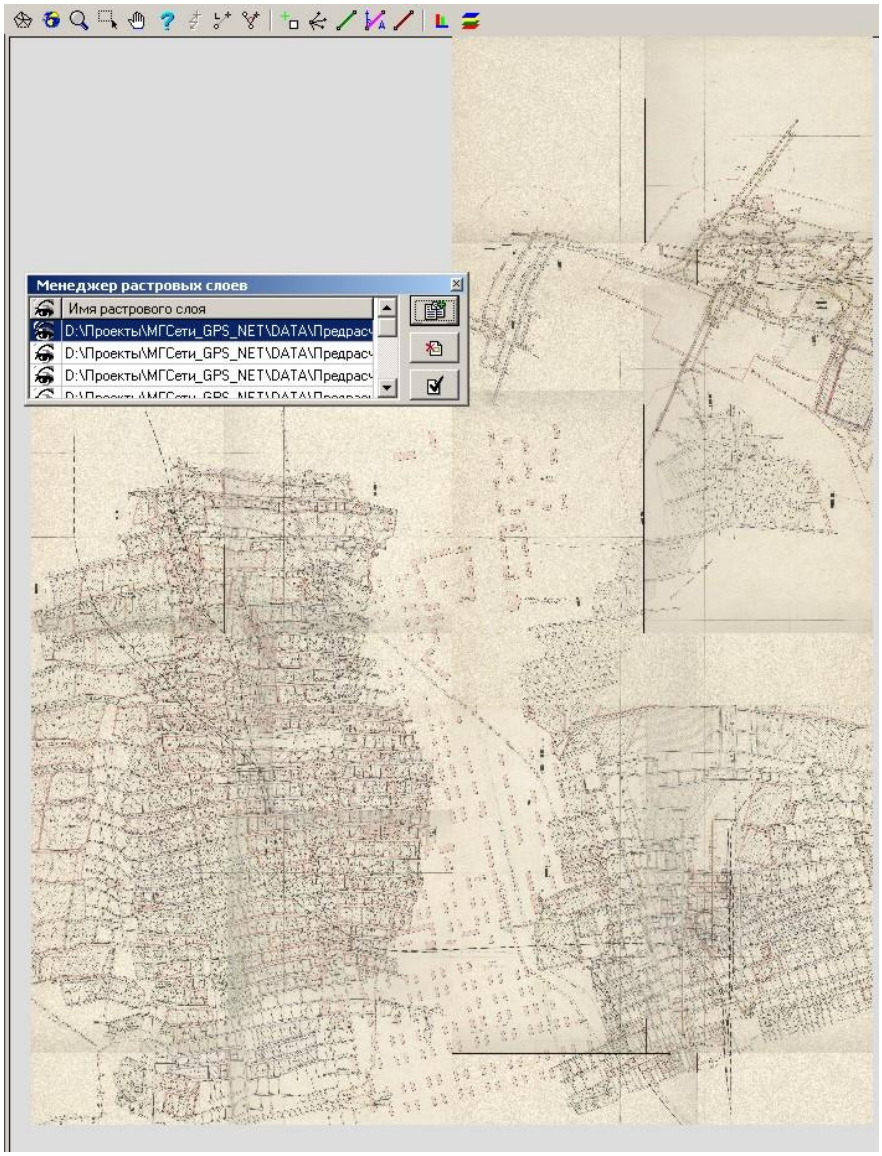


Рис. 16.10 Загрузка растровых планшетов

Затем с помощью инструментов моделирования сетей, визуально задается положение пунктов маркшейдерской сети, и моделируются измерения, как показано на рис. 16.11 и 16.12.

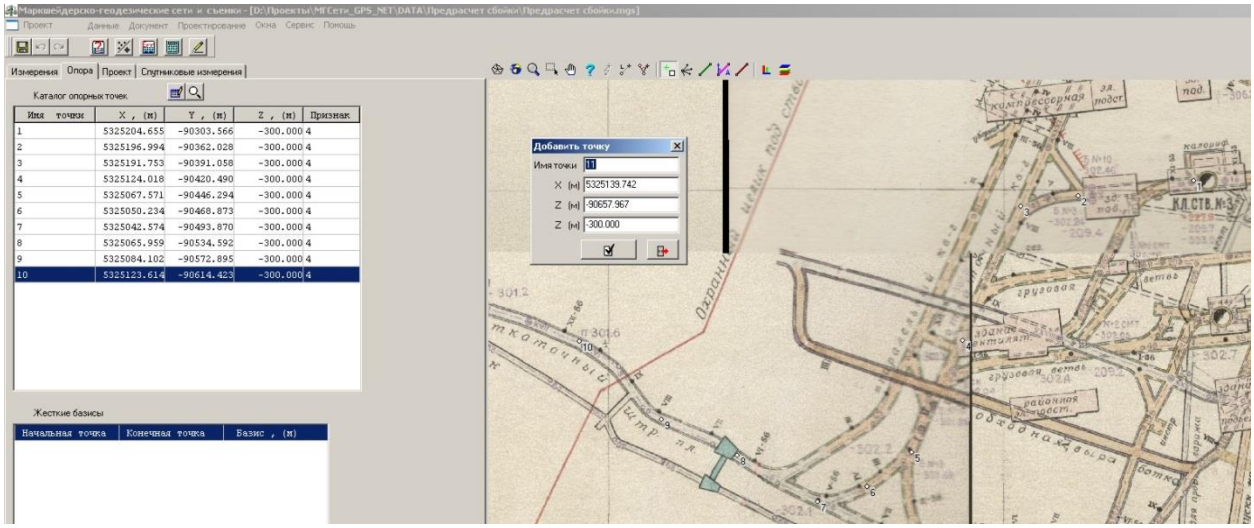


Рис. 16.11 Задание проектируемых пунктов

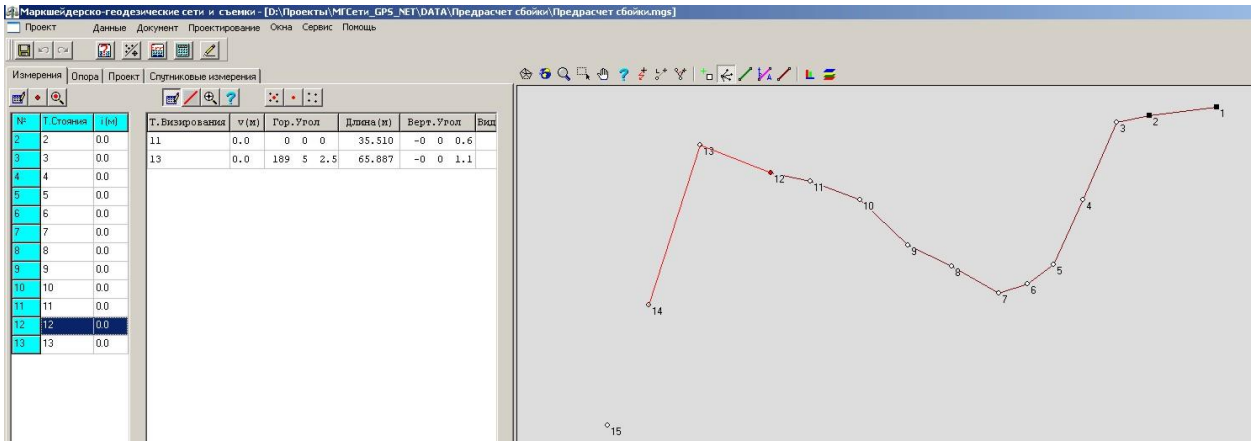


Рис. 16.12 Задание измерений проектируемой сети

Схема подземных маркшейдерских сетей для обеспечения сбойки показана на рис. 16.13. После моделирования маркшейдерской сети отключаем видимость растровых планшетов (рис. 14) и поворачиваем сеть таким образом, чтобы ось выработки была параллельна одной из координатных осей (в нашем случае оси Y). Разворот сети задается с помощью жестких азимутов сторон 1-2 и 30-31, что соответствует гироскопическому ориентированию сети. Задание азимута показано на рис. 16.15, а повернутая сеть приведена на

рис. 16.16. Для моделирования сбойки горной выработки в точке 20 выполняем следующие операции:

- замораживаем точку стояния 20;
- на точке стояния 21 изменяем имя точки 20 на 20а.

Таким образом, мы разделили сеть на 2 хода:

