

Trimble Geomatics Office

Network Adjustment

Руководство пользователя

Версия 1.50

Номер 39933-10-RUS

Вариант А

Октябрь 2001

Trimble Navigation Limited

645 North Mary Avenue

P.O. Box 3642

Sunnyvale, CA 94088-3642

U.S.A.

1-800-827-8000 in North America

+1-408-481-8000 International

Fax: +1-408-481-7744

www.trimble.com

О варианте данного руководства.

Это ноябрьский 2001 года вариант справочного руководства *Network Adjustment*, номер 39933-10-RUS.

Торговые марки.

Trimble со своим логотипом это торговая марка Trimble Navigation Limited, зарегистрированной в патентной и торговой палате США.

4600LS, 7400MSi, CMR, CMR Plus, FastStatic, GPLoad, GPS Total Station, GPSurvey, Micro-centered, Nav-TracXL, Office Support Module II, Pathfinder Card, PowerLiTE, Quick Plan, Rapid point, Series 4000, Site Surveyor 4400, Site Surveyor SE, Site Surveyor Si, Super-trak, Survey Controller, TDC1, Trimble RoadLink, Trimble Survey Office, TRIMCOMM, TRIMMAP, TRIMMARK II, TRIMNET, TRIMTALK, TSC1, WAVE и WinFLASH - это торговые марки Trimble Navigation Limited.

Все другие марки - собственность своих хозяев.

Отказ от бессрочной гарантии.

За исключением указанного в пунктах "Предельный срок гарантии" ниже, на оборудование Trimble, программное обеспечение (ПО), внутренне ПО и документацию нет никаких бессрочных гарантий. Включая, но, не ограничиваясь, гарантию на имевшиеся в виду коммерческие выгоды и пригодность для особых целей. Весь риск при использовании оборудования Trimble, ПО, встроенного ПО приёмников и документации, ложится на вас. Некоторые государства не допускают ограничения или исключения ответственности за случайные или косвенные убытки так, что вышеупомянутые ограничения могут вас и не касаться.

Ограничение ответственности.

Ни в коем случае, ни Trimble Navigation Limited, ни любой человек, участвующий в создании, производстве или распространении ПО Trimble, не ответственны перед вами за нанесение любых убытков, включая любую упущенную прибыль, потерянные средства или другие особые, случайные, косвенные убытки, включая, но не ограничиваясь, любыми убытками в результате взятых на себя обязательств или выплат любому третьему лицу, даже если Trimble Navigation Limited или любое ответственное лицо были предупреждены о возможности убытков, также отвергаются любые требования любой другой стороны. Некоторые государства не допускают ограничения или исключения ответственности за случайные или косвенные убытки так, что вышеупомянутые ограничения могут вас и не касаться.

Предельный срок гарантии на офисное ПО и внутренне ПО приёмников.

Trimble Navigation Limited гарантирует, что офисное ПО и внутренне ПО приёмников, будет реально соответствовать опубликованным техническим характеристикам, если они используются с изделиями Trimble, компьютерными продуктами и операционной системой, для которых они были разработаны. Сроком на девяносто (90) дней, начиная с тридцати (30) дней после отправки из Trimble, гарантия относится также к магнитным носителям, на которых распространяется офисное ПО и внутренне ПО приёмников, и на качество изготовления документации. В течение гарантийного периода девяносто (90) дней, Trimble заменит дефектные носители или документацию, или исправит обнаруженные ошибки в программе бесплатно. Если Trimble не сможет заменить дефектные носители или документацию, или исправить ошибки в программе, то вам будет возмещена стоимость ПО. Это единственная форма возмещения ущерба по гарантии.

Содержание.

Содержание.....	3
Об этом руководстве.....	7
Область применения и аудитория.....	7
Другие источники информации.....	7
Справка.....	7
Учебные курсы Trimble.....	7
Примечания к выпуску.....	7
Примечания к обновлению.....	8
Другая информация.....	8
World Wide Web (WWW).....	8
FTP узел.....	8
Техническая Помощь.....	8
Оформление текстовых блоков руководства.....	8
1 Введение.....	9
Прежде чем начать уравнивание сети.....	9
Меню уравнивания.....	10
Поддерживаемые типы данных.....	11
GPS данные для постобработки.....	11
Кинематические GPS данные в реальном времени.....	11
Наземные (оптические) измерения.....	11
Данные о превышениях геоида.....	12
2. Выполнение уравнивания сети.....	13
Введение.....	13
Когда и зачем выполняется уравнивание сети.....	13
Последовательность уравнивания сети.....	14
Важность однородности координат.....	16
Проверка свойств проекта.....	16
Настройка ИГД уравнивания (Минимально ограниченное уравнивание).....	16
Выбор и редактирование стилей уравнивания.....	17
Просмотр основных параметров.....	17
Просмотр ковариационных параметров.....	18
Просмотр параметров для наземных измерений.....	19
Выбор наблюдений для уравнивания.....	21
Выбор и отмена выбора измерений.....	21
Использование команды многократная правка.....	22
Задание опорного пункта.....	23
Определение качества опорного пункта.....	23
Фиксация пункта (минимально ограниченное уравнивание).....	24
Минимально ограниченное уравнивание.....	25
Выполнение уравнивания.....	25

Измерения и точки после уравнивания.....	26
Просмотр отчета о минимально ограниченном уравнивании.	27
Анализ проблем минимально ограниченного уравнивания.	27
Уравнивание не выполнено - нет сходимости.....	27
Успешное уравнивание.	28
Оценка статистических параметров (ограниченное уравнивание)	28
Решение проблем при минимально ограниченном уравнивании	29
Продолжение минимально ограниченного уравнивания	35
Блокировка скаляра.....	36
Блокировка скаляра.....	37
Сохранение калибровочных координат.....	37
Удаление калибровочных координат.	38
Запуск полностью ограниченного уравнивания.	38
Выбор ИГД уравнивания (полностью ограниченное уравнивание).	39
Загрузка геоидальных измерений.	39
Задание опорных пунктов в ИГД проекта.....	40
Фиксирование точки (полностью ограниченное уравнивание).	42
Полностью ограниченное уравнивание.....	43
Сравнение уравненных и исходных координат.....	43
Задание дополнительных пунктов геоосновы.	43
Отчет о полностью ограниченном уравнивании.	44
Решение проблем при полностью ограниченном уравнивании.	44
Оценка точности (Полностью ограниченное уравнивание).	44
Действия для решения проблем (полностью ограниченное уравнивание).	45
Продолжение полностью ограниченного уравнивания.....	47
Блокировка скаляра весовой стратегии для геоидальных измерений.....	47
Создание отчета об окончательном уравнивании сети.....	48
Комбинирование GPS, наземных и геоидальных измерений при уравнивании.....	48
На что нужно обратить внимание дополнительно.....	51
Одновременное задание ортометрических и эллипсоидальных высот	51
Отмена уравнивания сети.....	52
3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети.	53
Введение.	53
Настройка отчёта по уравниванию.	53
Как использовать отчет по уравниванию сети.	53
Информация о проекте.	54
Параметры стилей уравнивания.	54
Итоги статистической обработки (оценка точности).	56
Уравненные координаты.	59
Уравненные координаты на плоскости.	59
Уравненные геодезические координаты.....	60
Приращения координат.	61

Сравнение координат геосети.....	62
Уравненные измерения.....	63
Гистограммы нормализованных поправок.....	65
Эллипсы ошибок точек.....	66
Ковариантные члены.....	67
Отчеты по подсетям.....	68
A. Руководство по уравниванию методом наименьших квадратов.....	69
Введение.....	69
Цели уравнивания МНК.....	69
Критерии МНК.....	69
Качественный проект сети.....	70
Качественные методы измерений.....	70
Типы ошибок.....	70
Грубые ошибки.....	70
Систематические ошибки.....	71
Случайные ошибки.....	71
Примеры ошибок.....	71
Сравнение внутренней и абсолютной точности.....	72
Ошибки установки на станции.....	73
Оценка ошибки центрирования.....	73
Оценка ошибки измерения высоты.....	73
Аналогия для ошибок установки на станции.....	73
Оценка точности методом наименьших квадратов.....	74
Среднее.....	74
Поправки.....	75
Сумма квадратов поправок должна быть минимальной.....	76
Нормальное распределение.....	76
Средняя квадратическая ошибка.....	77
Априорные ошибки (оцененные до уравнивания).....	78
Взвешенные измерения.....	79
Нормализованные поправки.....	81
Гистограмма нормализованных поправок и критерий Тау.....	82
Число степеней свободы.....	83
Средняя квадратическая ошибка единицы веса (Reference Factor).....	84
Тест Хи-квадрат.....	85
Масштабирование оцененных ошибок.....	85
Апостериорные ошибки (полученные после уравнивания).....	86
Эллипсы ошибок координат.....	87
Группы дисперсий.....	87
Дисперсионные группы при съемке оптическими инструментами.....	88
Группы дисперсий для GPS измерений.....	88
Методы уравнивания сети.....	88

Содержание

Минимально ограниченное или свободное уравнивание.	89
Полностью ограниченное уравнивание.	89
Аналогия трансформации.	90
Глоссарий.....	92

Об этом руководстве.

Добро пожаловать в *Руководство пользователя Network Adjustment*. В этом руководстве описано, как уравнивать геодезические GPS и оптические измерения и устанавливать взаимосвязь с исходными данными – каталожными координатами пунктов геоосновы.

Область применения и аудитория.

Это руководство содержит все инструкции по использованию *Network Adjustment*. Даже если Вы до этого использовали другое ПО для работы с Глобальной Навигационной Системой (GPS), мы рекомендуем Вам потратить часть своего драгоценного времени на прочтение этого руководства для ознакомления со специфическими возможностями этого ПО. Если Вы не знакомы с GPS, то настоятельно рекомендуем Вам ознакомиться с буклетами "*GPS - руководство к действию*" и Полный GPS учебник, который Вы найдёте в интернет по адресу www.trimble.com/gps/index.htm.

Мы полагаем, что Вы знакомы с Microsoft Windows, и знаете, как использовать мышь, выбирать нужные команды в меню и диалоговых окнах, выбирать значения из списков, и использовать интерактивную справку. Для ознакомления с вышеперечисленным, обратитесь к документации по Windows.

В следующих разделах приведено краткое описание данного руководства и документации, поставляемой с этим продуктом

Другие источники информации.

В этом разделе перечислены другие источники информации, которые знакомят, дополняют, или обновляют это руководство:

Руководство Пользователя Trimble Geomatics Office том 1 и том 2.

В этом руководстве описано, как использовать *Trimble Geomatics Office*. Полное руководство по работе с программой, которая позволяет обрабатывать результаты полевых измерений.

Trimble Geomatics Office - Руководство Пользователя DTMLink

В этом руководстве содержится информация о том, как устанавливать и использовать ПО Trimble DTMLink™. Это ПО - мощный инструмент для создания новых поверхностей и редактирования ранее созданных. *Руководство Пользователя Trimble Geomatics Office - RoadLink* В этом руководстве описано, как устанавливать и использовать ПО Trimble RoadLink™. Это ПО позволяет Вам импортировать или вводить элементы трассирования дорог для передачи их в программное обеспечение Trimble Survey Controller версии 6.50 или более поздней. Это ПО позволяет выносить проект дороги в натуру. Используя его вместе с Contour Surface Model (Модель рельефа – горизонтали), созданной с помощью модуля DTMLink, Вы можете вычислять объёмы земляных работ.

Руководство Пользователя Trimble Geomatics Office – Модуль обработки базовых линий WAVE.

В этом руководстве описано, как устанавливать и использовать модуль обработки базовых линий Trimble WAVE™, если Вы его приобрели. Этот модуль позволяет Вам обрабатывать полевые GPS измерения, полученные методами статика, быстрая статика или кинематика.

Справка

ПО имеет встроенную, контекстно-зависимую Справку, которая позволяет Вам быстро находить информацию, в которой Вы нуждаетесь. Вызвать её можно в меню Help (Справка). Другой способ это нажать кнопку Help в диалоге, или нажмите F1.

Учебные курсы Trimble.

Пожалуйста, обдумайте возможность пройти Учебный курс Trimble, что позволит Вам использовать GPS систему в полном объёме. Наши классы помогут Вам получать высококачественные результаты. На курсах особое значение придаётся практическим занятиям, что позволит Вам более продуктивно работать. Подробную информацию Вы найдёте на сайте учебных курсов Trimble:

- www.trimble.com/support/training.htm

Примечания к выпуску.

В этих примечаниях описаны новые возможности программы, информация, не включенная в руководства, и любые изменения в руководствах.

Примечания к выпуску находятся в.doc файле на компакт-диске и установлены в каталоге программы (обычно C:\Program Files\Trimble \Trimble Geomatics Office) при инсталляции ПО. Используйте любой текстовый редактор для ознакомления с содержимым примечаний к выпуску.

Примечания к обновлению.

Войдите в контакт с местным дилером Trimble для получения подробной информации о контрактах на поддержку пользователя ПО и продление гарантийного обслуживания аппаратных средств.

Другая информация.

В этом разделе перечислены источники, которые предоставляют другую полезную информацию.

World Wide Web (WWW)

Для интерактивного взгляда на Trimble, посетите наш узел во Всемирной паутине:

<http://www.trimble.com>

FTP узел.

Используйте FTP узел Trimble для пересылки нам или получения от нас файлов, служебных программ, бюллетеней, и FAQ:

<ftp://ftp.trimble.com>

В качестве альтернативы, обратитесь к FTP узлу с WWW страницы Trimble

<http://www.trimble.com/support/support.htm>

Техническая Помощь

Если у Вас возникли проблемы, и Вы не можете найти нужную информацию, то *войдите в контакт с вашим местным дилером*. Также Вы можете запросить техническую поддержку с помощью веб сайта Trimble:

- www.trimble.com/support/support.htm


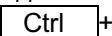
Оформление текстовых блоков руководства.

Курсивом оформлены пункты меню программы, команды, текст в диалоговых окнах и полях ввода данных.

МАЛЕНЬКИМИ ПРОПИСНЫМИ буквами оформлены команды DOS, названия каталогов, имён файлов и их расширения.

Шрифтом **Courier** оформлены сообщения, выводимые на дисплей.

Шрифтом **Courier Bold** (полужирный) оформлена информация, которую вы должны набрать в окне программы.

 - пример клавиши, которую вы должны нажать на персональном компьютере (PC). Если Вы должны одновременно нажать более одной клавиши, то это будет обозначено знаком "плюс", например, .

Фраза "Выберите *курсив/курсив*" указывает на последовательность вызова пунктов меню, команд или диалогов, которые вы можете выбрать для того, чтобы достигнуть данного рабочего экрана ПО.

Предупреждения, Предостережения, Примечания, и Советы.

Предупреждения, предостережения, примечания, и советы обращают ваше внимание на важную информацию и указывают на её характер и цель.

 **Предупреждение о ситуации, которая может вызывать травму пользователя или потерю данных.**

 **Предостережение о ситуации, которая может вызывать повреждение оборудования или ошибку программы.**

 **Примечания предоставляют вам существенную дополнительную информацию, расширяющую ваш кругозор или руководящую вашими действиями.**

 **Советы помогут вам лучше использовать оборудование.**

1 Введение

Хорошим тоном в геодезии является сбор дополнительных данных для контроля целостности полученных измерений. Если у Вас есть дополнительные (избыточные) измерения, то вы можете использовать их для минимизации влияния ошибок, содержащихся в них перед получением заключительных результатов.

Дополнительный модуль программного обеспечения (ПО) Trimble Geomatics Office™ для уравнивания сетей Network Adjustment предоставляет широкий ассортимент средств для:

- Обнаружения грубых и больших ошибок в своих измерениях
- Учета систематических ошибок
- Оценки и моделирования случайных ошибок
- Фиксации измерений в принятой системе координат, что позволяет учесть параметры трансформации ИГД
- Составления с уравненными координатами и их оценкой точности, уравненных наблюдений и параметров трансформации.

Модуль уравнивания сети Network Adjustment был специально разработан для использования с ПО Trimble Geomatics Office, для обеспечения комплексного, понятного и простого в использовании порядка решения этих задач. Используются строгие и проверенные алгоритмы, основанные на методе наименьших квадратов, которые ранее были воплощены в программе TRIMNET™ Plus. Те же самые алгоритмы использовались в качестве основы для нового модуля уравнивания. Программное обеспечение Trimble Geomatics Office вместе с модулем Network Adjustment поможет вам достичь наивысшего уровня точности и качества, требуемого для ваших решения ваших задач.

В таблице 1.1 приведен список функциональных возможностей, которыми обладает модуль уравнивания Network Adjustment.