- 1-й ход от точки 1, 2, 3, . . . 20
- 2-й ход от точки 31, 30, 29, . . . 20а

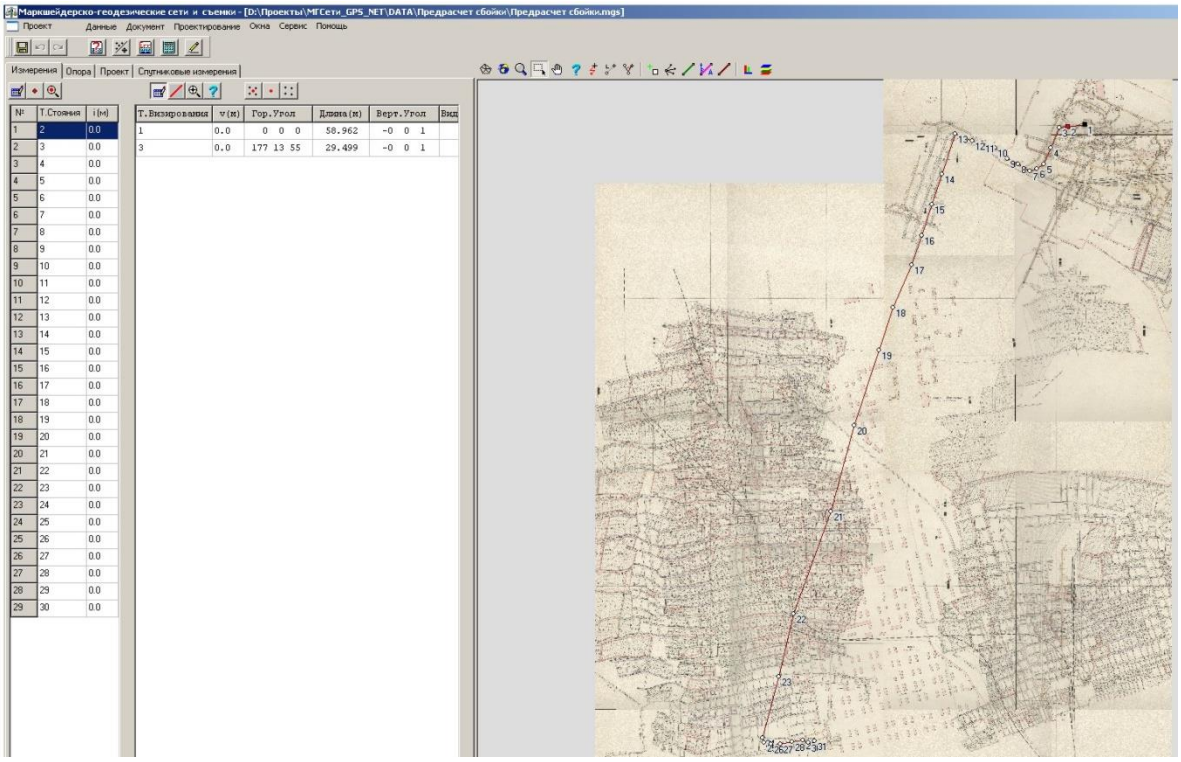


Рис. 16.13 Схема подземной маркшейдерской сети

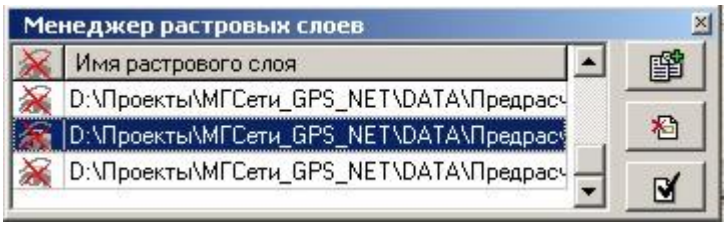


Рис. 16.14 Отключаем видимость растровых планшетов

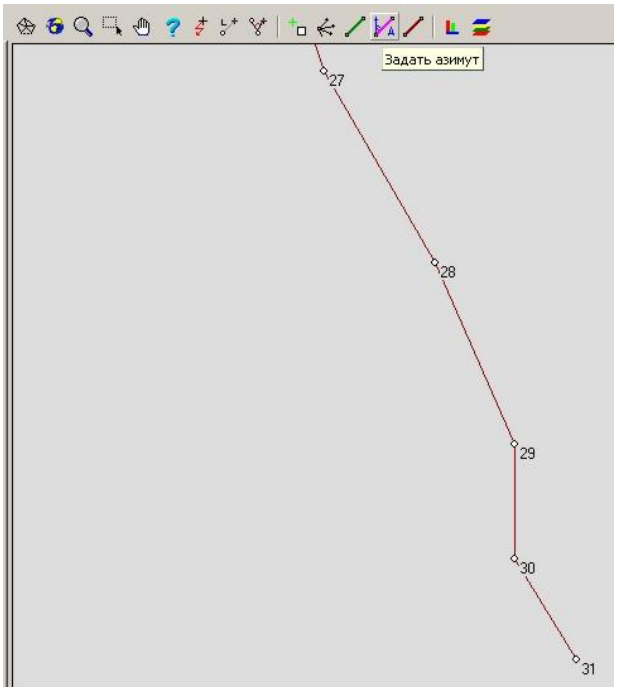


Рис. 16.15 Задание жесткого азимута

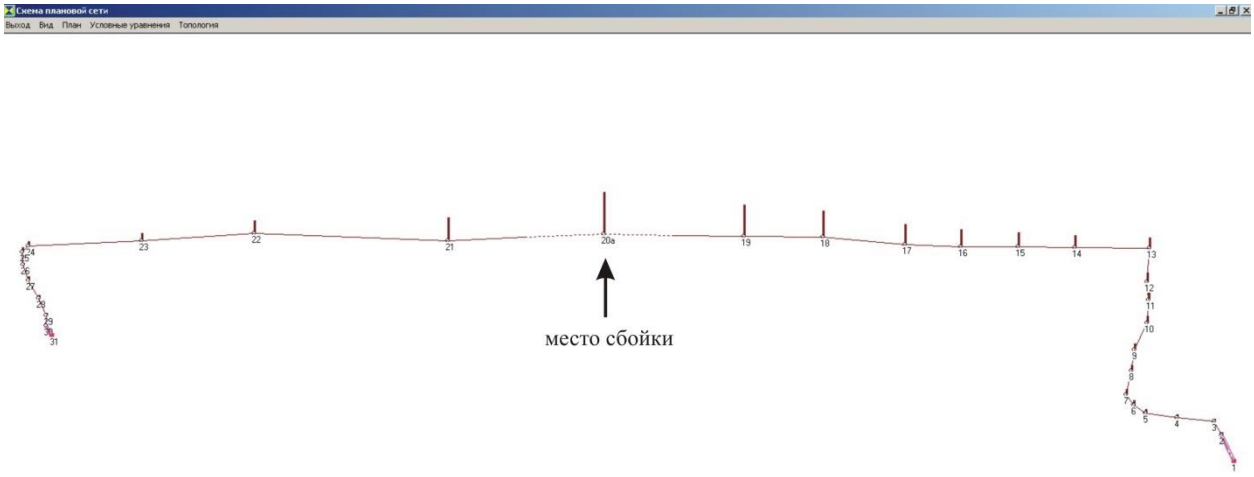


Рис. 16.16 Диаграмма распределения ошибок в сети

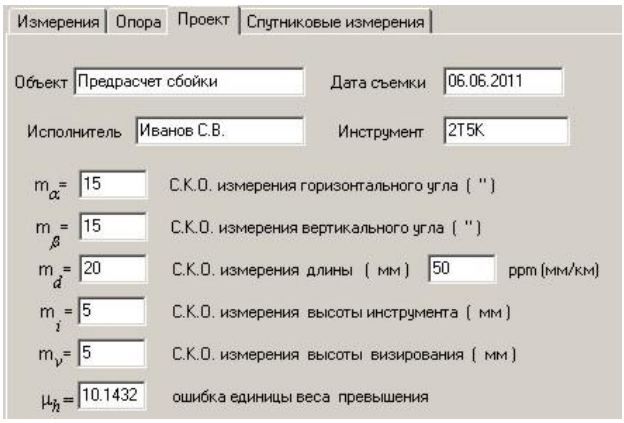


Рис. 16.17 Параметры измерений

Если принять угловые и линейные параметры предрасчета, как показано на рис. 16.17 ошибки положения точек 20 и 20а в направлении оси X составят соответственно, 0,425м и 0,331м.

Однако это еще не полные ошибки несбойки горных выработок. При таком варианте сбойки горных выработок необходимо учесть ошибки геодезического обоснования на поверхности. Для этого выполним моделирование полигонометрического хода, который определяет координаты центров стволов, через которые происходила передача координат в шахту.

Геодезические работы на поверхности предполагается выполнять электронным тахеометром Sokkia SET330 рис. 16.18.

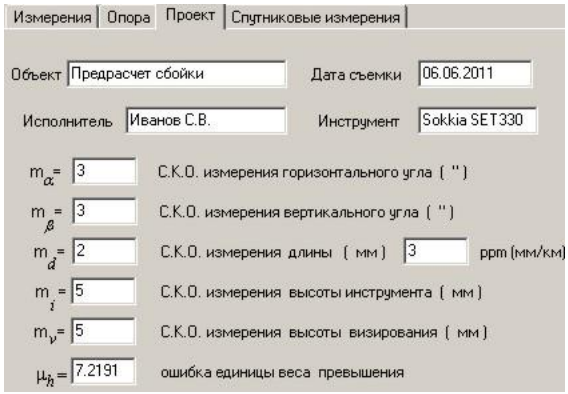


Рис. 16.18 Параметры геодезических измерений на поверхности

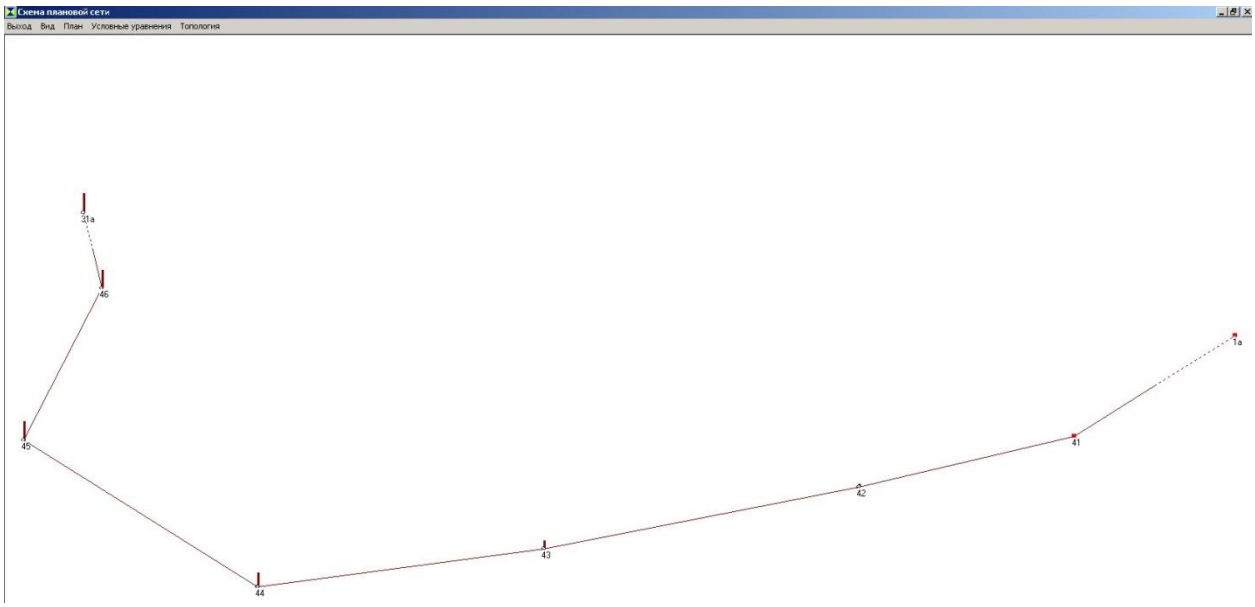


Рис. 16.19 Диаграмма распределения ошибок в сети на поверхности

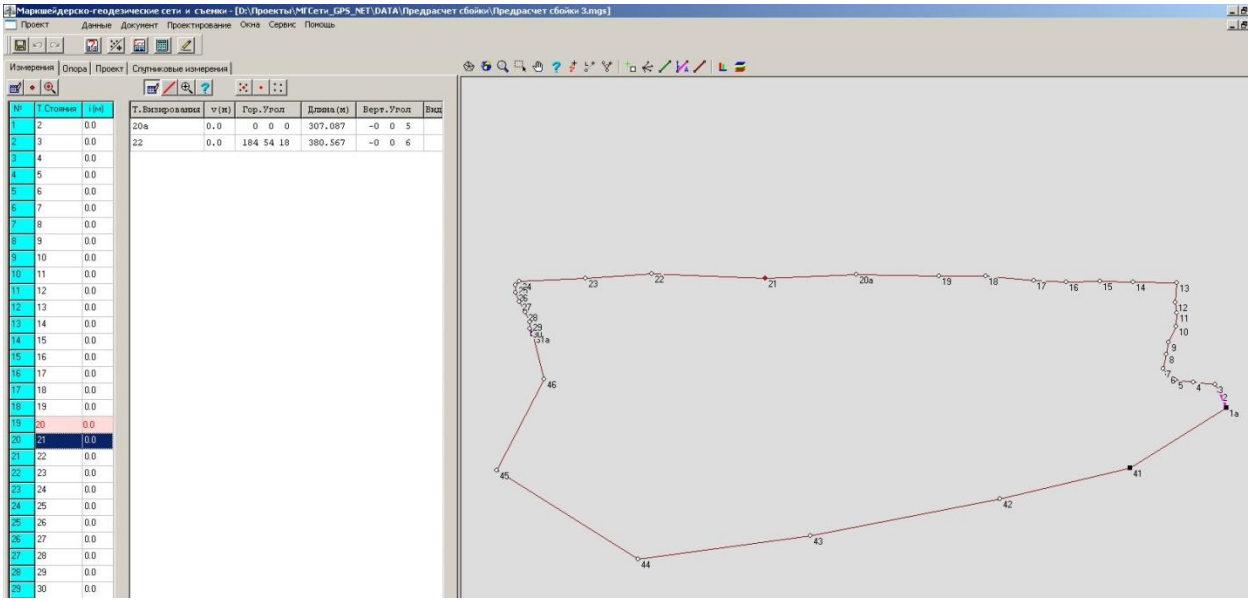


Рис. 16.20 Схема сети для обеспечения сбойки горных выработок

На рис. 16.18 точки 1а и 31а соответствуют шахтным стволам на поверхности, точка 41 подходной пункт полигонометрии у ствола №2. Ошибка определения координат точки 31а относительно точки 1а в направлении оси X составляет 0,056м. Еще при расчете ошибки сбойки необходимо учитывать ошибку передачи координат в шахту, согласно инструкции 2, эту ошибку принимают равной 50мм при глубине ствола до 500 метров, и вычисляют по формуле $m_{пк} = 0{,}1H$ мм, где H – глубина ствола в метрах. В нашем случае глубина ствола составляет 520 метров, следовательно $m_{пк} = 52$ мм. Общая ошибка сбойки будет определяться из выражения:

$$m_{сб} = \sqrt{m_п^2 + m_ш^2 + m_{пк}^2} = \sqrt{0{,}056^2 + 0{,}425^2 + 0{,}052^2} = 0{,}431м$$

$m_п = 0{,}056$ м – ошибка геодезической сети на поверхности;

$m_ш = 0{,}425$ м – ошибка подземной сети;

$m_{пк} = 0{,}052$ – ошибка передачи координат в шахту.

Величина ошибки сбойки зависит в основном от точности маркшейдерской подземной сети, поэтому повышение точности сбойки необходимо повышать, изменяя параметры измерений подземной сети. Измерение длин в шахте практически увеличить нельзя, поэтому повышение точности можно добиться, только повысив точность угловых измерений до 5", в этом случае ошибки положения точек 20 и 20а в направлении оси X составят соответственно, 0,149м и 0,116м.

В этом случае ошибка сбойки составит:

$$m_{сб} = \sqrt{m_n^2 + m_ш^2 + m_{пк}^2} = \sqrt{0{,}056^2 + 0{,}149^2 + 0{,}052^2} = 0{,}167м$$

С помощью комплекса «МГСети» можно выполнить исследование влияния угловых и линейных измерений при данной конфигурации маркшейдерской сети. Например, если линейные измерения выполнять «безошибочно» т.е. с пренебрежимо малой ошибкой как показано на рисунке 16.21.

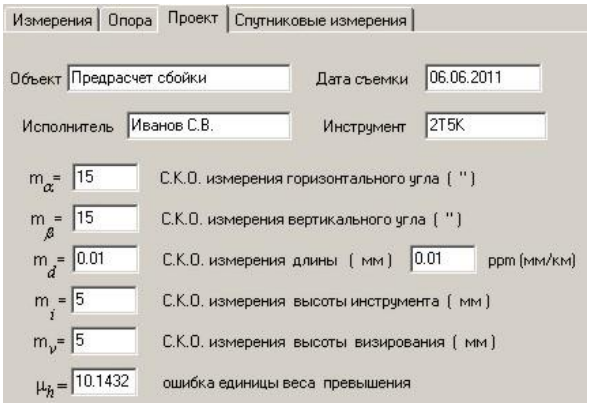


Рис. 16.21 «Безошибочное» измерение длин

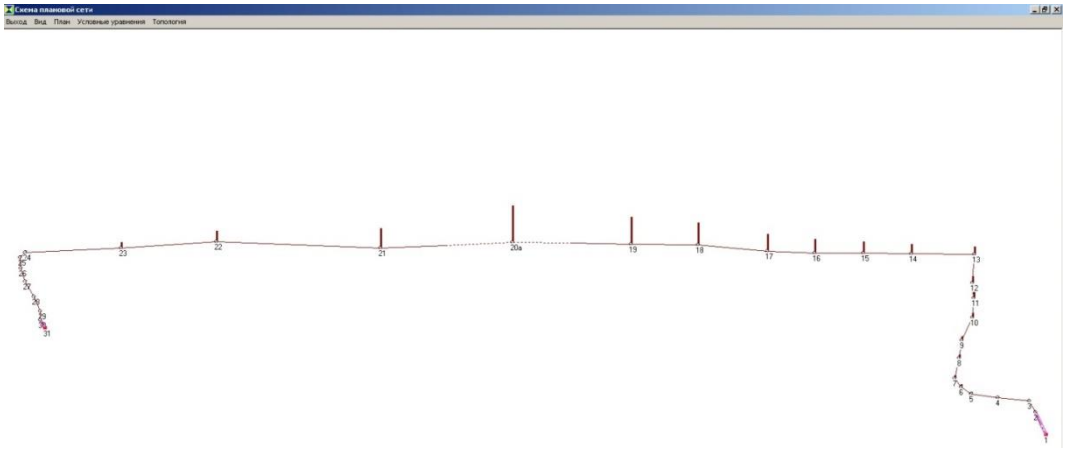


Рис. 16.22 Диаграмма ошибок сети при «безошибочном» измерении длин

Ошибки положения точек 20 и 20а в направлении оси X составят соответственно, 0,422м и 0,328м, что свидетельствует об очень малом влиянии измерения длин на точность сбойки.

Если в этой же сети смоделировать «безошибочное» измерение углов, параметры измерений показаны на рис. 16.23

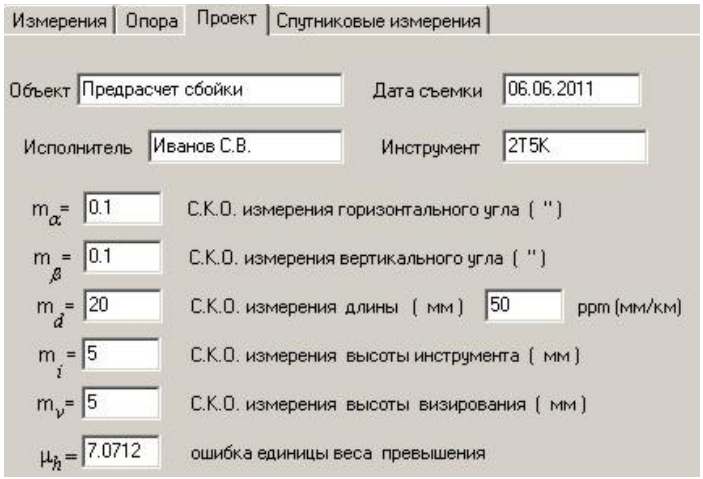


Рис. 16.23 «Безошибочное» измерение углов

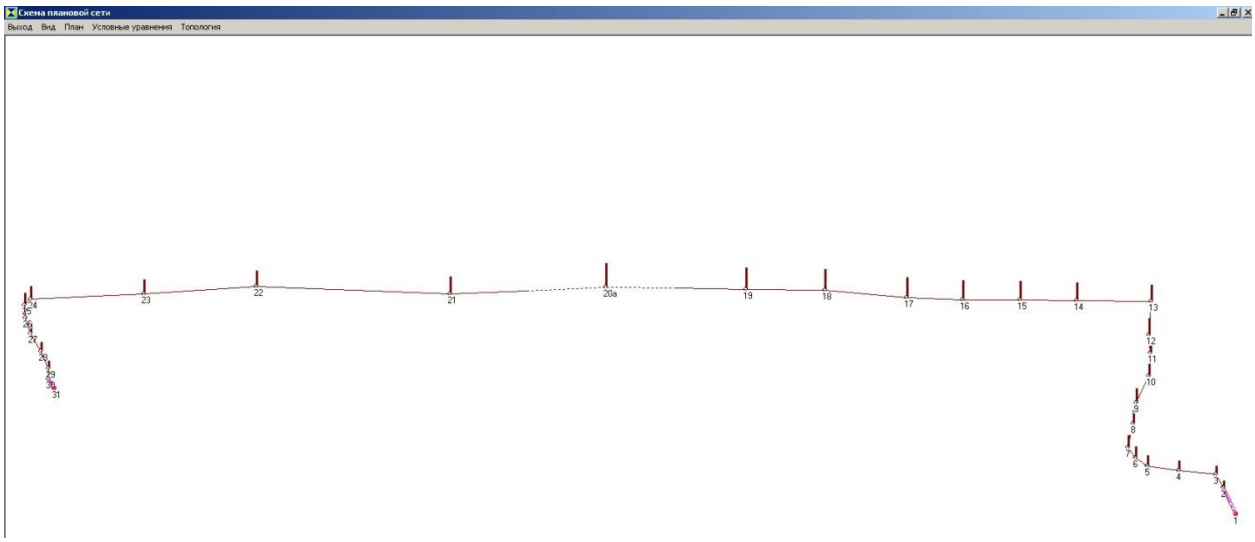


Рис. 16.24 Диаграмма распределения ошибок в подземной сети при «безошибочном» измерении углов

Ошибки положения точек 20 и 20а в направлении оси X составят соответственно, 0,048м и 0,038м, что свидетельствует об очень сильном влиянии точности угловых величин на точность сбойки.

16.4 Предрасчет точности сбойки с использованием специальной функции

Предрасчет точности сбойки выработок можно выполнить без поворотов сети, таким образом чтобы сбиваемая выработка была параллельна одной из координатных осей. Для этого в программном комплексе «МГСети» имеется инструмент, который позволяет выполнить предрасчет сбойки с учетом всех условий, которые возникают в маркшейдерской сети. Для примера возьмем предрасчет точности сбойки главного южного квершлага, проходка которого планируется встречными забоями (рис. 16.1 и 16.2). Для задания предрасчета сбойки, активизируем инструмент задания места сбойки (рис. 16.25). Следует сделать замечание, что в этом случае для задания направления сбойки – т.е. линии, по которой будет выполняться сбойка выработки, используется направление между задаваемыми точками, поэтому точка 16 и 16а не должны иметь одинаковые координаты. Для задания направления достаточно, чтобы между ними было расстояние около метра – оно практически не повлияет на величину предрасчета, но даст возможность визуально проверить параллельность этого отрезка линии сбойки выработки. На рис 16.25–16.26 показаны увеличенные фрагменты сети на которых показан выбор точек сбойки.

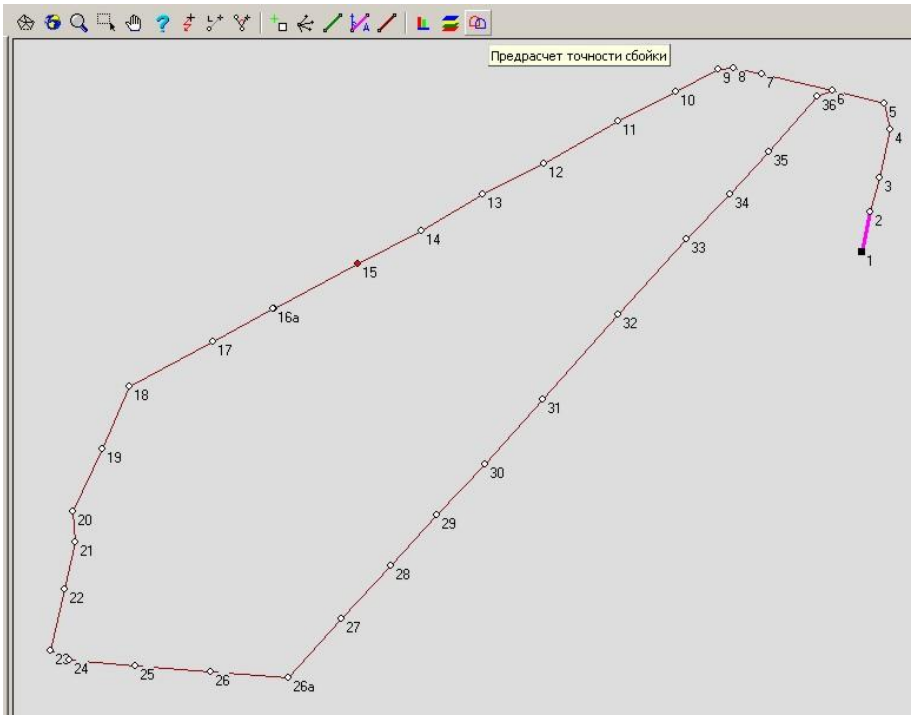


Рис. 16.25 Схема сбойки

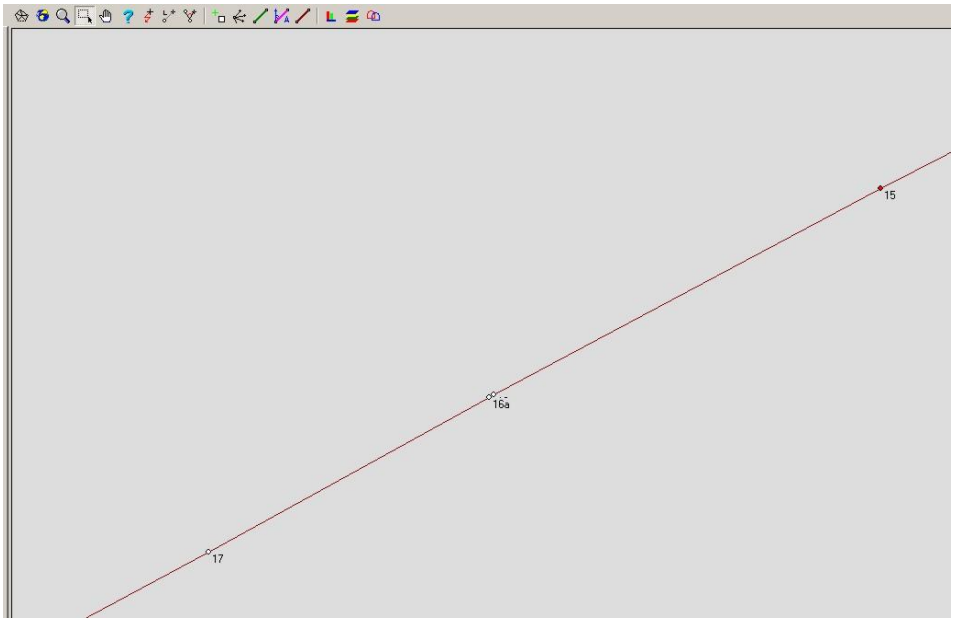


Рис. 16.26 Фрагмент сети

После активизации инструмента задания точек сбойки (рис. 16.25) появится приглашение задать курсором первую точку сбойки (рис. 16.27). Выбор точки осуществляется левой кнопкой мыши. После выбора первой точки появится приглашение выбрать вторую точку (рис. 16.28).

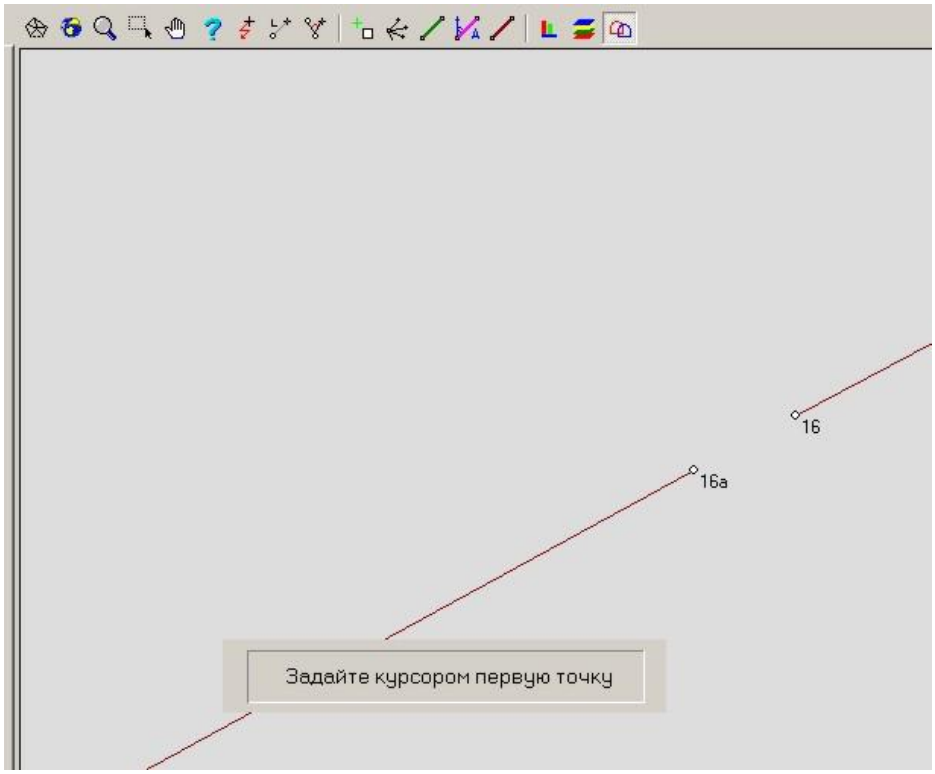


Рис. 16.27 Выбор первой точки

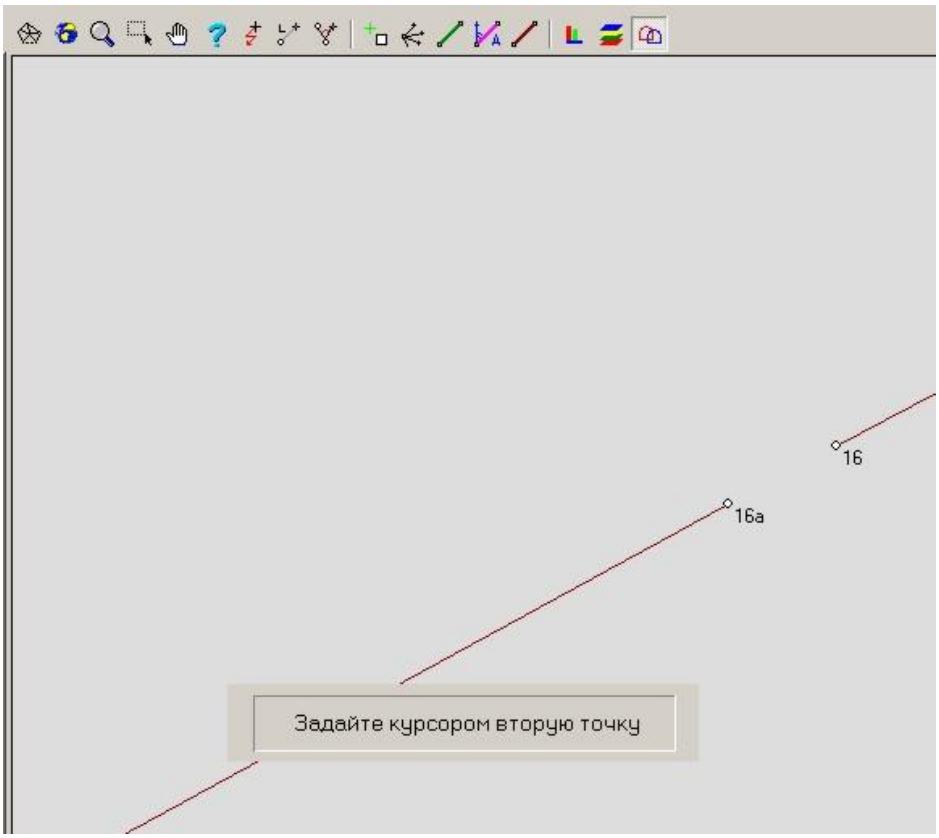


Рис. 16.28 Выбор второй точки

После выбора второй точки появится форма, с заданными именами начальной и конечной точек (рис. 16.29), в которой можно отредактировать имена точек. После команды на предрасчет программа проверит, имеются ли такие имена точек, совпадение имен начальной и конечной точек и выполнит предрасчет. Результаты предрасчета будут показаны в форме, как показано на рисунке 16.30.