Таблица 1.1 - Модуль уравнивания Network Adjustment

Название	Описание
Программа уравнивания Network Adjustment (которую можно вызвать в меню <i>Уравнивание</i> или в Панели проекта)	Используется для выполнения уравнивания сети GPS и наземных измерений, анализа результатов, редактирования параметров сети и переуравнивания сети. Используется для настройки групп дисперсий, назначения весов и выбора наблюдений для включения в уравнивание.
Стили Network Adjustment	Используются для указания различных параметров Network Adjustment и сохранения групп установленных параметров в виде стилей, имеющих собственное название.
Отчет Network Adjustment	Используется для просмотра результатов уравнивания в формате HTML-отчетов и выполнения контроля качества.
Группа Уравнивание в Панели проекта	Используется для быстрого доступа к наиболее часто используемым процедурам уравнивания сети.
Панель инструментов эллипсов	Используется для настройки внешнего вида эллипсов ошибок в графическом окне после того, как было выполнено уравнивание сети.

Прежде чем начать уравнивание сети.

Прежде чем начать уравнивание сети, пожалуйста, прочитайте Приложение А – Руководство по уравниванию методом наименьших квадратов. Эта информация позволит Вам лучше понять требования предъявляемые к уравниванию сетей и процедур для правильного выполнения уравнивания.

Кроме того, просмотрите блок – схему на Рисунке 1.1 - для получения представления о порядке работы с Trimble Geomatics Office.

*Все главы относятся к Руководству пользователя ПО Trimble Geomatics Office если не указано иначе.

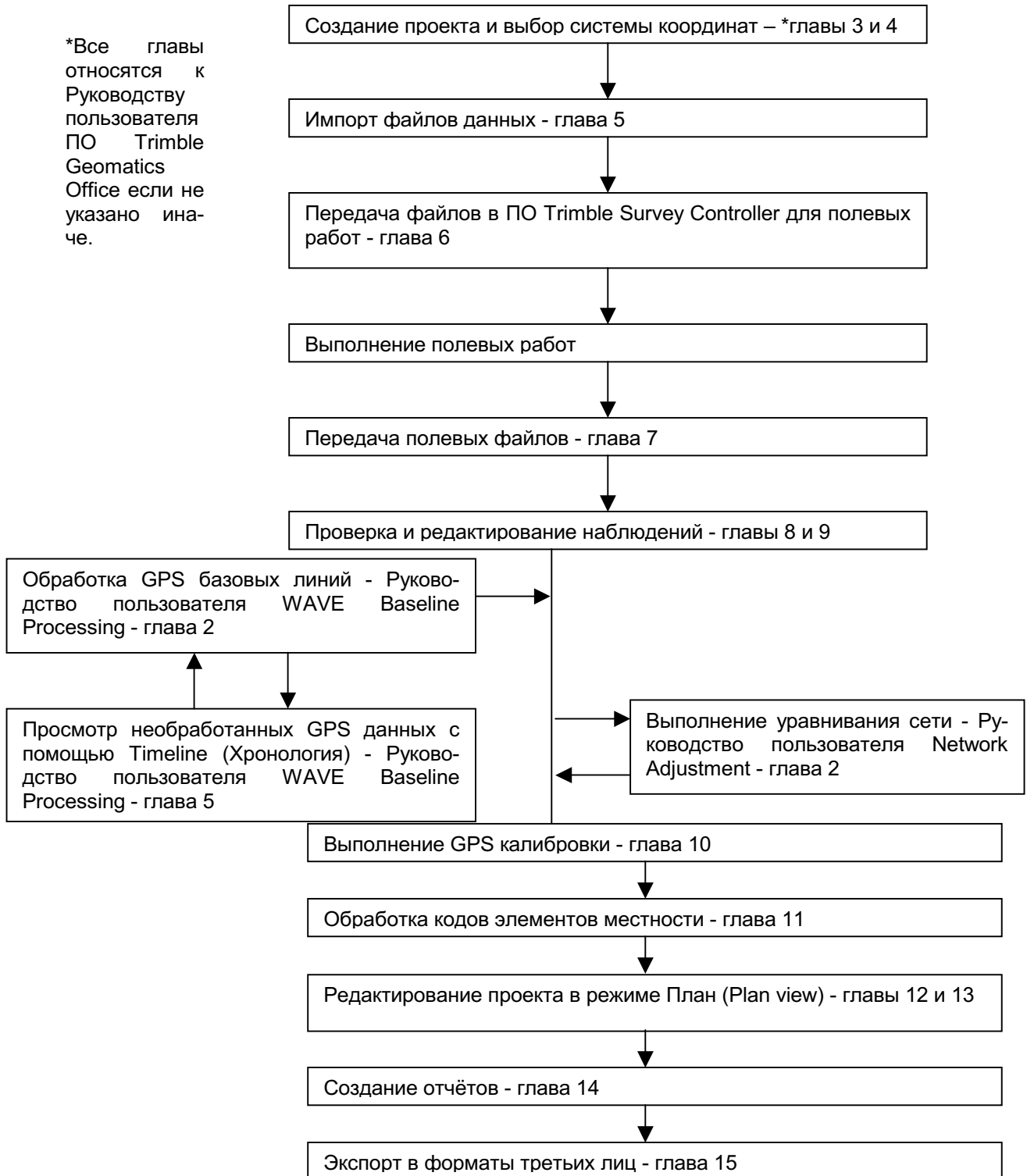


Рисунок 1.1 - Порядок работы с программным обеспечением Trimble Geomatics Office

Меню уравнивания

Меню уравнивания *Уравнивание* предоставляет вам все средства, требуемые для выполнения полного уравнивания GPS сети. Вы можете выбирать каждый пункт меню отдельно, в том порядке, в котором предпочитаете.

Поддерживаемые типы данных

Программное обеспечение уравнивания сетей поддерживает следующие типы данных:

- GPS данные для постобработки, полученные в результате GPS измерений.
- Кинематические GPS данные в реальном времени (RTK) с записями о контроле качества (QC2), полученные в результате GPS измерений.
- Наземные измерения - угловые оптические, полученные с помощью тахеометров и нивелирные из цифровых нивелиров
- Данные о высотах геоида, полученные по модели геоида.

Каждый тип данных описывается в последующих разделах.

GPS данные для постобработки

Обычно при создании геодезической сети на местности используются данные для постобработки.

Данные для постобработки получают в процессе проведения полевых измерений статикой, быстрой статикой и кинематикой. В этих случаях используются следующие процедуры:

1. Полевые GPS измерения в поле.
2. Запись данных в приемник или накопитель данных.
3. Передача данных в проект Trimble Geomatics Office. (Для получения более подробной информации обращайтесь в *Руководство пользователя программного обеспечения Trimble Geomatics Office*).
4. Обработка данных, используя процессор базовых линий WAVE.

Процессор обработки базовых линий производит базовые линии и оценку их точности. Затем вы сможете уравнивать эти базовые линии, полученные в результате постобработки.

Для подробной информации по обработке базисных GPS линий обратитесь к Руководству пользователя по обработке базовых линий *Trimble Geomatics Office – WAVE Baseline Processing Software User Guide*.

Кинематические GPS данные в реальном времени

Кинематические измерения в реальном времени (RTK) наиболее часто используется для сбора топографических данных или выноса в натуру проектных точек. Она также может использоваться для сгущения геосетей более высокого класса.

Кинематические измерения в реальном времени выполняется с помощью GPS приёмников Trimble. RTK измерения выполняется в следующем порядке:

1. Настройка контроллера для сбора записей QC2 в течение съемки. (о подробной информации по сбору записей QC2 обращайтесь к документации программы *Survey Controller*).
2. Сохранение записей QC2 для всех точек, которые вы запланировали использовать в уравнивании. Записи QC2 содержат данные об ошибках наблюдений, используемых в уравнивании.
3. Передача данных в проект программного обеспечения Trimble Geomatics Office для уравнивания.

Наземные (оптические) измерения.

Наземные измерения можно получать рядом оптических инструментов, например нивелиры. В основном наземные измерения содержат следующие измерения:

- Горизонтальные углы
- Вертикальные углы
- Превышения
- Наклонные расстояния
- Геодезический азимут или дирекционный угол

Примечания – Астрономические азимуты не поддерживаются в Trimble Geomatics Office.

Используйте следующие процедуры для наземных измерений:

1. В поле, выполните и запишите оптические измерения в контроллер.
2. Передайте данные в Trimble Geomatics Office.
3. Проконтролируйте измерения в ПО.
4. Если необходимо выполните уравнивание.

☒ **Примечания** – Если Вы намериваетесь выполнить уравнивание сети с помощью данных переданных из Trimble Survey Controller, при выполнении полевых измерений введите следующие величины для стиля Trimble Survey Controller: давление, температуру и поправку за кривизну земли и рефракцию. Более подробную информацию смотрите в документации Trimble Survey Controller.

☒ **Примечания** – Частичные измерения (например, импортированные горизонтальные углы) могут быть уравнены в Trimble Geomatics Office. Однако, они не используются в превычислениях.

Данные о превышениях геоида.

Геоидальные измерения (превышения геоида) представляют собой расстояние между эллипсоидом и геоидом в данной точке.

Превышения геоида:

- Извлекаются из модели геоида, охватывающей район работ
- Применяются к измеренной эллипсоидальной высоте для вычисления ортометрической отметки

Программное обеспечение Trimble Geomatics Office получает превышения геоида из модели, используя координаты точек, включенных в уравнивание сети. С Trimble Geomatics Office поставляются несколько моделей геоида. Другие, более подробные модели, могут быть получены в местных или государственных предприятиях. Модели разрабатываются государственными геодезическими предприятиями и являются математическим представлением поверхности геоида, который приближенно соответствует среднему уровню моря (MSL).

Программное обеспечение уравнивания сети соответствующим образом моделирует все ошибки, связанные с моделью геоида и измеренными эллипсоидальными высотами.

2. Выполнение уравнивания сети

Введение

В этой главе содержатся общие сведения о том, как выполнить уравнивание сети с использованием программного пакета Trimble Geomatics Office. Описание поэтапных процедур, наряду с примерами диалогов и рабочими блоками – схемами, помогут вам познакомиться с тем, как выполняется уравнивание сети. Глава также содержит информацию по выявлению и решению проблем при уравнивании сети.

Когда и зачем выполняется уравнивание сети

Уравнивайте сеть после:

- Постобработки необработанных GPS данных
- Импорта RTK базовых линий (с QC2 данными)
- Импорта и контроля наземных измерений

Уравнивание используется для:

- Анализа ошибок в GPS измерениях
- Обнаружения грубых и больших ошибок
- Распределения случайных ошибок наблюдений по методу наименьших квадратов
- Трансформации результатов наблюдений в местную систему координат.

☒ **Примечания** – Trimble рекомендует перед тем, как приступить к уравниванию, ознакомиться с Руководством по уравниванию методом наименьших квадратов, Приложение А.

На рисунке 2.1 показано окно режима Съёмка с примером сети, построенной по результатам GPS измерений в режиме быстрой статики.

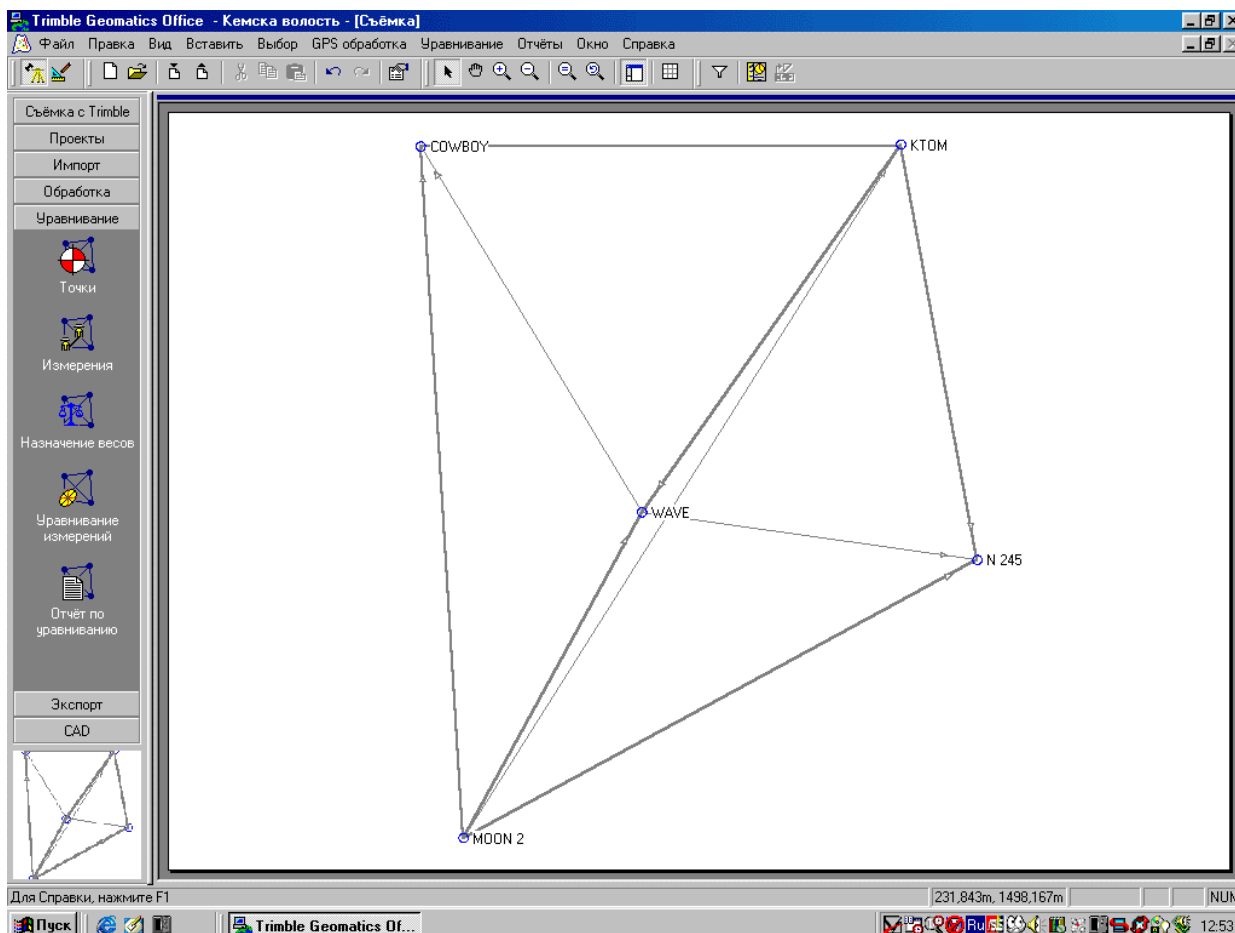


Рисунок 2.1 Режим Съёмка - Пример сети, полученной по результатам измерений быстрой статикой.

2. Выполнение уравнивания сети

Панель проекта содержит группу *Уравнивание*.

Последовательность уравнивания сети

При уравнивании сети используются два основных этапа:

- Минимально ограниченное уравнивание
- Полностью ограниченное уравнивание

В этой главе описана последовательность процедур на этих двух этапах, начиная с минимально ограниченного уравнивания, с последующим переходом к полностью ограниченному уравниванию. На рисунке 2-2 показана типичная последовательность действий для минимально ограниченного уравнивания и указаны ссылки на соответствующие разделы главы 2.

Примечания – Эти этапы будут использованы если выполнены GPS, наземные или геоидальные измерения или комбинация этих измерений.