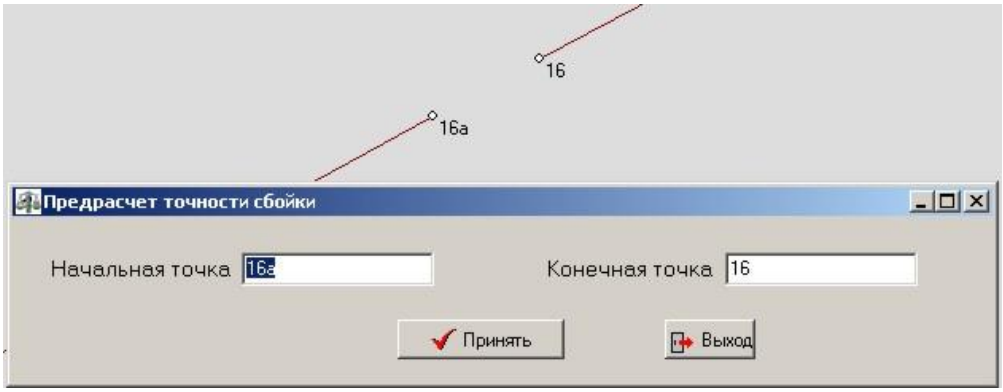


Рис. 16.29 Задание точек для предрасчета

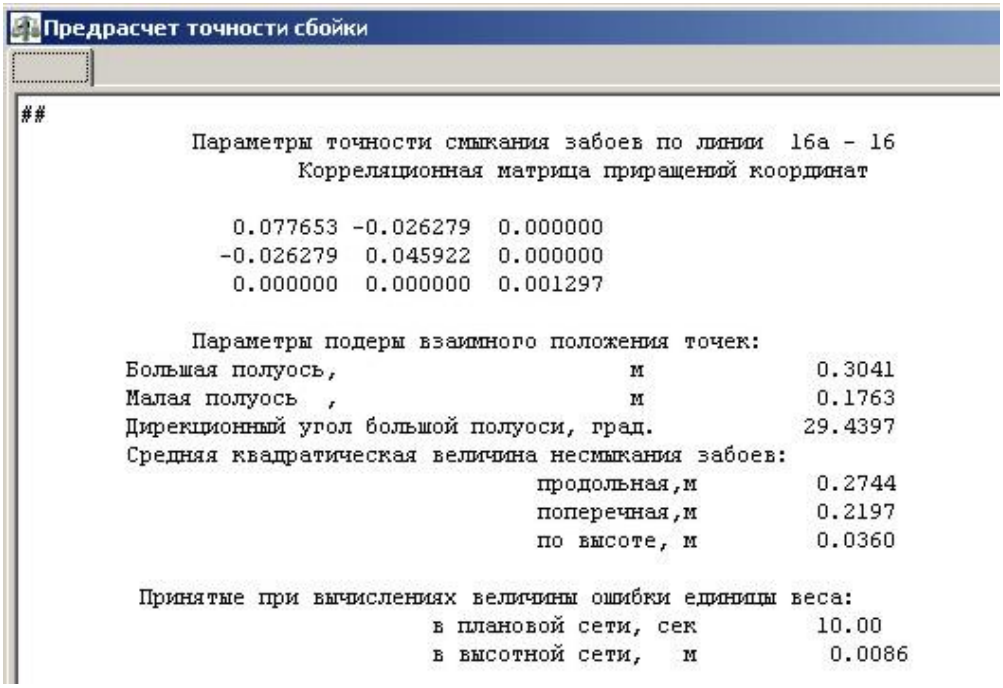
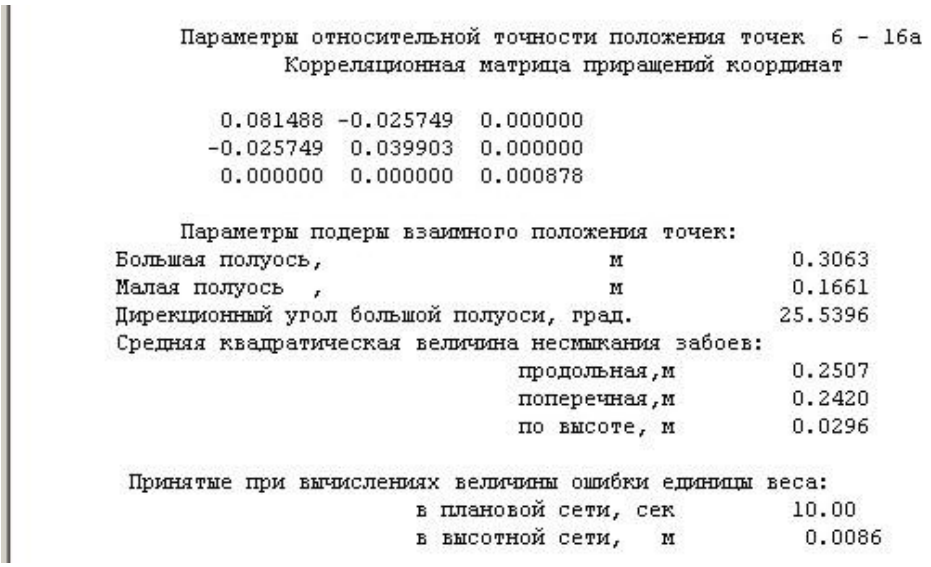


Рис. 16.30 Протокол вычисления точности смыкания забоев

Эту же функцию можно использовать для определения относительной точности любых двух точек сети с учетом конфигурации существующей сети. Например если определить относительную точность между точками 6 и 16а. Технология задания точек такая же, как и в предыдущем случае, результаты показаны на рис. 16.31.



Параметры относительной точности положения точек 6 - 16а
Корреляционная матрица приращений координат

0.081488	-0.025749	0.000000
-0.025749	0.039903	0.000000
0.000000	0.000000	0.000878

Параметры подеры взаимного положения точек:

Большая полуось, м	0.3063
Малая полуось , м	0.1661
Дирекционный угол большой полуоси, град.	25.5396
Средняя квадратическая величина несмыкания забоев:	
продольная,м	0.2507
поперечная,м	0.2420
по высоте, м	0.0296

Принятые при вычислениях величины ошибки единицы веса:

в плановой сети, сек	10.00
в высотной сети, м	0.0086

Рис. 16.31 Относительная точность положения точек

С помощью программного комплекса «МГСети» возможно не только выполнять строгий предрасчет точности маркшейдерских подземных сетей, но и предрасчет точности сбоек горных выработок, проводимых встречными забоями, который учитывает точность угловых и линейных величин в сети с учетом геометрии конкретной сети. Программный комплекс «МГСети» дает маркшейдеру инструмент, который позволяет моделировать маркшейдерские сети и позволяет выполнять анализ влияния измеряемых величин на точность сбойки.

Для предрасчета точности сбоек горных выработок, проводимых встречными забоями, вариант с использованием специальных функций дает более правильные результаты, т.к. учитывает все, в том числе и коррелированные измерения, которые влияют на точность сбойки выработки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ РД 07-603-03
2. Маркшейдерські роботи на вугільних шахтах та розрізах: Інструкція / Редкоміс.: М.Є. Капланець (голова) та ін. – Вид. офіц. – Донецьк: ТОВ "АЛАН", 2001. – 264 с.
3. Шоломицкий А.А., Шморгун Е.И., Мартынов А.В. Использование программного комплекса «МГСети» при подготовке инженеров–землеустроителей. Аграрний вісник причорномор'я. Збірник наукових праць. Одеський державний аграрний університет, Одеса:ТВС, –2009, Випуск 51, –С.103 – 109
4. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А. Совместная обработка наземных и спутниковых геодезических измерений в локальных сетях. Сучасні досягнення геодезичної науки і виробництва. Зб.наук.праць. –Львів: Видавництво національного університету „Львівська політехніка". –2009. Вип. 1 (17) –С.122-131
5. Могильний С.Г., Шоломицький А.А., Шморгун Є.І. Трьохкоординатний вимірювальний комплекс «Визир 3D» Наукові праці ДонНТУ: Серія гірничо-геологічна. Вип. 9(143), –Донецьк: ДонНТУ, 2009. –С.13–25
6. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Ревуцкий В.Н., Пригаров В.А. Измерительный комплекс «Визир 3D» на предприятиях Украины: Геодезический контроль и выверка технологического оборудования. Геопрофиль №3 (6), –2009. –С.12-19
7. Шоломицкий А.А., Лунев А.А., Ковалев К.В. Геодезическое обеспечение строительства канатно-ленточного конвейера/ Наукові праці Донецького Національного Технічного Університету, Серія: «Гірничо-геологічна» випуск 12(173), Донецьк, -2010, -С.47-55 – 0,41пл
8. Ковтун В., Хегер В., Тревого И., Чаплинская Л. Гироскопическое оборудование – прошлое и настоящее. Геопрофиль., № 4 (июль – август), –2010, –С. 34– 40
9. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Афанасьева С.М. Гироскопия – прошлое и будущее подземных опорных маркшейдерских сетей «Маркшейдерия и Недропользование» №1 (93) январь-февраль 2018, –С.36-41
10. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Середович А.В. Принципы построения и уравнивания опорных подземных маркшейдерских сетей «Маркшейдерия и Недропользование» №6 (80) ноябрь-декабрь 2015, –С.51-56
11. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А., Филипчук Б.И. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ВЕСОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ УРАВНИВАНИИ МАРКШЕЙДЕРСКИХ ПОДЗЕМНЫХ ОПОРНЫХ СЕТЕЙ «Маркшейдерия и Недропользование» №6 (98) ноябрь-декабрь 2018, –С.41-46
12. Высшая геодезия. Зданович В.Г., Белоликов А.Н., Гусев Н.А., Звонарев К.А. М., Изд-во «Недра», 1970, –512 с.
13. Могильный С.Г., Шоломицкий А.А. Программный комплекс для подземных маркшейдерских сетей / Уголь Украины. –2011. –№5. –С.17-22
14. Музыкантов В.К., Грищенков А.Н. Программа формирования подземной маркшейдерской опорной сети с предварительным контролем качества измерений. // Труды V научно-технической конференции вузов Украины. «Маркшейдерское обеспечение горных работ», Донецк, 1997. С. 54-56.
15. Музыкантов В.К., Грищенков А.Н. Строгая оценка качества измерений в подземных полигонометрических ходах. // Труды V научно-технической конференции вузов Украины. «Маркшейдерское обеспечение горных работ», Донецк, 1997. С. 56-57.
16. Музыкантов В.К., Грищенков А.Н. Возможности снижения трудоемкости и повышения надежности подземного маркшейдерского обоснования. . // Труды нау-

чно-технической вузов Украины. «Маркшейдерское обеспечение горных работ», Донецк, 1997. С. 15-16.
17. Рыхлюк Е.И. Метод оценки точности уравновешенных величин при приближенных способах уравнивания и применение его к полигонометрии. - Сб. ВНИМИ, вып. XXXIX, Л., I960, с. 94-123.
18. Рыхлюк Е.И. Строгое уравнивание систем полигонометрических ходов и контроль их линейных невязок. - В сб. "Методика и техника маркшейдерских работ". Л., 1973, с. 49-55.
19. Рыхлюк Е.И. Предвычисление точности полигонометрических сетей, уравниваемых приближенными способами.- В сб. "Методика и техника маркшейдерских работ", Л., 1973, с. 43-48.
20. Фаддеев Д.К., Фаддеева В.Н. Вычислительные методы линейной алгебры. –М.: Физматгиз, 1963. –734 с.
21. Хлебников А.В. Уравнивание опорных маркшейдерских сетей на ЭВМ способом замыкающих // Труды ВНИМИ, 1973, №90, с. 39–47.
22. Хлебников А.В. Универсальная программа обработки маркшейдерских плановых сетей. // Межвузовский сборник «Маркшейдерское дело и геодезия», 1979, вып. 6, с. 21–29.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение А. **Файл настроек системы**

Файл находится в корневом каталоге системы и называется “***MGSeti.ini”,*** файл может редактироваться, подстраивая настройки программы на пользователей конкретной организации и используемые инструменты. Далее курсивом будут даны комментарии и рекомендации по настройке системы.

```
[Исполнители]
1=Иванов С.В.
2=Сидоров А.П.
3=Петров С.П.

[Инструменты]
1=Sokkia
2=Topcon
3=2T5k
4=Teo 020
5=3TA5

[ПАРАМЕТРЫ]
Редактор=Winword
#Редактор=wordpad

[СВЯЗЬ]
ПОРТ=COM1
СКОРОСТЬ=9600
БИТ=8
СТОПБИТ=2
RIT=100
RTM=100
RTTC=100

[ТОЧНОСТЬ]
MA=2
MB=3
MD=3
MI=4
MV=5

[2T5k]
MA=5
MB=5
```

```
МаскаВУ=2
МаскаГУ=2

[Teo 020]
MA=2
MB=3
МаскаВУ=2
МаскаГУ=2

[Sokkia]
MA=3
MB=3
MD=2
ppm=2
МаскаВУ=3
МаскаГУ=3
ПОРТ=COM1
СКОРОСТЬ=9600
БИТ=8
СТОПБИТ=2
RIT=100
RTM=100
RTTC=100

[Topcon]
MA=10
MB=10
MD=5
ppm=3
МаскаВУ=3
МаскаГУ=3

[3TA5]
MA=5
MB=5
МаскаВУ=3
МаскаГУ=3
ПОРТ=COM1
СКОРОСТЬ=4800
БИТ=8
СТОПБИТ=2
RIT=200
RTM=200
RTTC=200
```

[Исполнители] – *секция исполнители, формирует комбинированный список исполнителей, который имеется на форме задания параметров нового проекта (рис. 1.2)*

[Инструменты] – *секция инструменты, которая формирует список инструментов для нового проекта (рис. 1.4).*

[ПАРАМЕТРЫ] – *секция, которая определяет, какой внешний редактор использовать для форматирования и вывода на печать*

[СВЯЗЬ] *– секция параметров связи с тахеометром по умолчанию (если какой либо из параметров связи не будет задан для конкретного инструмента – он будет взят из этой секции).*

[ТОЧНОСТЬ] – *секция, которая определяет точность по умолчанию MA– точность измерения горизонтального угла (сек), MB– точность измерения вертикального угла(сек), MD– точность измерения длины (мм), MI– точность измерения высоты инструмента (мм), MV– точность измерения высоты визирования).*

Далее задаются секции для конкретных инструментов, параметры в этих секциях обозначают:

[ЗТА5] – *имя инструмента (обязательно должно быть в секции инструменты).*

MA=5	– *точность изм. гор. угла(сек)*
MB=5	– *точность изм. верт. .угла(сек)*
MD=5	– *постоянная составляющая ошибки измерения расстояний (мм)*
ppm=50	– *случайная составляющая ошибки измерения расстояний (мм/км)*
МаскаВУ=3	– *маска ввода верт. угла*
МаскаГУ=3	– *маска ввода гор. угла*
ПОРТ=COM1	– *порт связи (в компьютере)*
СКОРОСТЬ=4800	– . . .
БИТ=8	
СТОПБИТ=2	
RIT=200	
RTM=200	
RTTC=200	

Маска ввода верт. угла., маска ввода гор. угла – соответственно номер строки в выпадающем списке (рис. 1.22а) начиная с 1.