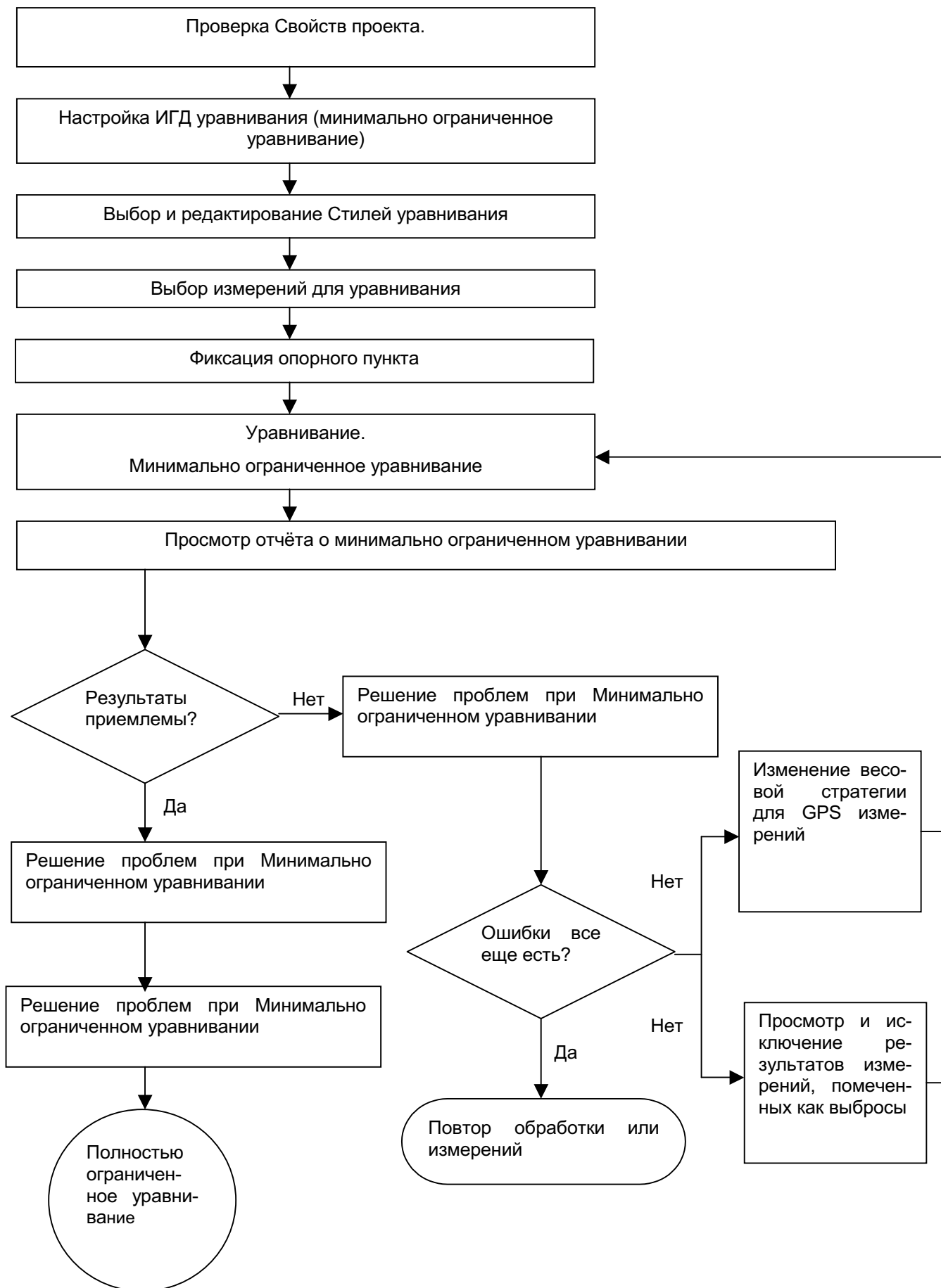


Рисунок 2.2 Последовательность действий при минимально ограниченном уравнивании

Важность однородности координат.

Перед уравниванием данных в проекте Trimble Geomatics Office вы должны сначала импортировать пункты геоосновы с наивысшим качеством. Это потому что после импорта данных в ПО, Вам нужно выполнить перевычисление для определения *вычисленного* положения импортированных точек.

Координаты с плохим качеством могут привести ошибочному масштабированию измерений в течение моделирования базовых линий, которое затем приведёт к неправильным результатам уравнивания сети. Ошибки высот приводят к искажениям масштаба в течение моделирования.

Для предотвращения вышеуказанного убедитесь что:

- Измерения выполнены от пункта с координатами высшего качества
- Координаты однородны; т. е. нет больших невязок

Если Вы попытаетесь выполнить уравнивание с невязками, появится диалог с предупреждением о неоднородности данных. Удалите неоднородности перед выполнением минимально ограниченного уравнивания.

Примечания – Это имеет место только в течение уравнивания со скалярами установленными по умолчанию, с помощью которых осуществляется контроль однородности данных. Если вы отредактировали данные и выполняете другое уравнивание, убедитесь в том, что в группе Тип скаляра установлен переключатель По умолчанию (на вкладках GPS, Наземные и Геоид) диалога Стратегия назначения весов.

Более подробная информация о перевычислении есть в руководстве пользователя Trimble Geomatics Office.

Проверка свойств проекта.

Уравнивание выдает окончательные результаты (координаты точек) в системе координат и единицах измерения проекта. Прежде чем приступить к уравниванию, убедитесь, что Система координат и единицы измерения заданы правильно.

Чтобы это сделать:

1. Запустите программу Trimble Geomatics Office.
2. Откройте проект, содержащий сеть обработанных базовых линий, которые вы собираетесь уравнивать.
3. Проверьте, что установлена верная система координат и единицы измерения.
 - Выберите *Файл / Свойства проекта*.
 - Выберите вкладку *Система координат*.
 - Проверьте сведения по системе координат.
 - Выберите вкладку *Единицы измерения*.
 - Проверьте сведения по единицам измерения.
4. Щелкните **ОК**.

Вы можете отредактировать свойства проекта в любое время в процессе работы над ним.

Более подробно о диалоге *Свойства проекта* см. в руководстве пользователя Trimble Geomatics Office или в Справке.

Настройка ИГД уравнивания (Минимально ограниченное уравнивание).

Перед выполнением уравнивания укажите **ИГД уравнивания**. Вы можете использовать любые из следующих ИГД:

- WGS-84
- Проекта

Поскольку GPS измерения выполняются на WGS-84, используйте эту ИГД для минимально ограниченного уравнивания GPS измерений. После завершения минимально ограниченного уравнивания Вы можете легко перейти к полностью ограниченному уравниванию.

Для наземных измерений, используйте ИГД проекта для выполнения минимально ограниченного уравнивания.

Для смены ИГД уравнивания

2. Выполнение уравнивания сети

- В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / ИГД / WGS-84*.

Галочка указывает, какие ИГД выбраны.

☒ **Примечание - Выбор WGS-84 в качестве ИГД уравнивания никак не влияет на координаты на плоскости и референц-эллипсоиде в окне *Свойства*. Эти координаты выводятся в системе координат проекта.**

☠ **Предупреждение – Используя для уравнивания GPS измерений не WGS-84 вы получите другие значения весов. Это причина того, что в измерения вставляются разница ИГД в течении моделирования базовых линий.**

Выбор и редактирование стилей уравнивания.

Следующий этап – это выбор стиля уравнивания, проверка и установка параметров настройки. Стили уравнивания полезны для настройки уравнивания под ваши требования и сохранения данного стиля для работы с другими проектами. Используйте диалог *Стили уравнивания сети*, чтобы выбрать активный стиль и следующие параметры стиля:

Общие - скаляры сигмы и допуски.

Ковариация - точность как для плановых (2D), так и пространственных (3D) ковариантных параметров.

Наземные измерения – установка ошибок наземных измерений.

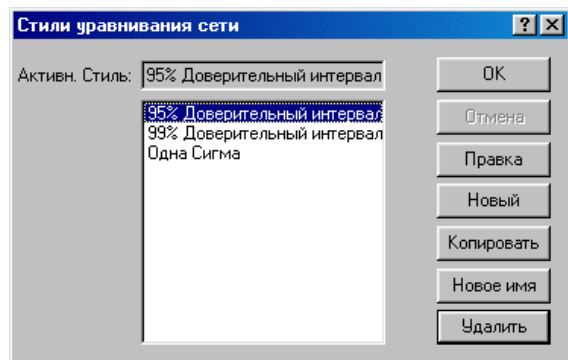
Ошибки на станции - оценка ошибок измерения высоты и центрирования антенны и инструмента.

☒ **Примечание - Все предлагаемые Trimble стили уравнивания содержат настройки по умолчанию. Для решения ваших задач могут потребоваться другие параметры.**

Для выбора и просмотра стилей уравнивания:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Стили уравнивания*.

Появляется диалог *Стили уравнивания сети*:



2. Выберите нужный в данном случае стиль.

В большинстве случаев подойдёт стиль *95% Доверительный интервал*.

📖 **Советы - Вы можете отредактировать существующие стили или создать новый стиль, а затем редактировать его при необходимости. Щелкните по *Новый* и введите название нового стиля. Для создания нового стиля используется вариант *95% Доверительный интервал*.**

3. Щелкните по *Правка* для открытия диалога для выбранного стиля и ознакомления с параметрами стиля.

Просмотр основных параметров.

После нажатия *Правка* в диалоге *Стили уравнивания сети* появляются диалоги для выбранного вами стиля. Активной всегда является вкладка, которая просматривалась в последний раз.

Используйте вкладку *Общие*, чтобы установить или задать следующие возможности:

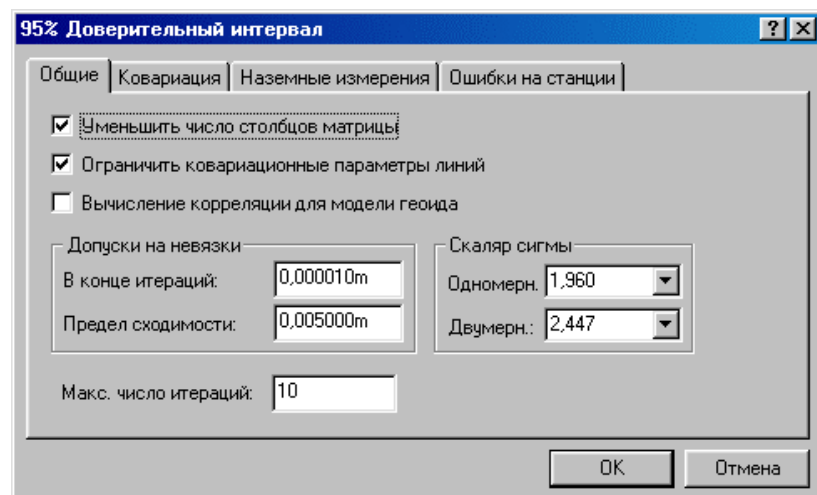
- Уменьшить число столбцов матрицы
- Ограничить ковариационные параметры линий
- Вычисление корреляции для модели геоида
- Допуски на невязки

2. Выполнение уравнивания сети

- *Скаляры сигмы* (доверительные уровни), используемые для вывода вычисленных ошибок результатов наблюдений и точек, выводимых в отчете об уравнивании.
- *Максимальное число итераций*, позволенных для сходимости уравнивания.

Для просмотра основных параметров:

1. Выберите вкладку *Общие*, показанную ниже:



2. Проверьте и отредактируйте параметры на вкладке *Общие*.

Как правило, единственное, о чем вам следует позаботиться – это скаляры сигмы. Значения сигмы для доверительной вероятности 95 %:

- 1.960 для одномерного (1D) скаляра - используется для оценки ошибок азимута, расстояния и превышения
- 2.447 для двумерного (2D) скаляра - используется для эллипсов ошибок.

3. Чтобы внести изменения (в случае необходимости), выберите поле для редактирования и выполните одно из следующих действий:

- Выберите из списка.
- Отметьте галочкой или снимите отметку в соответствующем поле.
- Введите соответствующее значение в поле.

4. Нажмите **OK** для подтверждения сделанных изменений.

Просмотр ковариационных параметров

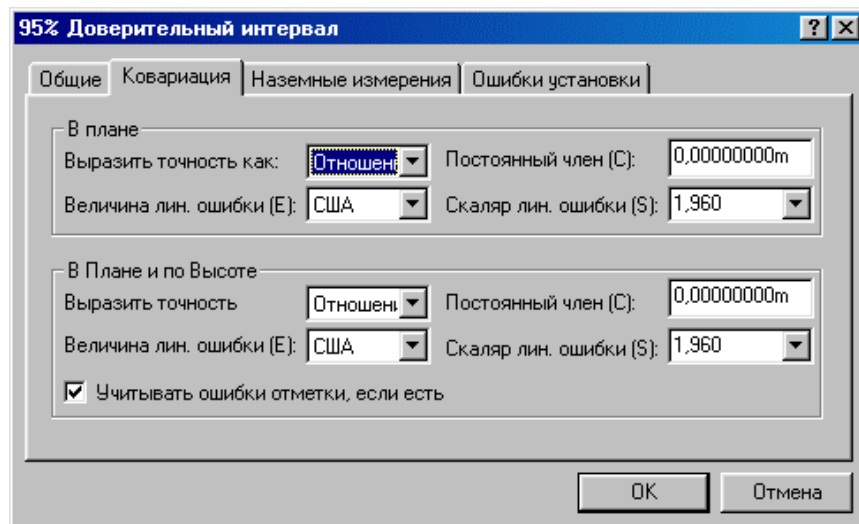
Используйте вкладку *Ковариация* для указания:

- Доверительных уровней – Величины линейной ошибки - Скаляра линейных ошибок
- Метода, используемого для вычисления и вывода ковариантных параметров в отчете по уравниванию
- Постоянной, используемой с ковариантными параметрами.

Для просмотра параметров:

1. Выберите вкладку *Ковариация*, показанную ниже:

2. Выполнение уравнивания сети



2. Проверьте и отредактируйте установки *Ковариация*.

Как правило, необходимо отредактировать *Скаляр линейной ошибки* в соответствии с решаемыми задачами. В большинстве случаев необходим доверительный уровень в две сигма (1.960) или 95 процентов.

Примечание - Обратите внимание на требования к проекту, чтобы задать необходимые значения доверительных уровней

3. Чтобы внести изменения (в случае необходимости), выберите поле для редактирования и выполнения одного из следующего:

- Выберите из списка.
- Отметьте галочкой или снимите отметку в соответствующем поле.
- Введите соответствующее значение в поле.

4. Нажмите **OK** для подтверждения сделанных изменений.

Более подробную информацию вы найдёте в Справке.

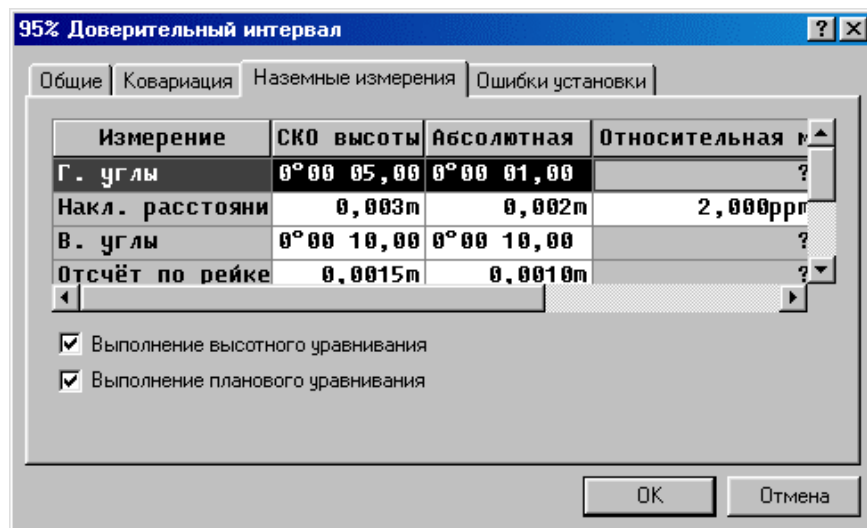
Просмотр параметров для наземных измерений.

Используйте вкладку Наземные для:

- Указания средних квадратических ошибок (СКО) для наземных измерений
- Указания необходимости выполнения планового или высотного уравнивания.

Для просмотра этих параметров:

1. Выберите вкладку *Наземные*, показанную ниже:



2. Проверьте и отредактируйте параметры.

Значения для всех СКО уже установлены по умолчанию.

2. Выполнение уравнивания сети

Если вы не укажете ошибки для измерений, ПО будет использовать значения по умолчанию. Предположительные ошибки должны быть выше минимальной СКО. Абсолютная минимальная и относительная минимальная СКО используются когда они больше СКО, полученной в результате измерений.

Просмотр настроек для ошибок на станции.

При проведении съемок или измерений имеют место ошибки, возникающие при установке инструмента на станции. Эти ошибки должны быть учтены.

Используйте вкладку *Ошибки на станции*, чтобы ввести предположительные ошибки установки GPS и обычных инструментов:

- *Ошибка высоты антенны* – при измерении высоты антенны
- *Ошибка центрирования* – при центрировании антенны над геодезическим пунктом.
- *Ошибка высоты инструмента* - при измерении высоты инструмента
- *Ошибка центрирования* - при центрировании инструмента над геодезическим пунктом

При оценке ошибок на станции будьте внимательней – не завышайте их значения.

При проведении обычных измерений с использованием вех, предлагаемых фирмой Trimble, и хорошо отъюстированных трегеров с оптическим отвесом придерживайтесь рекомендаций, приведенных в Таблице 2-1.

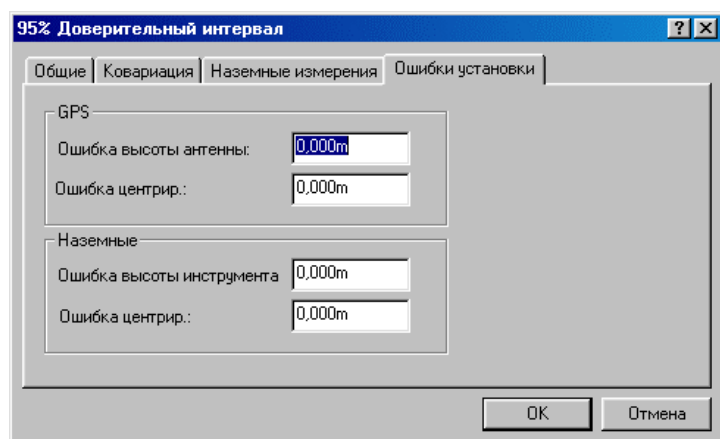
Таблица 2-1 Рекомендации по оценке ошибок установки

Тип ошибки на станции	Минимальное значение	Максимальное значение
Ошибка измерения высоты антенны	0.000	0.004
Ошибка GPS центрирования	0.000	0.003
Ошибка высоты инструмента	0.000	0.004
Ошибка центрирования	0.000	0.003

☒ **Примечание – Эти значения только для общего сведения, в каждом конкретном случае руководствуйтесь решаемыми задачами.**

Для просмотра ошибок на станции:

1. Выберите вкладку *Ошибки установки*, показанную ниже:



2. Проверьте параметры.

Чтобы выполнить необходимое редактирование:

- a. Щелкните курсором в поле для редактирования.
- b. Введите в поле соответствующее значение.
- c. Щелкните **ОК** для подтверждения стиля.

3. Щелкните **ОК** для продолжения.

С этого момента стиль уравнивания становится активным стилем. Эти параметры используются на протяжении всего процесса уравнивания.

Выбор наблюдений для уравнивания.

Как правило, в проекте содержатся различные типы наблюдений:

- Статические, Быстростатические, Кинематические в режиме Stop and Go и Непрерывные кинематические GPS наблюдения для постобработки
- GPS RTK (с и без QC2 записей) и Непрерывные RTK GPS наблюдения в реальном времени
- Наземные измерения – горизонтальные, вертикальные углы, расстояния, азимут и превышения.

Некоторые из наблюдений требуют уравнивания, в то время как другие нуждаются только в том, чтобы к ним были применены *параметры трансформации*. Учтите следующее:

- Результаты наблюдений, полученные при создании опорных геосетей, уравниваются с целью обнаружения и устранения больших ошибок, распределения случайных ошибок и оценки точности.
- Может статься, что в измерения выполненные для сгущения сетей и определения координат точек нужно будет ввести только параметры трансформации для трансформации их в координаты на референц-эллипсоиде.

Прежде чем приступить к уравниванию, следует выбрать наблюдения, которые будут уравниваться. После импортирования или постобработки программный пакет Trimble Geomatics Office автоматически выбирает определенные типы наблюдений для уравнивания.

В Таблице 2-2 показаны наблюдения, которые выбираются автоматически. Остальные измерения для включения их в уравнивание выбираются вручную.

Таблица 2-2 Наблюдения, выбираемые автоматически

Эти измерения ...	выбираются при ...
Полученные при постобработке: Статика Быстрая статика Кинематика (только Stop and Go)	сохранении решения после постобработки
RTK (с записями QC2) (только Stop and Go)	импортировании .dc файла
Импортированные .ssf и .ssk файлы, полученные при постобработке: Статика Быстрая статика Кинематика (только Stop and Go)	импортировании .ssf или .ssk файла.
Нивелирные измерения	импортировании .raw или .dat файла

Полученные при постобработке Непрерывные кинематические, Непрерывные RTK (с QC2), а также импортированные Непрерывной кинематические измерения, отображаются в диалоге *Измерения уравнивания сети*. Однако, чтобы использовать эти решения в уравнивании сети, их необходимо выбрать вручную, отметив для этого флажок в колонке *Использовать*.

Поскольку программное обеспечение Trimble Geomatics Office выбирает наблюдения автоматически, вам потребуется вручную отменить выбор тех наблюдений, которые вы не хотите уравнивать.

Примечание – При выполнении уравнивания в не геоцентрической ИГД, и фиксации эллипсоидальных высот (не отметок) в диалоге Точки, Trimble рекомендует включать все полярные вектора в уравнивание. Это обеспечит получение высот наивысшего качества для определения полярных точек.

Выбор и отмена выбора измерений.

Существует несколько способов выбора измерений для использования в уравнивании. Те же самые способы используются и для отмены выбора.

Для этого выполните одно из следующих действий:

В окне *Свойства*:

2. Выполнение уравнивания сети

1. В режиме Съёмка выберите нужное измерение курсором мыши.

Измерение будет выделено.

2. Для просмотра свойств измерений выполните одно из следующих действий:

- Выберите *Правка / Свойства*.
- Выберите значок *Редактирование свойств*.
- Нажмите [Alt] + [Enter].
- Дважды щелкните по измерению.

Окно *Свойства* появляется вместе с наблюдениями, перечисленными в окне *Выбор*.

3. Если в окне *Выбор* представлено много наблюдений, то выберите одно.

4. Свойства измерения отображаются на странице *Итоги* вкладки *Съёмка*. Если имеется предупреждение, связанное с этим наблюдением, то на экран выводится страница *Предупреждение*.

Для просмотра страницы *Итоги* нажмите кнопку со значком Trimble .

Выберите или очистите флажок *Использовать в уравнивании*, для подключения или отключения измерения для уравнивания.

Использование команды многократная правка.

Вы можете выбрать несколько измерений для использования их в уравнивании сети и выполнения многократного редактирования. (Метод используемый для отмены выбора указан в скобках).

Для выполнения многократной правки:

1. Выберите все измерения, которые вы хотите использовать (или не использовать) в уравнивании сети. Используйте один из способов, описанных в Руководстве пользователя Trimble Geomatics Office.

2. В режиме *Съёмка* выберите *Правка / Многократная правка*. Появится диалог *Многократная правка*.

3. Выберите вкладку *Съёмка*.

4. В группе *Правка выбранных измерений* отметьте флажок *Использовать в уравнивании сети*. Список справа станет доступным.

Примечание - флажок *Использовать в уравнивании сети* недоступен если в выделенных данных есть измерения, которые нельзя уравнивать.

5. Выберите *Да (Нет, чтобы очистить поле)*.

6. Нажмите **ОК**, чтобы применить правку к выбранным наблюдениям.

Все выбранные в проекте наблюдения используются (или не используются) в уравнивании сети.

Для использования диалога *Измерения* для отмены выбора для отключения наблюдений от использования в уравнивании сети:

1. Выберите все измерения для использования (или не использования) в уравнивании сети.

Используйте один из способов, описанных в Руководстве пользователя Trimble Geomatics Office.


 **Совет – Вы можете использовать фильтры отображения для обнаружения измерений, которые можно уравнивать.**

2. В режиме *Съёмка* выберите *Уравнивание / Измерения*.

Появляется диалог *Измерения*. Измерения, которые были выбраны в режиме *Съёмка*, также оказываются выделенными в диалоге *Измерения*.

3. Выберите вкладку *GPS* или *Наземные*.

4. Найдите измерение, которое вы хотите использовать или не использовать в уравнивании.

 **Совет - При выборе или отмене выбора более одного наблюдения щёлкните по *Фильтр*, чтобы скрыть типы измерения, которые не включены в уравнивание. Вы можете также использовать стандартные методы выделения Windows для выбора нескольких наблюдений ([Shift] или [Ctrl] + щелчок), после чего выбрать одно из полей для выделенной группы.**

5. Отметьте или снимите флажок для выбора или отмены выбора измерения.

2. Выполнение уравнивания сети

Измерение выбрано для использования в уравнивании сети, когда отмечен соответствующий флажок и наоборот.

6. Щелкните по **ОК**, чтобы выйти из диалога *Измерения*.

Задание опорного пункта.

На данном этапе уравнивания необходимо решить, будете ли вы использовать только внутренние ограничения (свободное уравнивание) или зададите (зафиксируете) один из опорных пунктов. С внутренними ограничениями программа не задает пункт, а минимизирует приращения координат точек от их первоначальных значений.


При использовании любого метода получается одинаковая статистика для наблюдений, однако предпочтительней задать опорный пункт.

В Таблице 2.3 показаны преимущества задания опорного пункта.

Таблица 2.3 Преимущества задания опорного пункта.

Допускает использование ...	Преимущества
функцию <i>Уменьшить число столбцов матрицы</i> . Если в сети содержится большое количество пунктов и наблюдений, при задании опорного пункта можно использовать сокращенное количество столбцов матрицы при определении стиля уравнивания.	Уменьшение: объема компьютерной памяти, необходимой для уравнивания сети и, возможно, времени, необходимого для уравнивания; количества ковариантных параметров, вычисляемых для наблюдаемых линий в сети, уменьшая тем самым список параметров.
более точные координаты для извлечения превышений геоида.	Координаты, используемые для получения превышений геоида по модели геоида должны быть как можно более точными. Задание пункта фиксирует сеть и точки наблюдений на ИГД в верном местоположении. Позже при выполнении уравнивания, во время загрузки геоидальных измерений вы будете использовать лучшие из возможных координат.

Вы можете решить фиксировать точку в уравнивании сети, которая не имеет координат, связанных с ИГД уравнивания (WGS -84) для минимально ограниченного уравнивания. Trimble Geomatics Office позволяет ввести координаты на плоскости или референц-эллипсоиде, а затем автоматически трансформировать эти координаты в WGS -84, чтобы привести в соответствие с ИГД уравнивания.

 **Предостережение - Будьте внимательны при вводе эллипсоидальной высоты. Если вы вводите плановые координаты на референц-эллипсоиде, то убедитесь, что вы вводите эллипсоидальную высоту. Не фиксируйте эту высоту, если у вас нет каталожных значений высоты опорного пункта. Trimble Geomatics Office будет использовать внутренние ограничения для высот над эллипсоидом, если таковая не введена.**

Определение качества опорного пункта

В диалоге *Точки* (в меню *Уравнивание*) можно определить все параметры качества компонент опорного пункта (в уравнивании), поместив соответствующий символ ху, LL, e или h столбце *Зафиксировано*. Заданные параметры качества автоматически помещаются в столбец *Зафиксировано* при импортировании данных из:

- Каталогов координат NGS
- ASCII файла, когда поле *Качество импортируемых данных* в диалоге *Импорт* установлено *Геооснова*. Более подробно об этом см. Руководство пользователя Trimble Geomatics Office.

Пример показан в диалоге *Точки* на следующей странице.

Примечание - Trimble Geomatics Office не позволит вам задать ортометрическую отметку (e), пока превышения геоида не будут загружены в уравнивание. Превышения геоида загружаются после завершения минимально ограниченного уравнивания и непосредственно перед полностью ограниченным уравниванием.

2. Выполнение уравнивания сети

Фиксация пункта (минимально ограниченное уравнивание).

Если вы выполняете **свободное** уравнивание, в действиях, описываемых в этом разделе, нет необходимости. Вы можете продолжить свободное уравнивание, начав с раздела **Минимально ограниченное уравнивание** и далее.

Используйте диалог *Точки* при выполнении следующих действий в уравнивании для просмотра, редактирования (в случае необходимости) и фиксации координат пунктов в сети:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Точки*. Появляется диалог *Точки*:

Точка	x (север)	y (восток)	Эл. высота	Отм.	Фикс
WAVE	606827,613м	1828553,594м	-7,959м	24,950м	
1000	606845,429м	1828658,603м	-7,828м	25,076м	
1001	606868,164м	1828783,890м	-7,529м	25,369м	
NE COR	607141,000м	1828740,356м	-9,853м	23,039м	
NW COR	607071,970м	1828503,076м	-10,587м	22,319м	
4000	606862,569м	1828650,689м	-8,331м	24,573м	
4001	606855,431м	1828602,114м	-8,310м	24,596м	
4002	606857,170м	1828601,701м	-7,371м	25,536м	
4003	606855,823м	1828594,599м	-8,402м	24,505м	

Точки: ИГД для уравнивания: WGS-84

Фикс
 2D
 Эл. высот
 Отм.

Плоскость Реф-эллипсоид WGS-84

Здесь перечислены все точки уравниваемой сети. Список в диалоге *Точки* не содержит все точки базы данных проекта. Этот список содержит только точки, которые связаны наблюдениями, используемыми в уравнивании сети. Список не содержит пунктов, связанные с наблюдениями, не включенными в уравнивание сети.

2. Выберите тип координат в Свойствах проекта, соответствующий значениям вашего опорного пункта: *Плоскость*, *Реф-эллипсоид* или *WGS -84*.

Координаты выводятся в соответствии с выбранным типом.

3. Выберите пункт для фиксации. Информация по данному пункту выделяется.

4. В группе *Фиксация* выберите составляющие координат для фиксации: плановые - 2D (ху или LL) и высотные – *Эл. высота* (h).

Примечание – На WGS –84 не фиксируйте более одних плоских координат; иначе наблюдения ограничиваются в неправильной ИГД.

5. Произойдет одно из двух:

- Если составляющие координат выделенного пункта были импортированы с качеством Геооснова, то с соответствующей составляющей (ху или LL, h) снимаются скобки. Значения координат опорного пункта выводятся в соответствующих полях, которые доступны для редактирования, но никакой правки не требуется.
- Если ни одна составляющая координат выделенного пункта не была импортирована с качеством Геооснова, то поля координат для выделенного пункта становятся доступными для редактирования, а в колонке *Зафиксировано* появляются составляющие ху, или LL, или h.

6. Если необходимо, то введите каталожные координаты пункта.

После того, как Вы отредактируете пункт, существующие введенные координаты точки перезапишутся.

7. Щёлкните по ОК для продолжения минимально ограниченного уравнивания.

Примечание – Если вы зафиксируете составляющие координат (2D или Эл. высоту) точки с импортированным качеством другим нежели Геооснова, то для такого пункта создается страница координат в окне Свойства. На этой странице будут показаны зафиксированная компонента и значение вместе с символом "?" для незафиксированных компонентов. Введенные в офисе значения будут превалировать над всеми другими значениями компонент координат для данного пункта.

Совет – Если вы отредактировали составляющие координат в группе Фиксация автоматически выберутся. Если Вы «расфиксируете» составляющую координат, значения координат вернутся к первоначальным значениям.

2. Выполнение уравнивания сети

Минимально ограниченное уравнивание.

Теперь можно приступить к минимально ограниченному уравниванию ваших наблюдений.

Вы уже выполнили следующие действия:

- Задали ИГД уравнивания
- Выбрали стиль уравнивания
- Выбрали измерения для уравнивания
- Зафиксировали пункт геоосновы или остановились на свободном уравнивании

Теперь вы можете выполнить уравнивание и проанализировать GPS наблюдения.

Выполнение уравнивания.

Чтобы приступить к уравниванию:

1. Выполните одно из следующих действий:

- В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Уравнять*.
- Нажмите [F10].
- В группе *Уравнивание* панели задач проекта, выберите пиктограмму *Уравнять*.

Щелкните правой кнопкой мыши и выберите *Уравнивание сети*.

2. В строке состояния проконтролируйте процесс уравнивания сети.

В строке состояния выводится текущая итерация уравнивания. В процессе уравнивания выполняется столько итераций, сколько потребуется (до максимума, заданного в стиле уравнивания), чтобы удовлетворить допускам для поправок.

Если уравнивание не удовлетворяет критерию *Допустимая невязка* (нет сходимости), см. раздел *Анализ результатов минимально ограниченного уравнивания*.

3. Как только уравнивание удовлетворит допускам для поправок (сходимость), программа выполнит следующие функции:

- Обновит координаты уравненных точек.
- Оставит без изменений координаты зафиксированных точек и их качество
- Автоматически выполнит перевычисление, в результате которого определяются новые координаты для всех точек, не входящих в сеть уравнивания. Новые координаты вычисляются с использованием наблюдений, не входящих в сеть, основываясь на уравненных (зафиксированных) координатах.
- Изменит символ уравненных точек – если чёрный фон, то символ будет белым, а если по умолчанию, то точки обозначаются голубыми символами.
- Программа создаст эллипсы ошибок и стрелки для каждой точки уравниваемой сети.

4. Для вызова панель инструментов *Управление эллипсами*:

- Выберите *Вид / Панели инструментов*, после чего выберите *Эллипсы ошибок*.

Панель инструментов *Эллипсы ошибок* появится в окне Trimble Geomatics Office.



Используйте панель инструментов для управления размером и видом на экране эллипса ошибок и стрелок.