Приложение Б. Структура файла обмена проектами.

Б.1. Данные должны быть текстовым файлом, состоящим из нескольких секций:

<Заголовок проекта>
@@
<Исходные опорные данные>
$$
<Измерения на станции 1>
##
<Измерения на станции 2>
##
.
.
.
.
<Измерения на станции N>
##

Наличие всех секций определяется по положению разделителей.

Б.2. ЗАГОЛОВОК ПРОЕКТА
включает следующие строки данных
<Название проекта/объекта>
<Дата исполнения>
<Исполнитель>
<Инструмент>
<Идентификатор инструмента>
<Тип данных>
<ср. кв. ошибка измерения гор. углов, сек>
<ср. кв. ошибка измерения вертик. углов, сек>
<ср. кв. ошибка измерения длин, мм>
<ср. кв. ошибка измерения высоты инструмента, мм>
<ср. кв. ошибка измерения высоты визирования, мм>
@@

Б.3. ИСХОДНЫЕ ОПОРНЫЕ ДАННЫЕ
<опорные точки>
<опорные базисы>
<опорные азимуты>

<опорные приращения координат>

$$

Б.3.1. Опорные точки

Каждая точка описывается одной строкой следующей структуры:

<Имя точки> <координата X> <координата Y> <координата Z> <Код точки>

Имя точки - набор букв и цифр без пробелов, до 20 символов.

Координаты задаются числом с десятичной '.'

Код может принимать значения:

3 - планово-высотная точка;

2 - плановая точка;

1 - высотная точка;

4 - точка с приближенными плановыми координатами.

Указываются только известные координаты.

Разделителем между числами служит "пробел" или "табуляция".

Б.3.2. Опорные базисы

Каждый базис описывается одной строкой следующей структуры:

<имя начальной точки> <имя конечной точки> <длина базиса> 6

Б.3.3 Опорные азимуты

Каждый азимут описывается одной строкой следующей структуры:

<имя начальной точки> <имя конечной точки> <азимут> 5

Азимут задается в градусах, доли градуса указываются в дробной части азимута с точностью до 10^{-6}.

Б.4. ИЗМЕРЕНИЯ НА СТАНЦИИ

<имя точки стояния>

<имя точки визирования> <гориз. направление> <длина> [<превышение> <ср. кв. ошибка превышения>]

.

.

<имя точки визирования> <гориз. направление> <длина> [<превышение> <вес превышения>]

##

Б.4.1. Имя точки стояния /визирования

Набор букв и цифр без пробелов, до 20 символов.

Б.4.2. Горизонтальное направление

Направление задается в градусах, доли градуса указываются в дробной части с точностью до 1E-6.

При отсутствии измеренного направления указывается '--'.

Б.4.3. Длина

Длина (***горизонтальное проложение***) задается числом с десятичной точкой.

При отсутствии измеренной длины указывается '--'.

ВНИМАНИЕ!

Если по направлениям измерены со станции только длины, то они должны располагаться в последовательности, соответствующем их расположению на станции по часовой стрелке.

Это требование является обязательным, если эти длины являются единственными данными для определения координат станции. В остальных случаях оно может нарушаться.

Б.4.4. Превышение

Превышение задается числом со знаком и десятичной точкой. Вес превышения вычисляется по правилам теории с использованием единицы веса измерения превышений, которая задана в заголовке данных проекта. Величину веса достаточно задавать с точность до десятых долей.

При отсутствии измеренных превышений эта часть строки опускается.

Число станций и строк на станции не ограничивается.

Б.5. ПРИМЕР

```
Проект № 5  Объект:  Тестовый объект № 1
18.03.05
Сидоров В.П.
TOPCON
1
1
 2.00000000000000E+0000
 2.00000000000000E+0000
 3.00000000000000E+0000
 4.00000000000000E+0000
 4.00000000000000E+0000
@@
1013          643.058      440.308      150.150 3
```

```
1042          692.873      18.464      152.614 4
1492          157.273      46.136       0.000 2
1498          294.376      13.480       0.000 2
 B8           389.0371     66.3573      0.6500 3
 N2          3929.0957    3116.7915  4
 N3       M1     345.456   6
 1013       3452        143.094323 5
$$
          A8
             B8  --     394.5995    0.6500   1.0
             B7  --     562.5990   -1.0500   1.0
             A7  --     397.9905   -2.7500   3.0
##
          A7
             A8  --     397.9905    2.7500   1.0
             B8  --     562.3397    3.4000   1.0
             B7  --     395.3463    1.7000   2.0
             B6  --     564.8973   -1.7500   1.0
             A6  --     401.5395   -2.9000   1.0
##
          A6
             A7  --     401.5395    2.9000   1.0
             B7  --     556.9310    4.6000   1.0
             B6  --     391.7483    1.1500   4.0
             B5  --     557.0302   -4.7000   1.0
             A5  --     397.7915   -2.6000   1.0
##
 тчк1
2836          0.00           164.080    -1.002    1
тчк2          93.101200        153.460     2.030    1
##
   тчк2
2836          0.00            --
тчк3          98.041200        127.160
##
   тчк3
тчк2          0.00            --
тчк4          90.101800        145.780
##
```

Приложение В. Структура файлов проекта.

При работе программы создаются файлы, содержащие промежуточную информацию и таблицы. Все файлы имеют одинаковое имя - соответствующее названию проекта и отличаются расширениями, в таблице В1 приведены расширения файлов проекта и назначение соответствующих файлов.

№ п/п	Расширение файла	Назначение файла
1	$$1	Каталог уравненных координат точек сети
2	$$2	Каталог уравненных сторон по станциям
3	$$3	Результаты уравнивания измерений по станциям
4	$$4	Каталог условных уравнений сети
5	$$5	Каталог условных уравнений высотной сети
6	$$6	Каталог вычисления ходов в сети
7	$$7	Каталог ходов плановой геодезической сети
8	$$8	Каталог уравненных гироазимутов
9	$$9	Обработка измерений длин и превышений
10	$$z	Условные уравнения высотной сети
11	$01	Каталог координат точек сети по фрагментам и типам
12	$10	Вычисление высотных ходов между узловыми пунктами
13	$12	Вычисление полигонометрических ходов между узловыми пунктами
14	$xy	Условные уравнения плановой сети
15	BAK	Предыдущая сохраненная копия проекта (mgs)
16	_piket.dxf	Данные для передачи в САПР
17	err	Файл с записью ошибок при обработке (если ошибок нет файл имеет размер 0 байт)
18	grd	Временный файл
19	line	Файл обработки длин линий
20	**mgs**	**Файл данных проекта**
21	prn	Временный файл
22	Hoch.prn	Временный файл
23	pun	Временный файл
24	tmp	Временный файл
25	doc	Общая информация о сети

Файл с расширением **mgs** является основным файлом проекта, все остальные файлы – временные или хранят промежуточные данные вычислений и создаются каждый раз при уравнивании сети. Для переноса проекта на

другой компьютер или папку достаточно перенести файл с расширением **mgs**.

Если в расширении файла вместо символов **$** стоит символ **#** - эти файлы соответствуют предрасчету точности сети.

Если в расширении файла вместо символов **$** стоит символ **@** - эти файлы соответствуют поиску ошибок в сети (уравнивание по методу наименьших модулей).

При уравнивании проекта различными способами или при выполнении предрасчета точности сети не обязательно создаются все 25 типов файлов, а только те, которые необходимы при обработке конкретного проекта.

Приложение Г. **Установка программы**

Программный комплекс "***МГСети***" предназначен для работы под управлением Windows-98/ NT /XP/7/8/10 32 и 64 разрядных версий. Для работы комплекса требуется 50Мб на жестком диске и 2 или более Гб оперативной памяти. Параметры быстродействия процессора не оказывают большого влияние на быстродействие комплекса.

Установка программы:

1. Скопировать с дистрибутивного CD-диска или флеш-накопителя папку ***МГСети*** на жесткий диск компьютера.
2. Установить драйвер ключа из папки ***МГСети/DRV*** или с сайта www.guardant.ru.
3. Установить ключ в USB-порт компьютера
4. Создать на рабочем столе ярлык для ***MGSeti.exe***.

Внимание! Ключ входящий в комплект программного комплекса является исключительно надежным устройством, если его устанавливать и использовать как описано на сайте www.guardant.ru..

Приложение Д. Экспорт данных спутниковых измерений из программ Topcon Tools и Spectrum Survey Office

Для импорта данных спутниковых измерений в программу МГСети их необходимо правильно экспортировать из соответствующих программ в текстовый файл. В текстовом файле важно, чтобы последовательность данных была в том порядке, как показано на рис.Д.1, разделителем между данными является «**,**». Файл должен иметь расширение ***.txt***

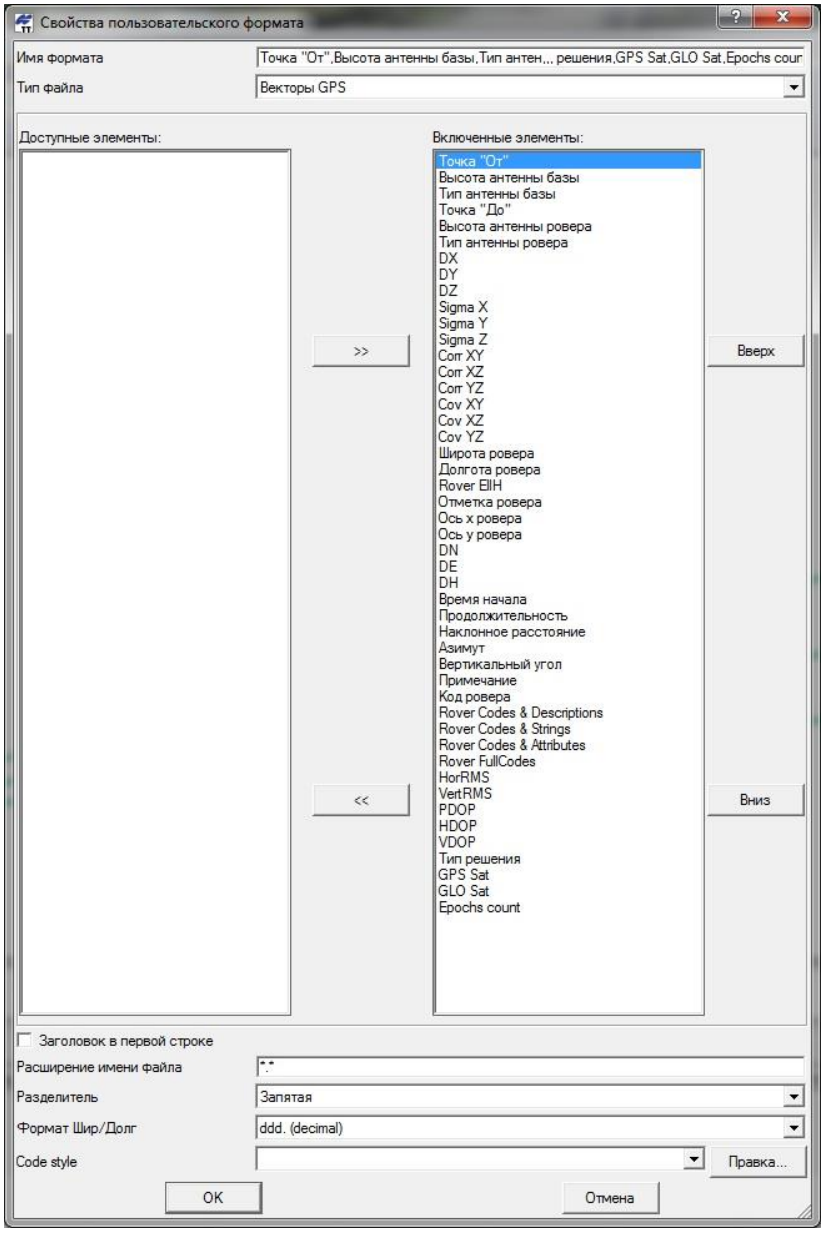


Рис. Д.1 Экспорт данных векторов спутниковых измерений в текстовый файл

Приложение Е. Алгоритм уравнивания маркшейдерских и геодезических сетей

Алгоритм вычисления и уравнивания маркшейдерских сетей. Алгоритм в значительной мере зависит от содержания и структуры исходной информации, которая определяется технологией измерений и фиксации результатов на носителях. В маркшейдерской практике результаты фиксируются вручную в полевом журнале на станции установки теодолита или нивелира. Поэтому исходным элементарным блоком данных в плановых сетях естественно являются все результаты измерений на одной станции, которые включают в себя: имя станции, измеренные горизонтальные и вертикальные углы, расстояния и имена конечных точек. Более четкое описание исходных данных дает несколько упрощенная формальная грамматика:

1. <*сеть*>*::=*<*проект*><*опора*>{<*станция*>}$_1^n$;
2. <*проект*>*::=*<*имя сети, исполнитель, параметры точности измерений*>*;*
3. <*опора*>*::=*[{<*координаты исходных пунктов*>}$_1^k$]
   [{<*исходные азимуты*>}$_1^m$]
   [{<*базисы*>}$_1^q$]*;*
4. <*станция*>*::=*<*имя станции*>[<*высота инструмента*>]{<*сторона*>}$_1^p$*;*
5. <*сторона*>*::=*<*имя точки визирования*>[<*высота визирования*>]
   {<*измерения*>}$_1^s$;
6. <*измерения*>*::=*[<*горизонтальное направление*>]
   [<*горизонтальное проложение*>]
   [<*превышение*><*вес превышения*>]
   или [<*горизонтальное направление*>][<*наклонное расстояние*>]
   [<*вертикальный угол*>]*;*

В соответствии с нотацией Бэкуса элементы, заключенные в [] – квадратные скобки, могут отсутствовать в конкретных случаях, скобки {}$_1^k$ обозначают, что элемент, стоящий в них, может повторяться от 1 до k раз. Предполагается, что предварительная обработка полевого журнала выполнена и введены необходимые поправки в линейные измерения.