Совет – Вы можете также вызвать панель управления эллипсами ошибок на вкладке *Эллипсы ошибок* диалога *Параметры отображения* (*Вид / Параметры*).

В режиме Съёмка, вы можете использовать панель инструментов для выполнения уравнивания, как описано в Таблице 2-4.

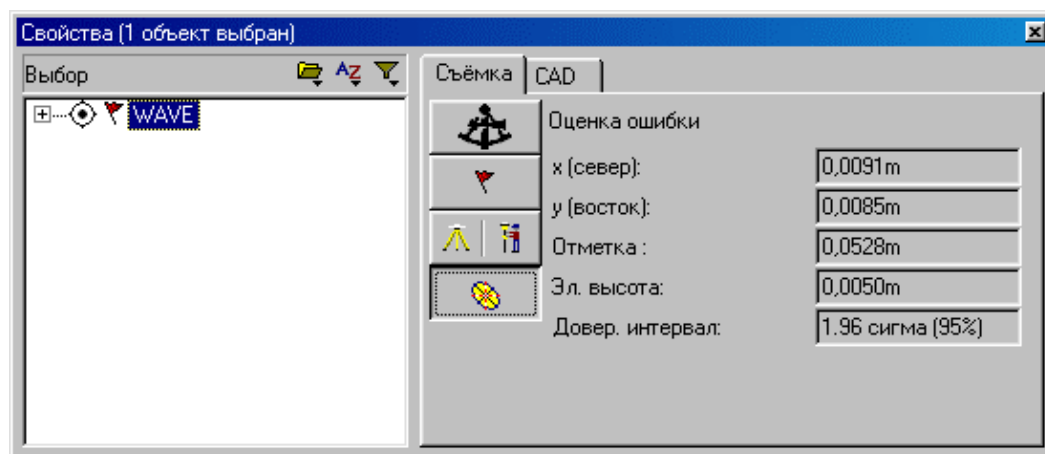
2. Выполнение уравнивания сети

Таблица 2-4 Панель инструментов *Эллипсы ошибок*.

Действие	Для этого ...
Изменение размера эллипса ошибок.	Перетащите ползунок панели.
Регулировка осей эллипса ошибок.	Введите значение в поле или используйте стрелки вверх или вниз.
Включения / выключения отображения эллипса ошибок и стрелок.	Выберите значок эллипса и стрелки.
Включения / выключения стрелок отметки и эллипсоидальной высоты.	Используйте пиктограммы стрелок.

5. Щелкните по значку эллипса ошибок и стрелок для просмотра эллипса ошибок и стрелок для каждого уравниваемой точки сети.

6. Откройте окно *Свойства* для просмотра уравненных значений и оценки точности для каждой точки.



Теперь вы можете анализировать результаты уравнивания сети, ознакомившись с отчётом об уравнивании. Более подробно об этом см. в главе 3. Ознакомление с отчётом об уравнивании сети.

Измерения и точки после уравнивания.

По завершении итераций уравнивания вы получите **уравненные** наблюдения. Помните, что:

- **Уравненные** наблюдения доступны для просмотра только в отчете об уравнивании.
- **Выполненные** (не уравненные) наблюдения выводятся как активное решение в режиме Съёмка.
- **Выполненное** (не уравненные) наблюдение выводится при выборе наблюдения и просмотре его свойств в окне *Свойства* (вкладка Съёмка) на странице *Наблюдения*.

Также помните, что:

- При выборе и просмотре пункта (в уравнивание) с использованием окна *Свойства*, значения **уравненных** координат показываются, как активные для данного пункта.
- Функция перевычисления использует **уравненные координаты** для распространения координат на не уравненные пункты с использованием **не уравненных** наблюдений на пункты, не включенные в сеть уравнивания.
- **Уравненные** наблюдения при перевычислении не используются.

После выполнения полностью ограниченного уравнивания (раздел Пуск полностью ограниченного уравнивания), функция перевычисления использует **не уравненные** наблюдения и параметры преобразования для распространения координат на пункты, не включенные в сеть уравнивания. Применение параметров преобразования к не уравненным наблюдениям обеспечит однородность **уравненных** и **не уравненных** GPS пунктов в рамках вашего проекта.

☒ **Примечание** – Параметры трансформации не применяются к наземным или геоидальным измерениям.

Просмотр отчета о минимально ограниченном уравнивании.

В отчет по уравниванию выводятся результаты последней итерации уравнивания. Отчет по уравниванию сети создаётся в формате HTML и записывается в каталог Trimble Geomatics Office \Projects \ < имя проекта > \Reports\Netadj.

В этом отчете вы можете ознакомиться со следующей информацией:

- Параметры стилей уравнивания
 - Допустимые поправки
 - Члены ковариационной матрицы
 - Параметры уравнивания
 - Ошибки на станции
- Сводка с результатами оценки точности:
 - количество итераций
 - общие показатели оценки точности
 - оценка точности измерений
 - весовая стратегия
- уравненные координаты с оценкой точности (на плоскости и геодезические)
- сравнение координат пунктов геоосновы
- гистограммы нормализованных поправок
- эллипсы ошибок точек.
- Члены ковариационной матрицы

Примечание - Более подробно о каждом разделе отчета, см. Главу 3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети.

Для использования отчета по уравниванию сети для анализа и решения проблем с результатами первого и последующих уравниваний:

- В режиме *Съёмка* выберите *Отчёты / Отчёт по уравниванию сети*.

Программа откроет приложение для просмотра HTML-страниц и выведет отчет. Заголовок отчета (верхняя часть) содержит параметры проекта, относящиеся к уравниванию сети, за которыми следуют разделы отчета с результатами уравнивания сети. Содержание отчёта представлено в левой части отчёта.

Перейдите к интересующему вас разделу:

- Чтобы перейти непосредственно к разделу, используйте гиперссылку.
- Чтобы вернуться назад к началу отчета, используйте гиперссылку **В начало** или команды вашего приложения для просмотра HTML-страниц.

Примечание - После каждой итерации уравнивания программный пакет Trimble Geomatics Office создает новый отчет. Программа создает резервную копию отчета, помещая текущий отчет в папку ...\\Netadj-old, и записывая новый отчет в папку ...\\Netadj.

Анализ проблем минимально ограниченного уравнивания.

Следующий шаг при выполнении минимально ограниченного уравнивания заключается в анализе проблем, с которыми вы можете столкнуться.

Уравнивание не выполнено - нет сходимости

Обычно результат уравнивания сходится. Однако, если разности поправок превысят *Допуск окончательной сходимости*, то процесс уравнивания не сходится, указывая тем самым на наличие грубой ошибки в одном или нескольких наблюдениях.

Когда процесс уравнивания не сходится, уравненные координаты, уравненные наблюдения, отрисованная графика и прочее оказываются недоступными для анализа.

2. Выполнение уравнивания сети

Успешное уравнивание.

Процесс уравнивания сходится, когда контроль поправок наблюдений не превышает значения допуска, заданного в стиле уравнивания. Trimble Geomatics Office вычисляет поправки в наблюдения двумя независимыми методами, а затем находит разность между двумя наборами поправок.

- Когда разности для всех поправок меньше, чем установленный допуск (*В конце итераций*), уравнивание сходится. В отчете по уравниванию появляется сообщение об успешном завершении процесса уравнивания за # итераций:

Успешное уравнивание за # итераций

- По умолчанию, процесс уравнивания выполняется максимум десять раз, пока не будут выполнены условия по допуску для поправок и количеству итераций *Допуски на невязки: В конце итераций*. Если процесс уравнивания не сходится на десятой итерации, то программа использует допуск *Предел сходимости*.
- Если поправки наблюдений находятся в пределах допуска *Предел сходимости*, то уравнивание сходится. В отчете по уравниванию сети появляется следующее сообщение:

Успешное уравнивание за # итераций (использован Предел сходимости)

Теперь Вы можете приступить к анализу оценки точности сети уравнивания.

Оценка статистических параметров (ограниченное уравнивание)

Когда процесс уравнивания сходится, и вы ознакомились с общей оценкой точности наблюдений в отчете по уравниванию, проверьте, есть ли необходимость в разрешении проблем с уравниванием сети. Учитывайте следующие показатели:

- Успешность теста Хи-квадрат.
- Одно или несколько наблюдений помечаются как выбросы, если нормализованная поправка больше критического значения Тау.
- Одно или несколько наблюдений имеют нулевую степень свободы (*Избыточность* = 0.000).
- Комбинированная гистограмма нормализованных поправок слишком остра или плоска.

В Таблице 2.5 приведены некоторые проблемы, которые могут возникать при выполнении минимально ограниченного уравнивания. В таблице перечислены проблемы, возможные причины возникновения и предлагается ряд действий по улучшению результатов оценки точности и результатов всего уравнивания.

Таблица 2.5 Решение проблем при минимально ограниченном уравнивании

Проблема	Возможная причина	Действие
Процесс уравнивания не сходится после 10 итераций.	Наблюдения содержат одну или несколько больших или грубых ошибок.	Проверьте статистику решения проблемной базовой линии (Отношение, коэффициент дисперсии, СКО). Проверьте отчет по невязкам GPS полигонов для проблемной базовой линии.
	Например, азимут, развёрнутый на 180 градусов	Проверьте отчет о перевычислении. Убедитесь, что вектора исходят из пунктов с координатами хорошего качества. Проверьте высоту антенн, исправьте любое неверное значение и выполните перевычисление. Исключите проблемную базовую линию из сети уравнивания (это не критичное наблюдение в сети). Как только вы убедились, что базовая линия является проблемной и она не может быть устранена, отключите это наблюдение. Повторно измерьте проблемную базовую линию (если это критично для избыточности сети).
Тест Хи-квадрат не удачен	При отсутствии выброса: Априорные ошибки для GPS наблюдений были недооценены.	Измените весовую стратегию для GPS измерений на более корректные веса наблюдений и оценки ошибок. Используйте <i>Альтернативный скаляр</i> для масштабирования оцененных ошибок.

2. Выполнение уравнивания сети

Проблема	Возможная причина	Действие
	Если выбросы присутствуют: В наблюдении могут содержаться одна и более грубых ошибок.	См. решение проблемы с Выбросом наблюдения в этой таблице.
	Одно или несколько наблюдений могут все еще содержать грубые ошибки	Проверьте статистику решения проблемной базовой линии (Отношение, коэффициент дисперсии, СКО). Проверьте отчет по невязкам GPS полигонов для проблемной базовой линии. Проверьте отчет о перевычислении. Проверьте высоту антенн, исправьте любое неверное значение и выполните перевычисление. Исключите проблемную базовую линию из сети уравнивания (если это не критичное наблюдение в сети). Как только вы убедились, что базовая линия является проблемной и она не может быть устранена, отключите это наблюдение. Повторно измерьте проблемную базовую линию (если это критично для избыточности сети).
Выброс наблюдения (Нормализованная поправка - > Значение Критического Тау)	Зашумленное решение базовой линии.	Проверьте оценку точности решения проблемной базовой линии. Устраните недостатки и повторите обработку проблемной базовой линии. Исключите проблемную базовую линию из уравнивания сети (если это не критичное наблюдение в сети). Как только вы убедились, что базовая линия является проблемной и она не может быть устранена, отключите это наблюдение. Повторно измерьте проблемную базовую линию (если это критично для избыточности сети).
	Ошибки при измерении высоты антенны или центрировании	Проверьте отчет по невязкам GPS полигонов на предмет больших невязок, вызванных ошибками при измерении высоты антенны. Проверьте полевые записи о высоте антенны, типу и методам измерения высоты антенны для каждой станции наблюдения. Исправьте ошибки измерения высоты антенны и повторите вычисление. Исключите проблемную базовую линию из сети уравнивания (если это не критичное наблюдение в сети). Как только вы убедились, что базовая линия является проблемной и она не может быть устранена, отключите это наблюдение. Повторно измерьте проблемную базовую линию (если это критично для избыточности сети).
Наблюдение с нулевой степенью свободы (Избыточность = 0.000)	Наблюдение представляет полярное («висячее») направление (измерение с одной из точек на конце базовой линии в радиальном направлении).	Добавьте избыточное измерение в сеть на пункте с одним наблюдением (дополнительные базовые линии). ПРИМЕЧАНИЕ - Проблема, возможная причина ее возникновения и действие по ее решению только тогда подлежат рассмотрению, когда вы специально выполнили «висячее» измерение. Висячее направление могут быть включены в уравнивание сети с целью анализа ошибок.

Решение проблем при минимально ограниченном уравнивании

После анализа отчета по уравниванию и принятия решения по устранению недостатков выполните одно из действий, описанных в Таблице 2.5. Выполняйте каждое действие независимо (одно за другим) для оценки

2. Выполнение уравнивания сети

влияния каждой проблемы на общую оценку точности. Вы можете обнаружить, что решение одной проблемы приводит также к решению и некоторых других проблем.

Примечание – вы можете также ознакомиться с гистограммами нормализованных поправок.

При решении проблем с уравниванием сети соблюдайте следующие правила:

- Перед тем, как исключать измерение, попытайтесь решить вопрос с выбросом наблюдений, установив Альтернативный скаляр для масштабирования предполагаемых (априорных) ошибок. Если измерение по-прежнему слишком отличается от остальных («выброс»), то исключите (или «отключите») это измерение.

Если после изменения весовой стратегии вы решили исключить наблюдение, то вновь установите скаляр по умолчанию (1.00). Это приведет к тому, что все ошибки измерений примут свои первоначальные значения, исключив эффект от масштабирования, вызванный плохим наблюдением.

Чтобы приступить к решению проблем с уравниванием сети:

- Закройте приложение для просмотра HTML-страниц.

Если отчёт по уравниванию всё ещё открыт, то оставьте его открытым и с помощью комбинации клавиш [Alt] + [Tab] вернитесь Trimble Geomatics Office.

В следующих разделах описываются действия:

- изменение весовой стратегии для GPS измерений
- просмотр и исключение измерений отмеченных как выбросы
- отключение наблюдения

Изменение весовой стратегии для GPS измерений

Изменение весовой стратегии, используемой при уравнивании, полезно для решения следующих проблем:

- Масштабирование оцененных ошибок для выбросов измерений при попытке приведения СКО в соответствие с критерием Тау
- Масштабирование недооцененных априорных ошибок измерений, позволяющее получить лучшее представление о истинных ошибках измерений.

Используйте диалог *Стратегия назначения весов* для:

- просмотра скаляра, примененного к GPS, наземным и геоидальным измерениям.
- просмотра метода, используемого для применения весов
- просмотра типа используемого скаляра
- блокировки значения для скаляра.

В первом уравнивании для GPS измерений скаляр устанавливается:

Применение скаляра: Все измерения

Тип скаляра: По умолчанию

В этом случае ко всем GPS измерениям применяется скаляр 1.00, позволяя таким образом использовать при уравнивании исходные оценки априорных ошибок.

Примечание - При минимально ограниченном уравнивании нет необходимости использовать вкладку *Геоид* для задания скаляра для превышений геоида, поскольку наблюдения не загружены.

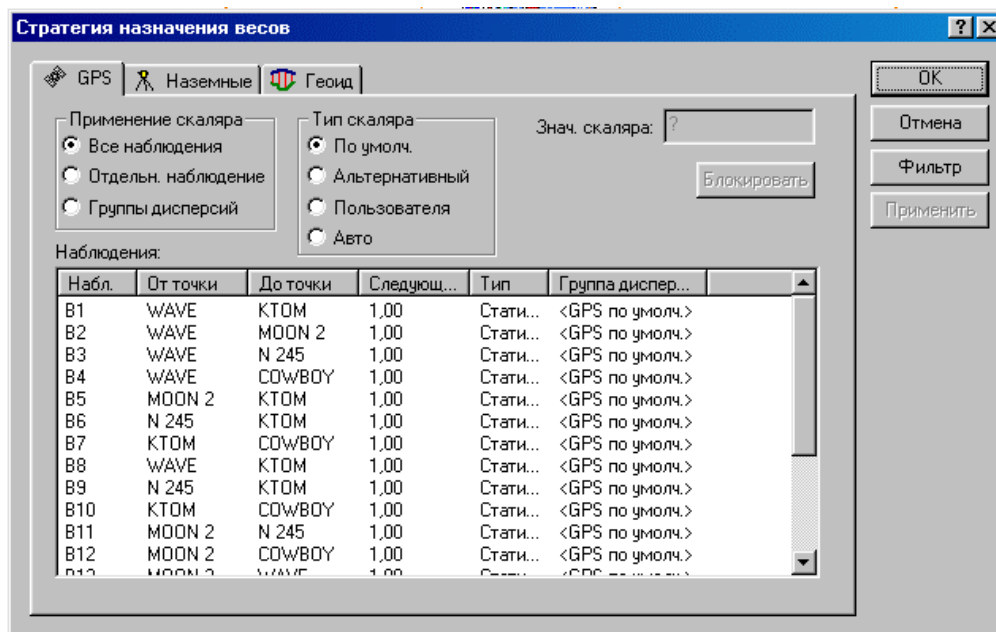
По мере выполнения уравнивания вы будете изменять весовую стратегию, что поможет вам проанализировать и грамотно перераспределить ошибки по сети.

Примечание – используя вариант скаляра *Авто*, применяется альтернативный скаляр для завершения итераций до успешного прохождения теста Хи-квадрат. Перед использованием скаляра этого типа, убедитесь в том, что удалены все грубые ошибки. Грубые ошибки вызывают перемасштабирование других измерений. Более подробную информацию ищите в Справке.

Чтобы вызвать диалог *Стратегия назначения весов*:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Стратегия назначения весов*. Появится диалог *Стратегия назначения весов*:

2. Выполнение уравнивания сети



2. Выберите вкладку *GPS* или *Наземные*.

Измерения перечислены вместе со скалярами для *следующей* итерации уравнивания. Скаляр, примененный в *текущем* уравнивании, вы найдёте в отчете по уравниванию.

Текущая весовая стратегия указана в группах *Применить скаляр* и *Тип скаляра* над окном *Наблюдения*.

3. В группе *Тип скаляра* выберите *Альтернативный*.

При выборе данного варианта программа перемножит значение средней квадратической ошибки единицы веса, полученной при последнем уравнивании, на скаляр, использованный в последнем уравнивании для того, чтобы определить скаляр для всех оцененных ошибок в следующем уравнивании. Это значение появится в столбце *Следующий скаляр*.

4. Для уравнивания GPS измерений оставьте в группе *Применение скаляра*: *Все наблюдения*.

В большинстве случаев при уравнивании сети вы будете оценивать наблюдения в сети как единое целое, применяя, таким образом, единый скаляр к сети (или всем наблюдениям) в целом.

5. Нажмите **OK** для подтверждения изменений и продолжения работы.

На рисунке 2-3 приведена взаимосвязь между скаляром и ошибкой единицы веса сети (ОЕВ).

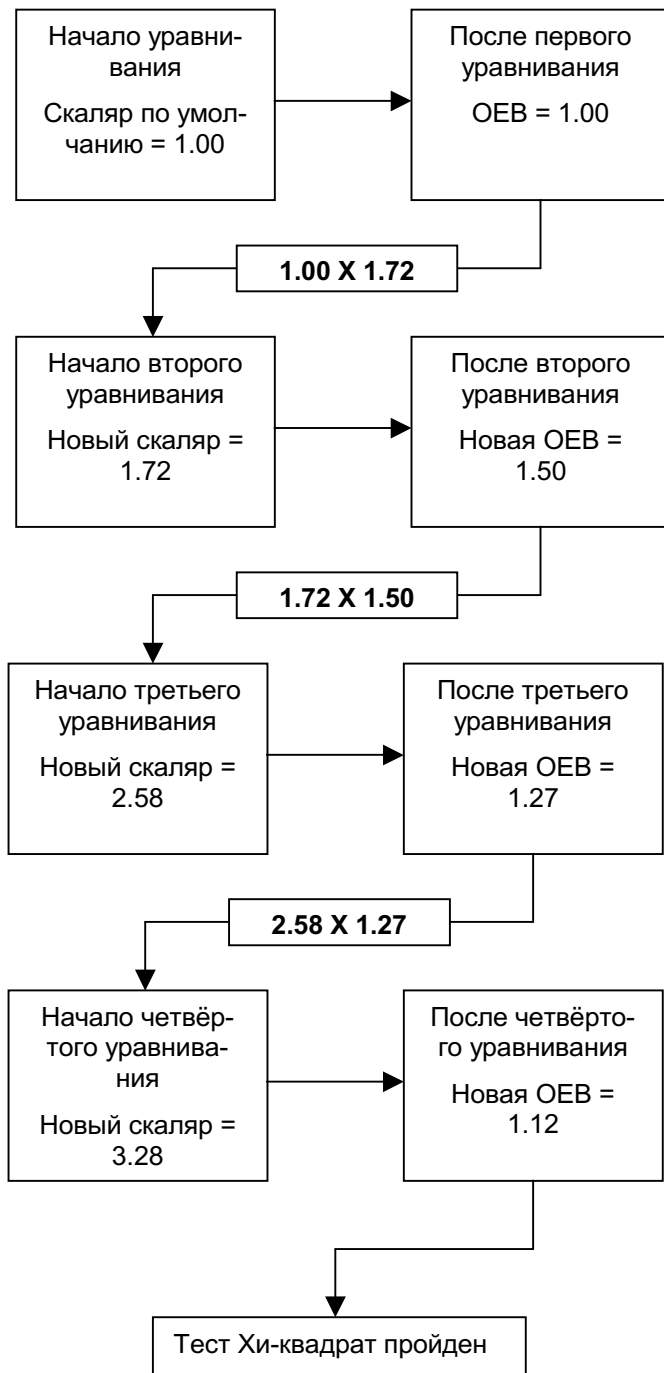


Рисунок 2.3 Процесс уравнивания с альтернативным скаляром.

Просмотр и исключение наблюдений, помеченных как выбросы.

Используйте эту процедуру для:

1. Просмотра наблюдений, используемых для уравнивания.
2. Изменения состояния уравниваемой сети с выбросами наблюдений для исключения их из процесса уравнивания.

В столбце *Использ.* диалога *Измерения* отмеченное наблюдение означает, что оно включено (используется) в уравнивании.

Используйте диалог *Измерения* для:

- Просмотра наблюдений, включенных в уравнивание
- Просмотра статуса измерения
- Просмотра максимальной СК поправки трёх компонент базовой линии каждого измерения
- Изменения статуса измерения

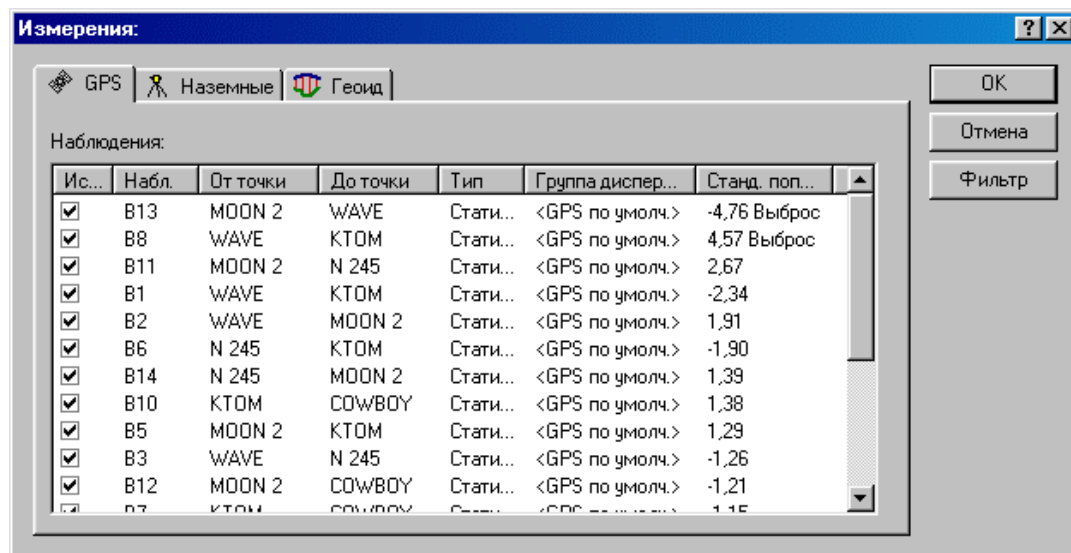
2. Выполнение уравнивания сети

- Отключения измерения.

Столбец *Использ.* диалога *Измерения* предназначено только для *включения (использования) или исключения (не использования)* наблюдения в процессе уравнивания. Если в столбце *Использ.* Стоит флажок, то измерение выключено только из уравнивания. Однако, оно остается в базе данных и используется при перемыслении. О том как отключит измерение вы найдёте в разделе **Отключение измерения** далее.

Для использования диалога *Измерения*:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Измерения*. Появляется следующий диалог:



В диалоге *Измерения* есть следующие вкладки:

GPS - GPS наблюдения (определяются как сетевые измерения).

Наземные – наземные измерения (определяются как сетевые измерения).

Геоид – геоидальные измерения (если загружены). Геоидальные измерения с модели геоида обычно не загружаются.

Совет - Щелкните кнопку **Фильтр** для ограничения типов наблюдений, выводимых во вкладке диалога *Измерения*. При использовании этой функции, наблюдения, скрытые от вывода на экран, тем не менее используются в процессе уравнивания.

2. Выберите вкладку *GPS* или *Наземные*.

3. Проверьте наблюдения, отмеченные как выбросы; они будут отмечены словом *Выброс* вслед за СК поправкой.

Для поиска наблюдений, помеченных как выбросы, выполните следующее действие:

- Щелкните по столбцу *СК поправка (Макс.)* в шапке таблице, чтобы отсортировать значения в порядке убывания от самого большого до самого маленького. Выбросы будут иметь наибольшие значения СК поправок и будут находиться вверху списка.
- Значение в поле *СК поправка (Макс.)* диалога *Измерения* представляет собой наибольшее значение нормализованной поправки измерений из трех компонент: *азимута, расстояния и превышения*.

4. В столбце *Использ.* Снимите флажок для отключения измерения.

Это наблюдение не используется в последующих процессах уравнивания. Если позже, учитывая влияние других измерений, вы посчитаете, что какое – наблюдение можно было бы пометить, как выброс, то данное измерение можно включить в любой момент.

Перед исключением измерения попытайтесь решить вопрос о его выбросе с использованием весовой стратегии с альтернативным скаляром для масштабирования априорно оцененных ошибок. Если наблюдение все еще является выбросом, то исключите его из уравнивания.

5. Повторите, если это необходимо, действие 3, чтобы последовательно исключить каждое наблюдение - и определить, какое влияние оно оказывает на другие наблюдения - и на общую статистику.

При последовательном отключении наблюдений вы можете обнаружить, что решение одной проблемы повлечет за собой решение и ряда других проблем.

2. Выполнение уравнивания сети

6. Щелкните **ОК** для подтверждения всех изменений и продолжения.

Примечание - Если вы решили исключить измерение после изменения весовой стратегии, вернитесь к скаляру по умолчанию (1.00). В результате этого оцененные ошибки для всех наблюдений примут исходные априорные значения, устранив тем самым влияние масштабирования, вызванное плохим наблюдением.

Отключение измерения.

Как только вы решили, что какое - наблюдение, находящееся в базе данных проекта, является плохим, вы можете исключить его. Как правило, не требуется, чтобы плохое наблюдение использовалось при перевычислении для определения координат любой точки вашего проекта. Отключение наблюдения позволит не использовать его не только в уравнивании, но и при последующем перевычислении.

Отключить наблюдение можно несколькими способами. Используйте один из следующих методов.

Используя диалог *Измерения*:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Измерения*. Появится диалог *Измерения*.
2. Выберите вкладку *GPS* или *Наземные*.
3. Определите, какое наблюдение нужно отключить.
4. Установите курсор на измерение и щелкните правой кнопкой мыши. Выбранное наблюдение выделяется и становится доступна команда *Отключить наблюдение*.
5. Выберите *Отключить наблюдение*.

Наблюдение удаляется из списка *Измерения*, его статус в проекте меняется на *Выключено*. В режиме Съёмка данное наблюдение обозначено **красным** цветом.


Примечание - этой возможностью можно воспользоваться только для одного измерения, а не для группы.

6. Щелкните **ОК** для выхода из диалога *Измерения*.

Используя окно *Свойства*:

1. В режиме Съёмка выберите измерение которое вы хотите выключить. Измерение выделяется.
2. Для просмотра свойств наблюдения, выполните одно из следующих действий:
 - Выберите *Правка / Свойства*.
 - Выберите пиктограмму *Редактирование свойств*.
 - Нажмите [Alt]+[Enter].
 - Дважды щелкните по измерению.

Появляется окно *Свойства* с измерением(-ями), перечисленными в окне *Выбор*.

3. При наличии в окне *Выбор* нескольких измерений выберите измерение для отключения.
4. Свойства измерений отображаются на странице *Итоги* вкладки *Съёмка*. Если есть предупреждение, относящееся к данному измерению, то выводится соответствующее предупреждение. Нажмите кнопку  для просмотра страницы *Итоги*.
5. В поле *Статус* выберите *Отключено*.

Статус наблюдения в проекте меняется на *Выключено* и в режиме Съёмка оно обозначается **красным** цветом.

Используя команду *Многократная правка*:

1. Выберите все наблюдения, которые вы хотите отключить.
2. В режиме Съёмка выберите *Правка / Многократная правка*.

Появляется диалог *Многократная правка*.

3. Выберите вкладку *Съёмка*.
4. В группе *Правка выбранных измерений* выберите *Установить статус измерения*. Флажок активизируется и становится доступным список *Установить статус измерений*.
5. Выберите из списка пункт *Выключено*.

2. Выполнение уравнивания сети

6. Щелкните **ОК**, чтобы применить правку к выбранным измерениям.

Статус всех выделенных наблюдений в проекте изменится на Выключено и в режиме Съёмка они обозначаются **красным** цветом.

Примечание - Если вы решили отключить наблюдение после изменения весовой стратегии, то установите скаляр по умолчанию (1.00). В результате этого оцененные ошибки для всех наблюдений примут исходные значения, устранив тем самым влияние масштабирования, вызванное плохим наблюдением.

Продолжение минимально ограниченного уравнивания

Теперь, когда вы разобрались со всеми проблемами, продолжайте минимально ограниченное уравнивание, выполняя повторное уравнивание сети. Как видно из рис. 2.4, вы последовательно выполняете определенный порядок действий, пока не убедитесь, что вам удалось устранить все грубые ошибки и должным образом распределить ошибки измерений; пройден тест Хи-квадрат и комбинированная гистограмма представляет собой нормальное распределение.

После того, как вы удовлетворитесь результатами минимально ограниченного уравнивания, можете приступать к полностью ограниченному уравниванию сети. В этом случае вы будете уверены, что проблемы, которые могут возникнуть (высокое значение ошибки единицы веса в сети, выбросы, и т. д.), связаны с пунктами геосети и с тем, насколько ваша GPS сеть соответствует существующей сети, и не связаны с неправильной оценкой ошибок или плохими измерениями.

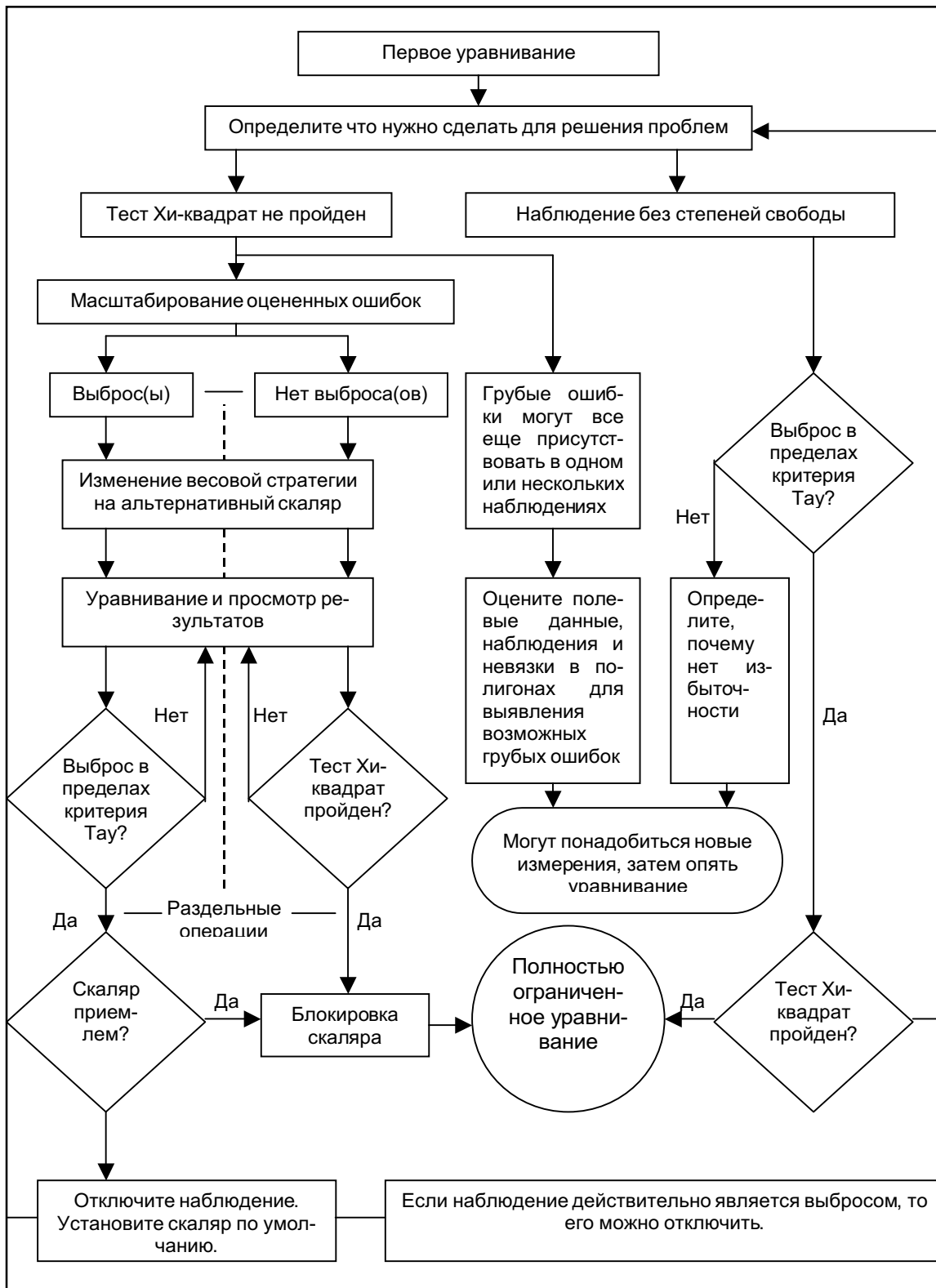


Рисунок 2.4 Решение проблем – Алгоритм действий при минимально ограниченном уравнивании

Блокировка скаляра.