В ранее в программах использовался коррелатный либо комбинированный способ уравнивания, что было оправдано для ЭВМ того времени, в настоящее время эффективнее использовать параметрический способ, который проще формализуется. Однако для его реализации необходимо иметь приближенные координаты пунктов сети. Для маркшей-

дерских сетей, имеющих сложную топологию полигонометрических ходов использование традиционных схем вычисления координат пунктов формализовать очень сложно. Поэтому авторы использовали другой подход, использующий быстродействие современных ЭВМ.

Для произвольной станции измерений можно составить систему уравнений линейных относительно координат определяемых пунктов, которые связывают измеренные величины. Пусть на пункте k измерены направления на пункты и расстояния до них (рис. Е.1).

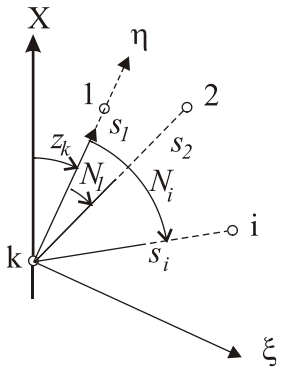


Рисунок Е.1 – Схема полярных засечек на отдельном пункте

Для каждого луча $k-i$ имеют место следующие два уравнения:

$$\left.\begin{aligned} x_k + s_i\cos N_i\cdot a_k - s_i\sin N_i\cdot b_k - x_i &= \varepsilon_{ki}^x;\\ y_k + s_i\sin N_i\cdot a_k + s_i\cos N_i\cdot b_k - y_i &= \varepsilon_{ki}^y, \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

где x_k, y_k и x_i, y_i – координаты, соответственно, k начальной точки (станции) и i конечной точки стороны сети; a_k, b_k – параметры ориентирования направлений станции k; s_i, N_i – горизонтальное проложение длины и измеренное направление стороны $k-i$; $\varepsilon_{ki}^x, \varepsilon_{ki}^y$ – невязки из-за погрешностей измерений.

Введем обозначения

$$\left.\begin{aligned} \eta_{ki} &= s_i\cos N_i;\\ \xi_{ki} &= s_i\sin N_i. \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

В этом случае формулы (1) примут вид

$$\left.\begin{aligned} x_k + \eta_{ki}\cdot a_k - \xi_{ki}\cdot b_k - x_i &= \varepsilon_{ki}^x;\\ y_k + \xi_{ki}\cdot a_k + \eta_{ki}\cdot b_k - y_i &= \varepsilon_{ki}^y. \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

По существу формулы (3) выражают переход от системы координат полярных засечек с пункта k к геодезической системе координат. Величины η_{ki} и ξ_{ki} следует рассматривать как результат измерений, т.е. известные величины, а остальные параметры как неизвестные.

Приняв очевидные обозначения матриц в выражении (3), запишем его в виде

$$\mathbf{A}_{ki}\Delta_{ki} + \mathbf{l}_{ki} = \boldsymbol{\varepsilon}_{ki}. \tag{4}$$

В зависимости от того, какие пункты расположены на концах линии $k-i$ будет очевидным образом изменяться содержание матрицы коэффициентов $\mathbf{A}_{ki}$ и вектора свободных членов $\mathbf{l}_{ki}$.

Если из уравнений (4) составить общую систему уравнений для всех пунктов сети, то ее следует записать в виде

$$\mathbf{A}\Delta + \mathbf{L} = \boldsymbol{\varepsilon}, \tag{5}$$

где $\mathbf{A}$ – объединенная матрица параметрических уравнений; $\boldsymbol{\Delta}$ – вектор приближенные значений неизвестных; $\mathbf{L}, \varepsilon$ – векторы, соответственно, свободных членов и невязок уравнений (3).

Решая систему (5) при условии

$$\boldsymbol{\varepsilon}^{\mathrm{T}}\boldsymbol{\varepsilon} = \min, \tag{6}$$

получим для вектора Δ нормальные уравнения

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{A}\Delta + \mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{L} = \mathbf{0}, \tag{7}$$

из решения, которых определяются значениям неизвестных.

Система уравнений (7) совместна, матрица коэффициентов которой сильно разряжена, поэтому, решая ее методом сопряженных градиентов, всегда будет получено однозначное решение [10].

В уравнениях каждой станции значения параметров a_k и b_k должны удовлетворять соотношению

$$a_k^2 + b_k^2 = 1, \tag{8}$$

поскольку параметры ориентирования по существу являются функциями ориентирного угла z_k (рис. 1). Условие (8) в уравнениях (3) не учитывается, поэтому решение системы уравнений (5) выполняется итерациями.

Полученные значения координат не являются наиболее надежными, но их точности достаточно для выполнения строгого уравнивания.

Рассмотренный алгоритм вычисления приближенных координат хода полигонометрии пригоден для любой комбинации ходов в сети, он не требует указания последовательности станций при измерении углов и даже при наличии очень грубых ошибок дает конечные результаты, по которым можно уяснить место ошибочных данных.

В маркшейдерской плановой сети имеют место следующие параметрические уравнения: направлений на пункты; длин линий между пунктами; дирекционных углов.

В качестве неизвестных параметров используются координаты определяемых пунктов и ориентирные углы на станциях угловых измерений. Рассмотрим каждое из видов параметрических уравнений.

Параметрическое уравнение направления. Пусть на пункте k измерено n направлений $N_{k1}, N_{k2}, \ldots, N_{kn}$ (рис. Е.1). Для направления $k-i$ имеет место известное параметрическое уравнение [1]:

$$v_{ki} = -\delta z_k + a_{ki}\delta x_k + b_{ki}\delta y_k - a_{ki}\delta x_i - b_{ki}\delta y_i + l_{ki}, \qquad (9)$$

где v_{ki} – поправка в измеренное значение направления N_{ki}; $\delta x_i, \delta y_i, \delta x_k, \delta y_k$ – поправки в приближенные значения координат; δz_k – поправка приближенное значение ориентирного угла; коэффициенты при поправках в координаты вычисляются по следующим формулам

$$\left.\begin{aligned} a_{ki} &= \frac{\rho'' \sin\alpha_{ki}^{(0)}}{s_{ki}^{(0)}}; \\ b_{ki} &= \frac{\rho'' \cos\alpha_{ki}^{(0)}}{s_{ki}^{(0)}} \end{aligned}\right\}. \qquad (10)$$

Свободный член l_{ki} в формуле (10) определяется из следующего выражения

$$l_{ki} = arctg\frac{y_i^{(0)} - y_k^{(0)}}{x_i^{(0)} - x_k^{(0)}} - z_k^{(0)} - N_{ki}. \qquad (11)$$

где $x_i^{(0)}, y_i^{(0)}, x_k^{(0)}, y_k^{(0)}$ – приближенные значения координат; $z_k^{(0)}$ – приближенное значение ориентирного угла.

Уравнение (9) соответствует направлению со вставляемого пункта на вставляемый. Если какой-либо пункт является исходным, т.е. жестким, то соответствующие поправки в координаты должны быть равными нулю, что достигается равенством нулю соответствующих коэффициентов.

Параметрическое уравнение длины линии для уравненных величин будет иметь вид

$$v_{ki}^{s} = -\cos\tilde{\alpha}_{ki}\delta x_k - \sin\tilde{\alpha}_{ki}\delta y_k + \cos\tilde{\alpha}_{ki}\delta x_i \sin\tilde{\alpha}_{ki}\delta y_i + l_{ki}^{s}, \quad (12)$$

где v_{ki}^{s} – поправка в измеренную длину s_{ki}, свободный член l_{ki}^{s} вычисляется по формуле

$$l_{ki}^{s} = \sqrt{(x_i^{(0)} - x_k^{(0)})^2 + (y_i^{(0)} - y_k^{(0)})^2} - s_{ki}. \quad (13)$$

Если один из пунктов является исходным, то соответствующие коэффициенты в уравнении (12) полагаются равными нулю.

Параметрическое уравнение поправок дирекционных углов будет иметь вид

$$v_{ki}^{\alpha} = a_{ki}\delta x_k + b_{ki}\delta y_k - a_{ki}\delta x_i - b_{ki}\delta y_i + l_{ki}^{\alpha}, \quad (14)$$

где v_{ki}^{α} – поправка в α_{ki} – измеренный дирекционный угол; l_{ki}^{α} – свободный член, вычисляемый по формуле (11).

Уравнения (9), (12) и (14) решают совместно методом наименьших квадратов при выполнении условия

$$\left[p_\beta vv + p_s v^s v^s + p_\alpha v^\alpha v^\alpha\right] = \min, \quad (15)$$

где p_β, p_s, p_α – веса измерений, соответственно направлений, длин и дирекционных углов.

Общую систему параметрических уравнений поправок можно представить в следующем виде

$$\mathbf{A}\Delta + \mathbf{L} = \mathbf{V}, \quad (16)$$

где $\mathbf{A}$ – матрица коэффициентов параметрических уравнений поправок в измерения; Δ – вектор поправок в приближенные значения неизвестных; $\mathbf{L}, \mathbf{V}$ – векторы, соответственно, свободных членов и невязок уравнений (9), (12) и (14).

В соответствии с теорией способа наименьших квадратов для выполнения условия

$$\mathbf{V}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{V} = \min \quad (17)$$

значения вектора Δ поправок параметров должны вычисляться по формуле:

$$\Delta = -(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{L}, \quad (18)$$

т.е. из решения нормальных уравнений

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{A}\Delta + \mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{L} = \mathbf{0}, \quad (19)$$

здесь $\mathbf{P}$ – матрица весов параметрических уравнений поправок.

Если число параметров велико, то решение системы (19) даже на быстродействующей ЭВМ неэффективно. Использование разреженной структуры матрицы $\mathbf{A}$ и метода сопряженных градиентов дает по сравнению с прямым методом решения системы нормальных уравнений (19) следующие преимущества:

– нет необходимости в вычислении и хранении в памяти ЭВМ объемной матрицы нормальных уравнений;

– вычислительные операции выполняются только с величинами отличными от нуля, что дает значительную экономию процессорного времени ЭВМ;

– метод градиентов обеспечивает устойчивость вычислительного процесса в том случае, когда из-за ошибок в данных сеть оказывается неопределенной, а система (19) сингулярной. В этом случае при прямом методе решения нормальных уравнений вычисления завершаются аварийно без конечных результатов, при методе сопряженных градиентов получаются однозначные результаты, которые позволяют исполнителю обнаружить ошибки в данных и таким образом быстрее выполнить уравнивание.

Алгоритм уравнивания высотных сетей значительно проще, так как высоты точек связаны с превышениями линейной зависимостью. Превышения между пунктами могут измеряться как геометрическим, так и тригонометрическим нивелированием. При геометрическом нивелировании измеренной величиной следует считать превышение по секции, проложенной между двумя закрепленными пунктами, а при тригонометрическом нивелировании превышение между конечными точками направления на пункте. Поэтому в первом случае уравниваются превышения по секциям, вычисленные в журнале геометрического нивелирования, а во втором превышение вычисляется по данным измерения на станции. Алгоритм программы допускает ввод превышений каждой станции геометрического нивелирования, но это вряд ли рационально, так как точки установки реек не маркируются и их высоты не используются.

Параметрическое уравнение поправок для превышения j-той секции имеет в общем случае такой вид:

$$\left.\begin{array}{l} v_j = H_k - H_i - h_j, \quad \text{вес } p_j \\ \left(j = 1,2,....,q\right) \end{array}\right\}. \tag{20}$$

Запишем систему (21) в матричной форме

$$\mathbf{V} = \mathbf{AX} + \mathbf{L}, \tag{21}$$

где $\mathbf{A}$ – матрица коэффициентов перед параметрами;

В соответствии с теорией способа наименьших квадратов для выполнения условия

$$\mathbf{V}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{V} = \min \tag{22}$$

значения параметров $\mathbf{X}$ должны вычисляться по формуле:

$$\mathbf{X} = -(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{A})^{-1}\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{L}, \tag{23}$$

т.е. из решения нормальных уравнений

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{A}\mathbf{X} + \mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{L} = \mathbf{0} \tag{24}$$

Как и в случае уравнивания плановой сети, система уравнений (24) решается методом сопряженных градиентов.

Вес превышения в j-той секции вычисляемся по формуле

$$p_j = \frac{\mu^2}{m_j^2}, \tag{25}$$

где μ – ошибка единицы веса, которая выбирается произвольно и записывается в параметрах точности измерений проекта; m_j – средняя квадратическая ошибка измеренного превышения, которая для геометрического нивелирования определяется инструкцией [2], а для тригонометрического нивелирования вычисляется программно.