Если будет выбран альтернативный скаляр, то, прежде чем приступить к полностью ограниченному уравниванию, необходимо заблокировать скаляр. Альтернативный скаляр будет использован для масштабирования оцененных ошибок измерений, позволяя лучше понять суть ошибок каждого измерения.

Вы можете закончить вычисление нового скаляра перед тем как приступить к полностью ограниченному уравниванию, когда процесс уравнивания удовлетворяет следующим критериям:

- Все грубые ошибки устранены
- Пройден тест Хи-квадрат
- Значения скаляров не чрезмерно завышены
- Комбинированная гистограмма представляет нормальное распределение
- Поправки в измерения приемлемы.

Для блокировки скаляра:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Стратегия назначения весов*.

Появляется диалог *Стратегия назначения весов*. Измерения перечислены вместе с типом скаляров для следующего уравнивания.

2. Щелкните по **Блокировать** для блокировки скаляра, использованного в последнем уравнивании.

Тип скаляра автоматически изменяется на *Пользователя*, и в поле значения скаляра появляется величина, которая использовалась в последнем уравнивании.

3. Нажмите **ОК** для сохранения изменений.

4. Выполните одно уравнивание с заблокированным скаляром, чтобы убедиться в готовности выполнять полностью ограниченное уравнивание.

Сохранение калибровочных координат.

После завершения минимально ограниченного уравнивания Trimble Geomatics Office позволяет сохранить координаты WGS-84 уравненных пунктов. Координаты WGS-84 сохраняются для использования в качестве *GPS точек* при GPS калибровке сети. Для сохранения калибровочных координат ИГД уравнивания должна быть *WGS-84*.

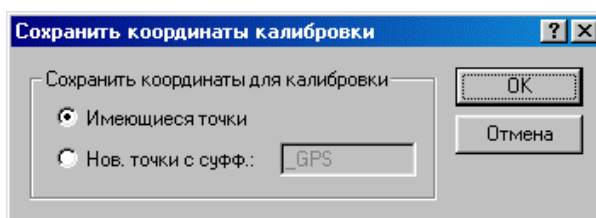
Если вы планируете выполнить калибровку, то необходимо иметь следующие координаты в следующих системах:

- широта, долгота и эллипсоидальная высота на WGS-84 (L, L, h)
- местные прямоугольные координаты на плоскости: x(север) и y(восток) - только в плане (2D), ортометрическая отметка e - только по высоте (1D), или x(север), y(восток), e – в пространстве (3D).

Сохранение калибровочных координат после минимально ограниченного уравнивания удовлетворяет первому требованию. После завершения полностью ограниченного уравнивания у вас будет второй набор координат.

Для сохранения калибровочных координат:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Калибровочные координаты / Сохранить*. Появляется следующий диалог:



2. Выберите один из способов для сохранения калибровочных координат, описанных в Таблице 2.6.

2. Выполнение уравнивания сети

Таблица 2.6 Варианты сохранения калибровочных координат.

Вариант	Действие
<i>Имеющиеся точки</i>	Если вы хотите сохранить координаты, как <i>Имеющиеся точки</i> , то координаты сохраняются с тем же именем. Увидеть эти координаты можно в окне <i>Свойства</i> .
<i>Новые точки с суффиксом: _GPS</i>	Если вы хотите сохранить координаты, как <i>Новые точки с суффиксом: _GPS</i> , то создается новый пункт с именем по следующему шаблону: < имя пункта >_GPS. Вы можете редактировать суффикс "_GPS" в поле <i>Новые точки с суффиксом</i> перед сохранением набора калибровочных координат.

Калибровочные координаты сохраняются.

Примечание - Если вы ранее сохраняли калибровочные координаты (любым из способов), то предыдущие координаты перезаписываются.

Удаление калибровочных координат.

Команда *Уравнивание / Калибровочные координаты* также позволяет удалить калибровочные координаты из проекта.

Для удаления координат калибровки:

- В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Калибровочные координаты / Удаление*.

Координаты калибровки удаляются из базы данных проекта.

Запуск полностью ограниченного уравнивания.

Следующий шаг в процессе уравнивания сети - это трансформация ваших наблюдений для того, чтобы они соответствовали ИГД опорных пунктов (или *ИГД проекта*). Процесс полностью ограниченного уравнивания аналогичен минимально ограниченному уравниванию. Вам предстоит выполнить следующие действия:

1. Выполнить уравнивание.
2. Оценить результаты уравнивания.
3. Выявить проблемы с уравниванием.
4. Определить порядок действий по решению этих проблем.
5. Выполнить уравнивание.

Различие заключается в том, что вы фиксируете опорные пункты (по мере совершения цикла полностью ограниченного уравнивания) и оцениваете, насколько уравненные наблюдения соответствуют опорным пунктам. При выполнении полностью ограниченного уравнивания вы можете использовать следующие дополнительные процедуры:

- Изменить *ИГД уравнивания*, выбранные в свойствах проекта.
- Если вы уравниваете только GPS измерения, то загрузите превышения геоида. Отметки (или эллипсоидальные высоты) определяются с использованием превышений геоида (измерений), интерполированных по модели геоида, выбранной в диалоге *Свойства проекта*. При уравнивании только GPS измерений, превышения геоида добавляются к эллипсоидальным высотам, полученным при GPS измерениях, в результате чего получается вычисленная ортометрическая отметка. Как правило, при полностью ограниченном уравнивании, в качестве фиксированных высотных координат используются ортометрические отметки.

При уравнивании только наземных измерений, вам не нужно загружать геоидальные измерения.

Примечание - Если вы выполняете уравнивание только в плане (2D), то загрузка высот геоида не требуется (так же как приёмник уравнивании без GPS измерений).

Примечание – При выполнении комбинированного уравнивания с GPS и наземными измерениями довольно редкой сети, загрузите геоидальные измерения перед уравниванием наземных данных.

- Выполните необходимые преобразования, фиксируя опорные пункты, которые вы выбрали для использования в сети. Опорные пункты обычно представляют собой заложенные геодезические знаки с высокоточными плановыми (2D) или высотными (1D) координатами. В некоторых случаях для такого пункта известны как плановые, так и высотные (3D) координаты.

Выбор ИГД уравнивания (полностью ограниченное уравнивание).

При полностью ограниченном уравнивании выберите в качестве ИГД уравнивания ИГД проекта. Вы должны использовать ИГД проекта, чтобы получить правильные параметры, используемые для преобразования GPS наблюдений в ИГД проекта (референц-эллипсоид).

Для изменения ИГД уравнивания:

- В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / ИГД / ИГД проекта <имя ИГД>*.

Рядом с *ИГД проекта <ИГД>* появляется галочка.

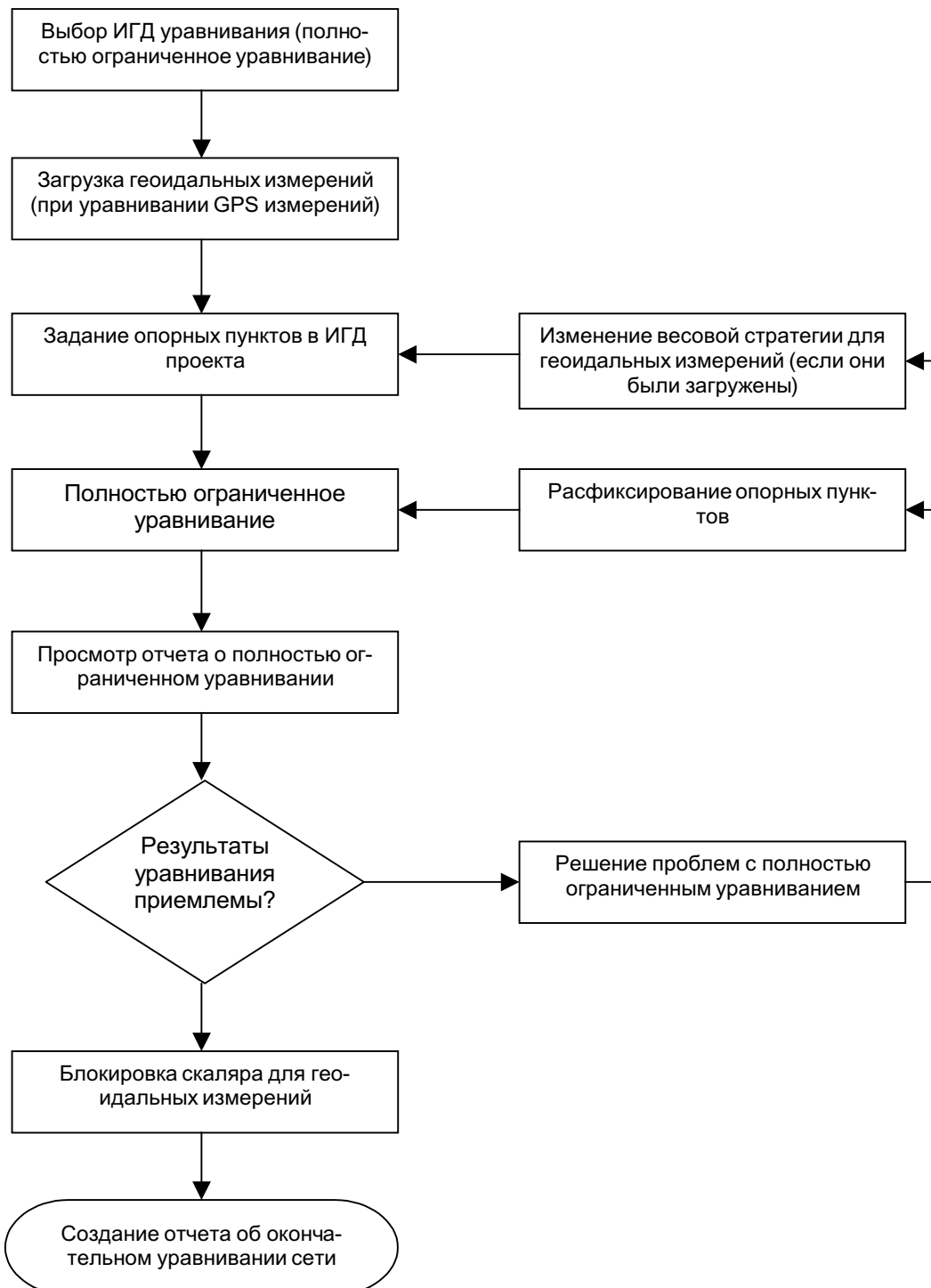


Рисунок 2.5 Порядок выполнения полностью ограниченного уравнивания.

Загрузка геоидальных измерений.

При уравнивании GPS измерений для определения ортометрических отметок всех пунктов при уравнивании требуются превышения геоида.

2. Выполнение уравнивания сети

В процессе выполнения минимально ограниченного уравнивания GPS измерений вы работали с эллипсоидальными высотами. При полностью ограниченном уравнивании вы начинаете фиксировать отметки с целью определения значений неизвестных отметок всех точек сети.

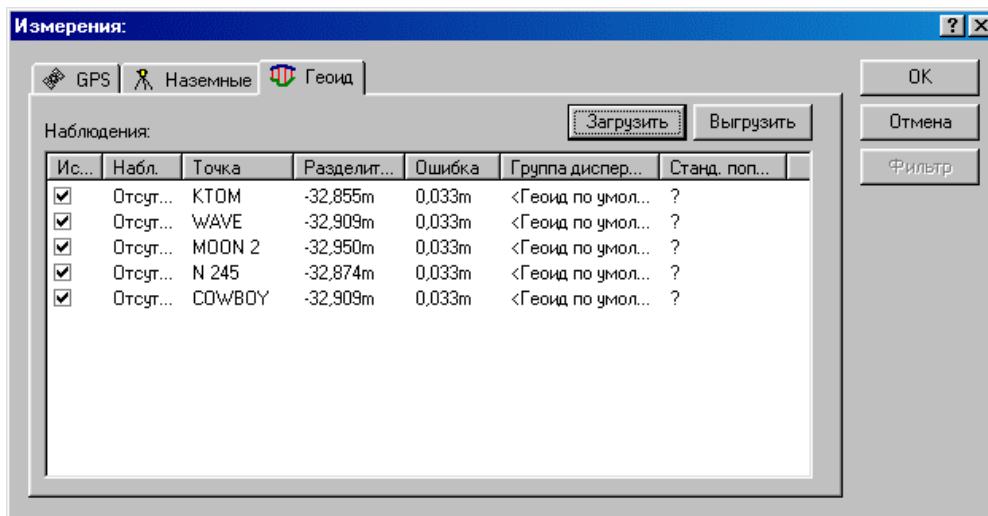
Примечание – не нужно загружать геоидальные измерения при уравнивании плановых координат.

Для определения отметок, загрузите геоидальные измерения в уравниваемую сеть. Для загрузки необходимо выбрать модель геоида в диалоге *Свойства проекта*.

Для загрузки геоидальных измерений:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Измерения*. Появляется диалог *Измерения*.
2. Выберите вкладку *Геоид*. Список геоидальных измерений пуст. Вы должны загрузить геоидальные измерения из модели геоида, которая выбирается в свойствах проекта. Если модель геоида не выбрана для проекта, то клавиша **Загрузить** недоступна.
3. Щелкните клавишу **Загрузить** для загрузки геоидальных измерений в сеть для уравнивания.

Программа интерполирует превышения геоида по модели геоида для каждого пункта уравниваемой сети, вместе с оцененной ошибкой для каждого значения превышения. Результаты выводятся на вкладке *Геоид*.



4. Щелкните **ОК** для продолжения.

Программа создает отдельную дисперсионную группу для геоидальных измерений. Это необходимо для анализа превышений геоида, назначения весов и масштабирования ошибок геоидальных измерений.

После загрузки превышений геоида становится доступной кнопка **Выгрузить**. В любой момент вы можете выгрузить геоидальные измерения из сети.

Задание опорных пунктов в ИГД проекта

Задание (фиксация) опорных пунктов в ИГД проекта позволяет выполнить следующее:

- Получить параметры, которые преобразовывают наблюдения в вашу местную систему координат. Параметры трансформации создаются по мере того, как вы задаете дополнительные пункты (в плане и по высоте).
- Проверить качество координат опорных пунктов, используемых в сети.

Примечание - Trimble Geomatics Office не позволяет иметь в проекте два вида параметров одновременно: и параметры преобразования сети уравнивания, и параметры калибровки GPS сети. Параметры преобразования, полученные при полностью ограниченном уравнивании, удаляются из проекта, как только вы приступаете к калибровке GPS сети, и наоборот. Поэтому, прежде чем приступать к калибровке GPS сети, завершите всю необходимую работу, используя параметры преобразования.

При выполнении минимально ограниченного уравнивания вы могли обнаружить, что в наблюдениях отсутствуют грубые ошибки, а любая оставшаяся (случайная) ошибка должным образом распределена. Вы также могли убедиться, что эти наблюдения хорошо соответствуют друг другу и образуют жесткую сеть. Поэтому, если вы столкнетесь с какими-то проблемами при полностью ограниченном уравнивании (высокая ошибка

2. Выполнение уравнивания сети

единицы веса сети, выбросы, и т. д.), знайте, что причина проблем - в заданных вами опорных пунктах, а не в измерениях.