Оценка качества измерений и поиск грубых ошибок. Задача решается несколькими средствами. После уравнивания сети составляются все условные уравнения, вычисляются их фактические и допустимые невязки. Составление условных уравнений осуществляется следующим образом. Уравнения (17) представим следующим образом

$$\begin{vmatrix}\mathbf{A}_1\\ \mathbf{A}_2\end{vmatrix}\Delta + \begin{vmatrix}\mathbf{L}_1\\ \mathbf{L}_2\end{vmatrix} = \begin{vmatrix}\mathbf{V}_1\\ \mathbf{V}_2\end{vmatrix}, \tag{26}$$

т.е. разделив матрицы на субматрицы. Уравнения в системе можно так отсортировать, чтобы существовала матрица $\mathbf{A}_1^{-1}$. Решая первое матричное уравнение в системе (26) относительно вектора Δ и подставляя его во второе, получим

$$\mathbf{A}_2\mathbf{A}_1^{-1}\mathbf{V}_1 - \mathbf{V}_2 + (\mathbf{L}_2 - \mathbf{A}_2\mathbf{A}_1^{-1}\mathbf{L}_1) = 0. \tag{27}$$

Уравнения (27) являются условными уравнениями поправок в измерения, вектор в скобках есть вектор невязок. На плане сети можно увидеть расположение измерений, входящих в каждое условное уравнение и локализовать положение возможных грубых ошибок. Кроме того, на схеме сети столбиковыми диаграммами изображаются величины поправок в углы и длины, что тоже дает представление о распределении ошибок измерений.

Традиционно в используемых на практике программах уравнивания геодезических сетей вычисляются невязки отдельных ходов между узловыми пунктами и гиросторонами и по невязкам оценивается качество измерений. Данный метод не является строгим, так

как координаты узловых пунктов зависимы, поскольку они вычислены с использованием измерений оцениваемого хода. В комплексе «МГСети» выполняется такой анализ и определяется наиболее вероятное измерение, содержащее грубую ошибку.

При уравнивании методом наименьших квадратов грубые ошибки часто не выявляются в поправках, т.к. они распределяются или «размазываются» по сети, поэтому «МГСети» имеют функцию уравнивания для поиска грубых ошибок. Для этого сеть может быть уравнена методом наименьших модулей, т.е. вместо условия (17) накладывается следующее

$$\left[\left|pv\right|\right] = \min . \qquad (27)$$

Такой метод уравнивания локализует влияние грубой ошибки и по диаграммам поправок на плане сети четко видно измерение, в котором наиболее вероятна грубая ошибка.

Простота управления данными позволяет опробовать разные варианты сети и легко выявить грубые ошибки.

Комплекс «МГСети» позволяет выполнять проектирование сетей и оценку их точности. Для этого имеется возможность загрузить в программу растровое изображение плана горных работ и выполнять построение на нем проектов сети. Проектирование выполняется манипулятором мышь. Указывается положение пунктов сети, стороны хода, а также положение гиросторон. Программа считывает необходимые данные и выполняет предрасчет точности сети. При предрасчете точности сбойки горных выработок можно выполнить анализ влияния угловых и линейных измерений на точность сбойки.

Приложение Ж. Алгоритм предрасчета точности маркшейдерских сетей и сбоек горных выработок

В соответствии с теорией уравнивания методом наименьших квадратов для предрасчета точности сети составляются параметрические уравнения поправок.

Параметрическое уравнение направления $k-i$ между пунктами k и i имеет вид:

$$v_{ki} = -\delta z_k + a_{ki}\delta x_k + b_{ki}\delta y_k - a_{ki}\delta x_i - b_{ki}\delta y_i + l_{ki}, \quad (1)$$

где v_{ki} – поправка в направление N_{ki};

$\delta x_i, \delta y_i, \delta x_k, \delta y_k$ – поправки в координаты пунктов;

δz_k –поправка в ориентирный угол;

a_{ki}, b_{ki} – коэффициенты при поправках в координаты вычисляются по следующим формулам

$$\left.\begin{aligned} a_{ki} &= \frac{\rho''\sin\alpha_{ki}^{(0)}}{s_{ki}^{(0)}}; \\ b_{ki} &= \frac{\rho''\cos\alpha_{ki}^{(0)}}{s_{ki}^{(0)}} \end{aligned}\right\}, \quad (2)$$

причем $\alpha_{ki}^{(0)}, s_{ki}^{(0)}$ – приближенные значения дирекционного угла и длины стороны $k-i$, вычисленные по координатам $x_i^{(0)}, y_i^{(0)}, x_k^{(0)}, y_k^{(0)}$ пунктов, измеренным по растру плана; $\rho'' = 206265''$.

Параметрическое уравнение длины линии будет иметь вид

$$v_{ki}^s = -\cos\alpha_{ki}^{(0)}\delta x_k - \sin\alpha_{ki}^{(0)}\delta y_k + \cos\alpha_{ki}^{(0)}\delta x_i + \sin\alpha_{ki}^{(0)}\delta y_i + l_{ki}^s, \quad (3)$$

где v_{ki}^s – поправка в длину s_{ki}.

Параметрическое уравнение поправок дирекционных углов гиросторон будет иметь вид

$$v_{ki}^\alpha = a_{ki}\delta x_k + b_{ki}\delta y_k - a_{ki}\delta x_i - b_{ki}\delta y_i + l_{ki}^\alpha, \quad (4)$$

где v_{ki}^α – поправка в α_{ki} – измеренный дирекционный угол.

Уравнения (1) – (3) решают совместно методом наименьших квадратов при выполнении условия

$$\left[p_\beta vv + p_s v^s v^s + p_\alpha v^\alpha v^\alpha\right] = \min, \tag{5}$$

где p_β, p_s, p_α – веса измерений, соответственно направлений, длин и дирекционных углов.

Для вычисления весов измерений используются параметры точности заданные в закладке <Проект> (рис. Ж.1).

В качестве единицы веса принимается средняя квадратическая ошибка измерения направления горизонтальных углов, а точность измерения длин в мм оценивается по формуле $m_s = a + b * \sqrt{l_{км}}$. Для данных на рис. 3 эта формула будет иметь вид $m_s = 20 + 50 * \sqrt{l_{км}}$.

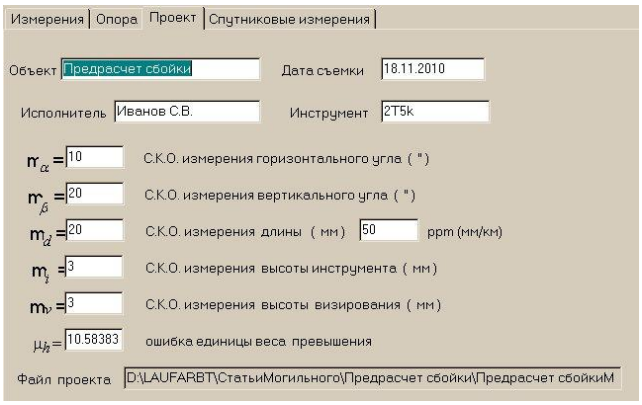


Рис. Ж.1 Параметры проекта

Общую систему параметрических уравнений поправок можно представить в следующем виде

$$\mathbf{A\Delta} + \mathbf{L} = \mathbf{V}, \tag{6}$$

где $\mathbf{A}$ – матрица коэффициентов параметрических уравнений поправок в измерения; $\mathbf{L, V}$ – векторы свободных членов и поправок.

Поскольку выполняется предрасчет сети по предполагаемым величинам измеряемых величин, то свободные члены в параметрических уравнениях не вычисляются.

В соответствии с теорией способа наименьших квадратов для выполнения условия

$$\mathbf{V}^{\mathrm{T}}\mathbf{PV} = \min, \tag{7}$$

где $\mathbf{P}$ – диагональная матрица весов, значения вектора $\mathbf{\Delta}$ поправок параметров должны вычисляться по формуле:

$$\mathbf{\Delta} = -(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{PA})^{-1}\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{PL}, \tag{8}$$

т.е. из решения нормальных уравнений

$$\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{A}\boldsymbol{\Delta}+\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{L}=\mathbf{0} \tag{9}$$

Для оценки точности элементов сети в соответствии с теорией [5] вычисляется $\mathbf{Q}$ матрица весовых коэффициентов по формуле

$$\mathbf{Q}=(\mathbf{A}^{\mathrm{T}}\mathbf{P}\mathbf{A})^{-1}. \tag{10}$$

Тогда m_{x_i} и m_{y_i} точность координат i-го пункта определится из выражений

$$\left.\begin{aligned} m_{x_i}&=m_\beta\sqrt{Q_{x_i,x_i}}\\ m_{y_i}&=m_\beta\sqrt{Q_{y_i,y_i}}\end{aligned}\right\}, \tag{11}$$

где Q_{x_i,x_i}, Q_{y_i,y_i} – диагональные элементы матрицы $\mathbf{Q}$, соответствующие координатам пункта i.

Графическое представление распределения линейных ошибок координат пунктов показано на рис.Ж.2. Величины погрешностей изображены в относительной мере вертикальными красными отрезками (столбиковая диаграмма).

Имея матрицу $\mathbf{Q}$ весовых коэффициентов, можно вычислить точность определения взаимного положения любой пары пунктов сети. Для этого следует использовать кнопку  (рис.Ж.2) и, следуя указаниям интерфейса, выбрать курсором требуемые два пункта. Результаты вычислений будут представлены в окне на экране (рис. Ж.3) и сохранены в отдельном файле.

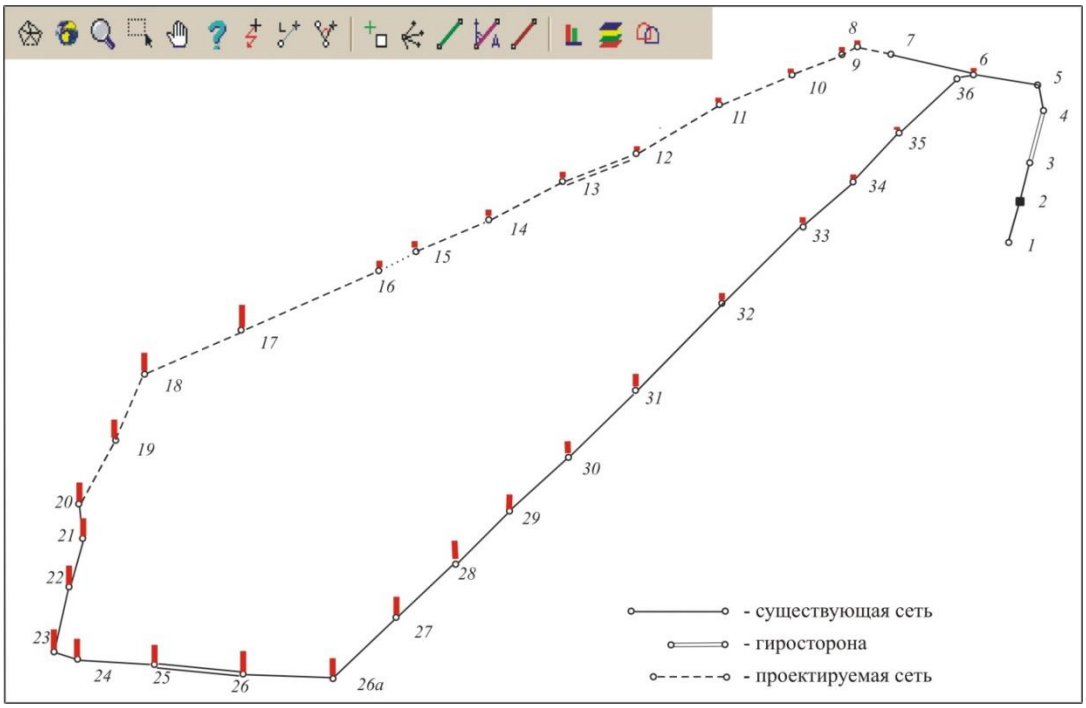


Рис.Ж2.Диаграмма распределения линейных ошибок

Вычисление точности выполняется строго методом наименьших квадратов. Из матрицы $\mathbf{Q}$, формула (10), выбираются весовые коэффициенты, соответствующие координатам заданных пунктов i и j, и образуется корреляционная матрица $\mathbf{K}$ их погрешностей в виде

$$\mathbf{K} = \begin{vmatrix} Q_{x_i,x_i} & Q_{x_i,y_i} & Q_{x_i,x_k} & Q_{x_i,y_k} \\ Q_{x_i,y_i} & Q_{y_i,y_i} & Q_{y_i,x_k} & Q_{y_i,y_k} \\ Q_{x_i,x_k} & Q_{y_i,x_k} & Q_{x_k,x_k} & Q_{x_k,y_k} \\ Q_{x_i,y_k} & Q_{y_i,y_k} & Q_{x_k,y_k} & Q_{y_k,y_k} \end{vmatrix} \tag{12}$$

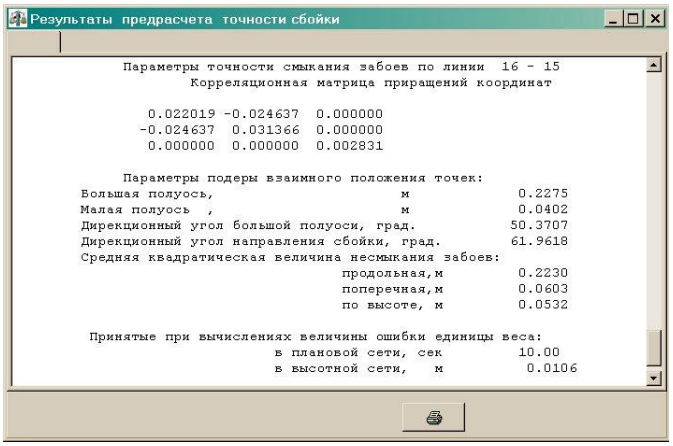


Рис. Ж.3 Результаты предрасчета точности сбойки

Недиагональные элементы матрицы $\mathbf{K}$ учитывают корреляционную зависимость погрешностей координат, которая вызвана совместным использованием при уравнивании измеряемых величин. Ковариационная матрица $\mathbf{M}$ приращений координат взаимного положения пары пунктов вычисляется по следующим формулам

$$\mathbf{M} = m_\beta^2 \begin{vmatrix} m_{\Delta x}^2 & m_{\Delta x,\Delta y} \\ m_{\Delta x,\Delta y} & m_{\Delta y}^2 \end{vmatrix} = m_\beta^2 \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \end{vmatrix} \mathbf{K} \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \tag{13}$$

Матрица $\mathbf{M}$ дает полную характеристику распределения погрешностей взаимного положения пунктов i и j и позволяет вычислить элементы подеры по следующим формулам.

Дирекционный угол Θ направления большой полуоси:

$$\Theta = \frac{1}{2} arctg\left(\frac{-2m_{\Delta x,\Delta y}}{m_{\Delta x}^2 - m_{\Delta y}^2}\right), \tag{14}$$

Величины A – большой и B – малой главных полуосей из выражений:

$$\left.\begin{aligned} A^2 &= m_{\Delta x}^2 \cos^2\Theta + m_{\Delta y}^2 \sin^2\Theta - 2m_{\Delta x,\Delta y}\cos\Theta\sin\Theta; \\ B^2 &= m_{\Delta x}^2 \sin^2\Theta + m_{\Delta y}^2 \cos^2\Theta + 2m_{\Delta x,\Delta y}\cos\Theta\sin\Theta \end{aligned}\right\}. \quad (15)$$

Если направление сбойки имеет дирекционный угол равный α, то m_u – продольная и m_v – поперечная ошибки вычисляются по формулам

$$\left.\begin{aligned} m_u^2 &= A^2\cos^2(\alpha-\Theta) + B^2\sin^2(\alpha-\Theta); \\ m_v^2 &= A^2\cos^2(\alpha+\pi/2-\Theta) + B^2\sin^2(\alpha+\pi/2-\Theta) \end{aligned}\right\}. \quad (16)$$

На рис. Ж.4 графически показано распределение погрешностей координат по данным рис. Ж.3.

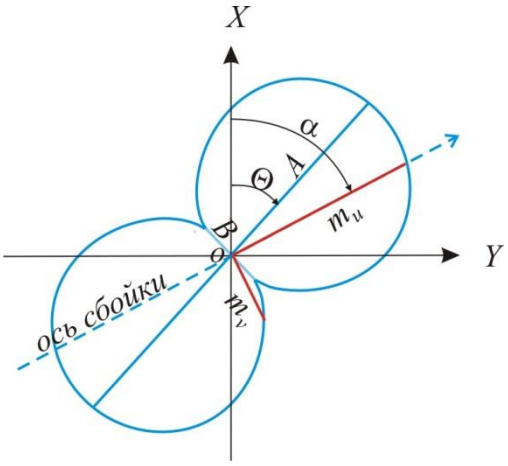


Рис. Ж.4 Погрешности координат сбойки

Если сбойка выполняется между двумя шахтами, которые не связаны общей подземной сетью, то методика предрасчета точности сбойки не изменяется, поскольку комплекс «МГСети» позволяет в одном проекте обрабатывать несколько отдельных сетей. Главное, чтобы они вычислялись в одной системе координат. Для учета влияния погрешностей наземной сети, связывающей подходные пункты шахт, необходимо по приведенной методике вычислить для них ковариационную матрицу, аналогичную (13), и просуммировать ее с матрицей $\mathbf{M}$ для подземной сети. Дальнейшие вычисления подеры, продольной и поперечной погрешностей сбойки выполняется по формулам (14) – (16).

Рассмотренная методика предрасчета ошибки сбойки обеспечивает высокий уровень автоматизации вычислений, является теоретически строгой и учитывает конфигурацию сети любой сложности. Она соответствует требованиям «Инструкция…» и может быть рекомендована маркшейдерам для практического использования.

Приложение И. Изменение информации ключа

Запрос информации ключа

В программе «МГСети» предусмотрена процедура проверки параметров ключа – она требуется для проверки и изменения параметров: даты гарантийного обслуживания программы и опций подключаемых модулей.

Для извлечения информации из ключа необходимо выполнить следующие действия:

1. Запускаем программу «МГСети» и в меню ***Помощь*** выбираем пункт ***Лицензия программы*** (рис. 1)

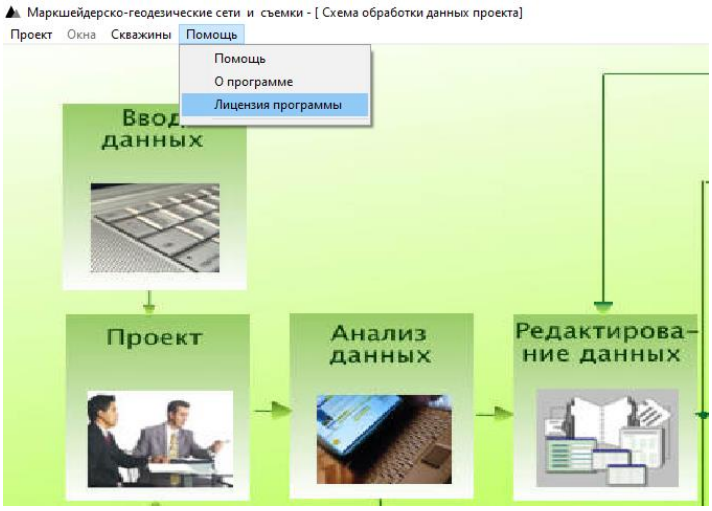


Рис. 1 Меню ***Помощь***

2. В открывшейся форме лицензии будет информация о подключенных модулях (рис. 2), на этой форме выбираем команду ***Запрос на обновление ключа*** () – на форме лицензии появится строка с кодом (рис. 3)

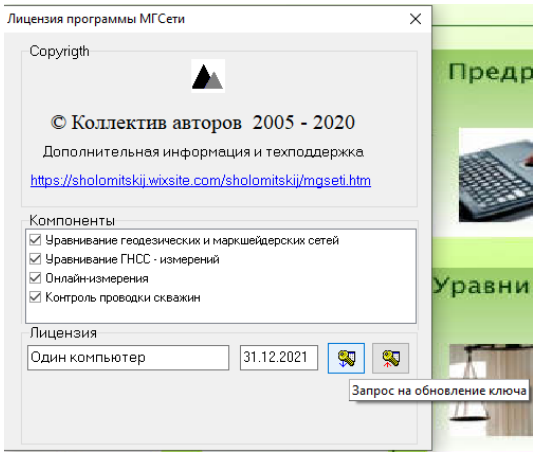


Рис.2

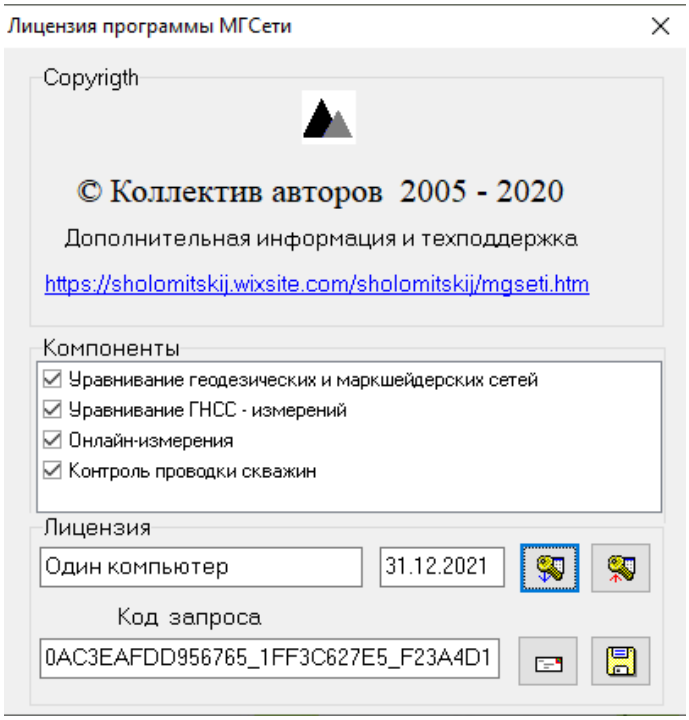


Рис. 3

3. Сохраняем код с запросом в файл, для этого активизируем инструмент сохранения файла (ибираем папку для сохранения и задаем имя файла – в нашем случае, это ***Запрос ключа.txt*** (рис. 4). Файл должен быть размером 44 байта.

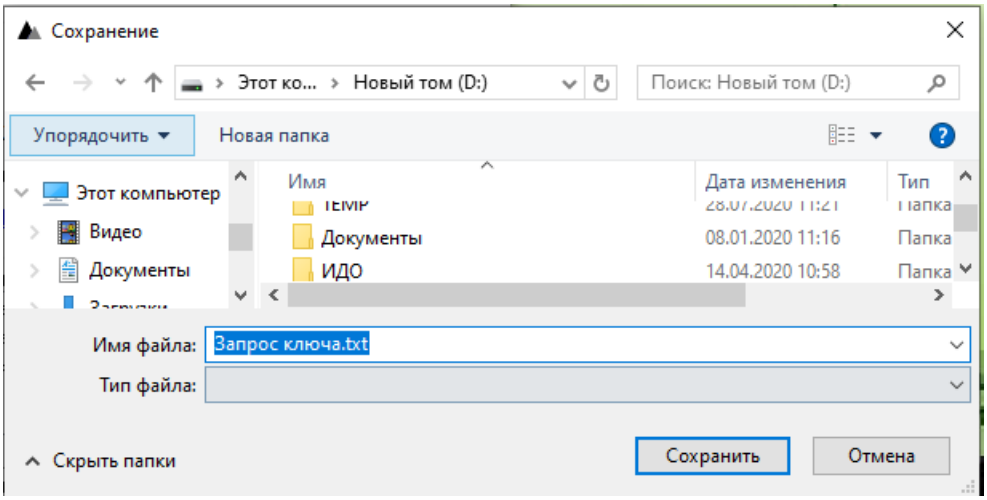


Рис. 4

Этот файл необходимо прислать в службу технической поддержки для анализа.

Обновление информации ключа

В программе «МГСети» предусмотрена процедура обновления параметров ключа – она требуется для изменения параметров: даты гарантийного обслуживания программы и опций подключаемых модулей.

Для обновления информации ключа необходимо выполнить следующие действия:

1. Запускаем программу «МГСети» и в меню ***Помощь*** выбираем пункт ***Лицензия программы*** (рис. 1)

2. В открывшейся форме лицензии будет информация о подключенных модулях (рис. 5), на этой форме выбираем команду ***Обновить ключ*** ()

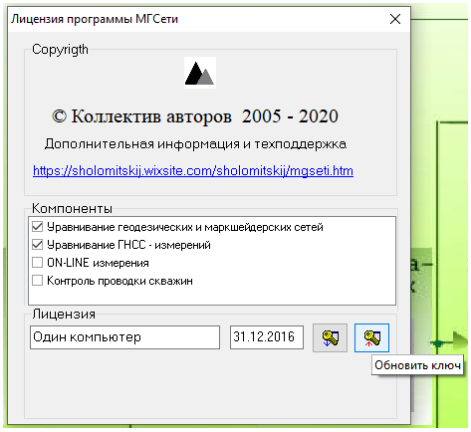


Рис.5

3. Появится окно для ввода кода обновления и инструмент для ввода этого кода из файла, показан на рис. 6 ()

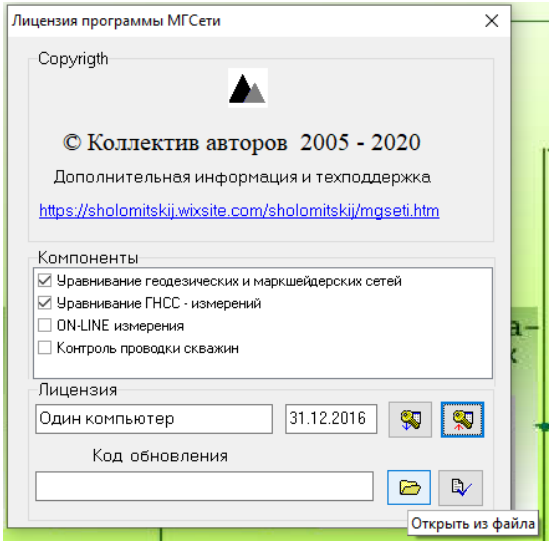


Рис. 6

4. Выбираем файл с ответом на запрос ключа – при выборе будет заполнено поле ***Код обновления*** (рис. 7).

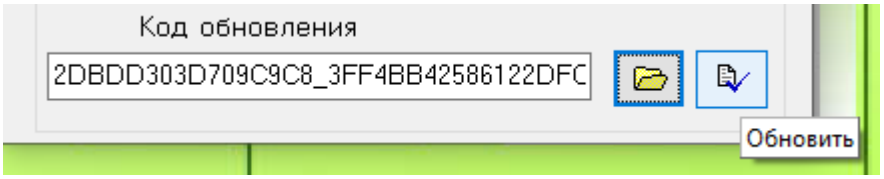


Рис. 7

5. Выполняем команду ***Обновить*** (рис. 7). После выполнения этой команды должно появиться сообщение «Ключ успешно перепрограммирован».

После этого необходимо закрыть программу!

После открытия программы информация ключа на рис. 2 будет обновлена.

Приложение **К**. Сертификат программы

СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ

СЕРТИФИКАТ
СООТВЕТСТВИЯ

№ СДС-ПО.RU.2019.С.0026
Срок действия с 09.12.2019 по 09.12.2022

Предприятие:
Общество с ограниченной ответственностью «Специальные Материалы.Технологии.Ресурсы» (ООО «Специальные Материалы.Технологии.Ресурсы»)
192019, г. Санкт-Петербург, ул. Бехтерева, д. 2 литер А, пом. 1

«Программа уравнивания маркшейдерских и геодезических сетей»
(сокращенно «МГСети»)

Соответствует требованиям
Системы добровольной сертификации
программного обеспечения маркшейдерских работ
(приказ Общероссийской общественной организации «Союз маркшейдеров России» от 16.10.2017 № 07/16-С)

Руководитель органа по сертификации _____ А.Ю. Гревцев

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
Система добровольной сертификации программного обеспечения маркшейдерских работ
Регистрационный № РОССRU.К1724.04ПОМ0