Для определения достоверных параметров преобразования компания Trimble рекомендует использовать по меньшей мере три плановых и четыре высотных опорных пункта. С учетом такой рекомендации можно определить параметры и использовать дополнительный пункт для проверки созданных параметров.

По умолчанию, статус следующих параметров преобразования (в Таблице 2.7) задается, как **неиспользуемый**:

- Параметры GPS трансформации
 - Линейный масштаб (DS)
 - Линейная константа (DC)
 - Высотная константа (HC)
- Параметры трансформации наземных измерений
 - Все параметры кроме разворота
- Параметры трансформации геоида
 - Все параметры.

Примечание – параметры наземных и геоидальных измерений не используются для перевычисления. Если нужно применить эти параметры к определённым измерениям, то эти измерения должны быть включены в уравнивание (например, полярные направления и азимуты).

Используйте диалог *Правка группы трансформации (GPS, Наземные и Геоид)* для изменения статуса этих параметров для использования в уравниваемой сети.

Выполните следующее:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Группы наблюдений / Группы трансформации*. Появится диалог *Группы трансформации*.
2. Выберите вкладку *GPS, Наземные* или *Геоид*.
3. Выберите группу, которую Вы хотите отредактировать.
4. Щелкните по **Правка**.

Появляется диалог *Правка группы трансформации* (на рисунке для GPS):

Ред. группу трансформации

Название группы: <GPS по умолч.>

Параметр	Значение	Статус
Отклонение по долготе	0° 00 00,000000	Вычислена
Отклонение по широте	0° 00 00,000000	Вычислена
Разворот	0° 00 00,000000	Вычислена
Масштаб Сети	1,00000000	Вычислена
Линейный масштаб	1,00000000	Не используется

Группа наблюдений:

Набл.	От точки	До точки	Тип
B1	KTOM	WAVE	Стати...
B2	WAVE	MOON 2	Стати...
B3	WAVE	N 245	Стати...
B4	WAVE	COWBOY	Стати...
B5	KTOM	MOON 2	Стати...
B6	KTOM	N 245	Стати...

Доступные наблюдения:

Набл.	От точки	До точки	Тип	Группа трансформ...
-------	----------	----------	-----	---------------------

ОК

Отмена

Добавить

Убрать

Фильтр

2. Выполнение уравнивания сети

5. Отредактируйте всё что вы хотели.

Линейные масштаб и постоянная в параметрах трансформации GPS можно вычислить или задать самостоятельно. Значения этих параметров используются для исправления выявленных систематических ошибок измерений.

Примечание – совместное использование сетевого и линейного масштабов в группе GPS трансформации не рекомендуется. Масштаб сети используется для трансформации ИГД, а линейный масштаб используется для моделирования систематических ошибок.

6. Щелкните **ОК** по завершении.

Примечание - Более подробная информация и детальные описания параметров трансформации содержится в Справке. Используемая терминология описана в приложении А и Глоссарии.

В Таблице 2.7 указано число фиксируемых координат необходимое для контроля фиксации пунктов геоосновы.

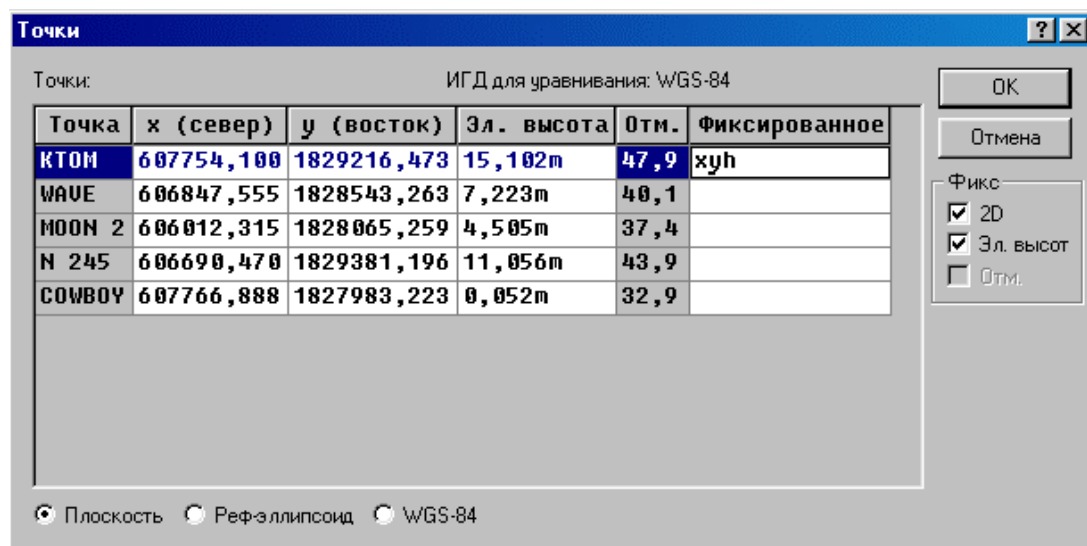
Таблица 2.7 Составляющие координат контролируемые фиксацией пунктов геоосновы.

Количество фиксированных координат			Контроль фиксированных координат
Плановые (2D)	Отметка (e)	Эллипс. высота (h)	Контролируемый компонент
0-2	4 или >	0-3	Отметка
0-2	0-3	4 или >	Эл. высота
0-2	4 или >	4 или >	Отметка и эл. высота
3 или >	0-3	0-3	2D
3 или >	4 или >	0-3	2D и отметка
3 или >	0-3>	4 или >	2D и эл. высота
3 или >	4 или >	4 или >	Все

Фиксирование точки (полностью ограниченное уравнивание).

Чтобы зафиксировать пункт геоосновы:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Точки*. Появится следующий диалог:



В диалоге Точки качество пунктов геоосновы можно идентифицировать по соответствующим символам NE, LL, h или e в скобках в столбце *Зафиксировано*. Теперь, с фиксированы координаты скобки будут удалены и значения помещены в поле координат точки.

2. Выберите первый пункт для фиксации. Как правило, это та точка, которая фиксировалась при минимально ограниченном уравнивании.

3. В группе *Фикс* отметьте флажок с соответствующей составляющей фиксируемых координат.

2. Выполнение уравнивания сети

4. Введите значения координат геоосновы для точки, если они не были ранее импортированы или введены с клавиатуры с качеством *Геооснова*.

5. Щелкните **ОК** для продолжения.

Полностью ограниченное уравнивание.

1. Выполните уравнивание сети одним из следующих способов:

- В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Уравнять*.
- Нажмите [F 10].
- В группе *Уравнять* панели задач, щелкните на пиктограмме *Уравнять*.

2. Обратите внимание на строку состояния для контроля за процессом уравнивания сети.

В строке состояния отображается текущая итерация процесса уравнивания. Уравнивание будет выполняться столько раз (до максимального значения, задаваемого в стиле уравнивания), сколько потребуется до достижения приемлемого значения допуска на невязку.

Примечание - Если допуск на невязку не достигается (т. е. не достигается сходимость) освободите и/или зафиксируйте разные пункты геоосновы. Уравнивание может не сойтись из-за неправильно введённых координат или некачественных координат.

3. Продолжите полностью ограниченное уравнивание, анализируя начальные результаты и фиксируя большее количество пунктов геоосновы.

Сравнение уравненных и исходных координат.

После того, как вы зафиксировали первый пункт и выполнили уравнивание, можно сравнить уравненные и исходные координаты других пунктов геоосновы для того, чтобы определить различие между ними. Это позволит составить мнение о том насколько исходные данные **соответствуют** уравниваемой сети.



Предостережение – Если недостаточно зафиксировано координат для вычисления параметров трансформации в течение уравнивания, то сравнение между уравненными и исходными координатами имеет смысл только при работе с ИГД проекта, сходными с WGS-84 (геоцентрической). При использовании некоторых референц-эллипсоидов необходимо выполнить трансформацию (разворот осей и масштабирование сети), прежде чем приступить к сравнению координат. Выполните сравнение после фиксации необходимого количества точек, таким образом, получив параметры трансформации.

При сравнении координат придерживайтесь следующих принципов:

- Если вы видите большую разницу между известными и уравненными координатами на любом опорном пункте, то могут возникнуть проблемы с фиксацией этого пункта.
- Если вы видите большую разницу между известными и уравненными координатами на более, чем одном опорном пункте, то могут возникнуть проблемы с пунктом (-ами), которую вы зафиксировали, или необходимо выполнить преобразование сети.

Задание дополнительных пунктов геоосновы.

Для продолжения уравнивания задайте другие дополнительные опорные пункты. Вы можете задавать любое количество опорных пунктов, если у вас есть их точные координаты.

Компания Trimble рекомендует:

- Зафиксировать, как минимум три опорные точки в плане и четыре – по высоте.
- Выполнить уравнивание сети.
- Проанализировать результаты, прежде чем задавать какие – дополнительные опорные пункты.

Фиксация минимального количества пунктов создает параметры трансформации и позволяет проверить эти параметры.

Примечание – При фиксации дополнительных опорных пунктов в количестве свыше минимума необходимо задавать их последовательно друг за другом. Это позволяет оценивать результаты по мере фиксации каждого пункта.

Отчет о полностью ограниченном уравнивании.

В отчете по уравниванию содержатся результаты последнего уравнивания.

Примечание – Более подробная информация и полное описание каждого раздела отчета содержится в Главе 3. Ознакомление с отчетом по уравниванию сети.

Для использования отчета по уравниванию для анализа результатов и решения проблем с полностью ограниченным уравниванием:

1. В режиме Съёмка выберите *Отчёты / Отчёт по уравниванию секи*.

Trimble Geomatics Office открывает приложение для просмотра HTML-документов и выведет отчет.

2. Щелкните по гиперссылке, чтобы сразу попасть в интересующий раздел.

Выбранный раздел выводится на экран.

Решение проблем при полностью ограниченном уравнивании.

Используйте отчет по уравниванию для выявления проблем при уравнивании сети. Порядок решения проблем при полностью ограниченном уравнивании по сути такой же, как и для минимально ограниченного уравнивания. Вы просматриваете ряд одинаковых статистических параметров, но обнаруживаете, что причина проблемы может быть другой, нежели в минимально ограниченном уравнивании. Соответственно, последовательность действий для решения проблемы также может быть другой.

При наличии проблем со сходимостью уравнивания, см. раздел **Уравнивание не выполнено - нет сходимости**, выше для получения представления о сообщениях на экране.

Оценка точности (Полностью ограниченное уравнивание).

Задайте минимальное количество опорных пунктов (три в плане и четыре по высоте) для того, чтобы достоверно оценить полностью ограниченное уравнивание. Если вы зафиксируете только две точки в плане и три – по высоте, то зададите только параметры, необходимые для трансформации наблюдений на вашу координатную поверхность (систему координат). Дополнительно фиксируемые опорные пункты позволяют оценить или проверить определенные параметры. Тогда вы будете знать, что любые возникшие проблемы имеют непосредственное отношение к опорным пунктам.

Когда уравнивание сойдётся, и вы просмотрели общую статистику и статистику по наблюдениям в отчете по уравниванию, вам следует решить что нужно сделать для устранения проблем.

Обратите внимание на следующие показатели:

- Координаты геоосновы сравниваются в отчёте по уравниванию.
- Большие скачки СК единицы веса между результатами уравнивания.

Некоторые проблемы, с которыми вы можете столкнуться при полностью ограниченном уравнивании, приведены в Таблице 2.8. В таблице указан список проблем, возможная причина их возникновения и рекомендуемые действия, которые можно предпринять для улучшения показателя оценки точности и результатов уравнивания в целом.

Таблица 2.8 Решение проблем при полностью ограниченном уравнивании.

Проблема	Возможная причина	Действие
Уравнивание не сошлось после 10 итераций	Данные по одному или нескольким опорным пунктам содержат одну или более грубых ошибок, как результат: - ведения наблюдений не с того пункта - состояния самого пункта (смещён или разрушен) - неправильного измерения высоты антенны на пункте в течение всех сеансов наблюдений. - неправильного измерения высоты инструмента или цели всех станциях (точках стояния).	Периодически фиксируйте или расфиксируйте опорные пункты, не меняя минимальное количество зафиксированных точек, пока не будет найден проблемный пункт. Затем: Убедитесь, корректно ли был выполнен сеанс наблюдений. Проверьте состояние опорного пункта. Проверьте полевые записи. Проверьте высоту антенны, тип и метод измерения высоты антенны. Проверьте введённые или импортированные координаты.

2. Выполнение уравнивания сети

Большие скачки СК единицы веса между циклами уравнивания	В координатах одной или нескольких опорных точек присутствуют одна или более грубых ошибок, например: - ошибка ввода координат - неверная координата (ы) - ненадежные координаты. Ошибки недооценки геоидальных измерений.	Проверьте правильность координат и системы координат. Проверьте источник координат. Примените скаляр (альтернативный) в группе Геоидальных измерений.
--	--	---

Действия для решения проблем (полностью ограниченное уравнивание).

После анализа отчета по уравниванию и принятия плана по решению проблем с уравниванием выполните одно из действий, описанных в Таблице 2.8. Выполняйте каждое действие последовательно (одно за другим), чтобы оценить влияние каждой проблемы на общую оценку точности. Вы можете обнаружить, что решение одной проблемы также помогает решить и другие.

Для решения проблем при уравнивании сети:

- Если вы все еще просматриваете отчет по уравниванию, закройте приложение для просмотра HTML-страниц.
- Оставьте его открытым и нажмите [Alt] + [Tab] для возврата в программу Trimble Geomatics Office.

В разделах ниже описываются следующие действия:

- Расфиксирование опорного пункта
- Изменение весовой стратегии для геоидальных измерений.

Расфиксирование опорного пункта

По мере задания опорных пунктов вы можете обнаружить один или несколько, которые не согласуются со всеми остальными опорными точками и наблюдениями. Причины такого рассогласования могут заключаться в следующем:

- Центр пункта геосновы может быть разрушен (смещён).
- Возможно, проблема в координатах, например, ввод неправильного номера с клавиатуры или ошибки в исходной съемке.
- Наблюдения велись не с того пункта.

Как только у вас появились подозрения в том, что какой - опорный пункт является плохим, вы можете его расфиксировать.

Для расфиксирования опорного пункта или одной из составляющих координат:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Точки*. Появляется диалог *Точки* (см. раздел **Фиксирование точки (полностью ограниченное уравнивание)**).

2. Выберите проблемный опорный пункт.

Становятся доступными поля, в которых вы можете поставить флажки в группе *Фикс*. Можно расфиксировать любое сочетание составляющих координат.

3. В группе *Фикс* снимите флажок составляющих координат, которые вы хотите расфиксировать.

Флажок удаляется из поля компоненты координаты.

4. Щелкните **ОК** для продолжения.

5. Выполните еще одно уравнивание и просмотрите полученные результаты для того, чтобы выявить, вызвал ли расфиксированный опорный пункт проблемы в сети. Помните, что для анализа результатов необходимо, чтобы было минимальное количество ограничений (три – в плане и четыре – по высоте).

В некоторых случаях проблемные опорные пункты бывает трудно обнаружить и для этого требуется тщательный анализ. Бывает также, что одна компонента координаты точки (плановые координаты эллипсоидальная высота или отметка) приемлема, в то время как другая вызывает проблему в сети. Вы можете расфиксировать проблемную составляющую опорной точки, не трогая при этом другие ее компоненты.

В Таблице 2.8 перечислены примеры некоторых проблем, с которыми вы можете столкнуться при фиксации пунктов в процессе полностью ограниченного уравнивания.

2. Выполнение уравнивания сети

Изменение весовой стратегии для геоидальных измерений

Изменение весовой стратегии, используемой при уравнивании, полезно для решения такой проблемы, как масштабирование недооцененных априорных ошибок с целью лучшего понимания ошибок наблюдений.

Используйте диалог *Стратегия назначения весов*, чтобы:

- Просмотреть скаляр, примененный к наблюдениям геоида.
- Просмотреть метод, используемый для назначения весов.
- Просмотреть тип используемого скаляра.
- Заблокировать значение скаляра.

Когда наблюдения геоида загружены, скаляр весовой стратегии для геоида (*Геоид*) устанавливается как:

Применение скаляра: Все наблюдения

Тип скаляра: По умолчанию.

Эта стратегия применяет скаляр 1.00 ко всем геоидальным измерениям, позволяя, таким образом, использовать при уравнивании оценки исходных ошибок.

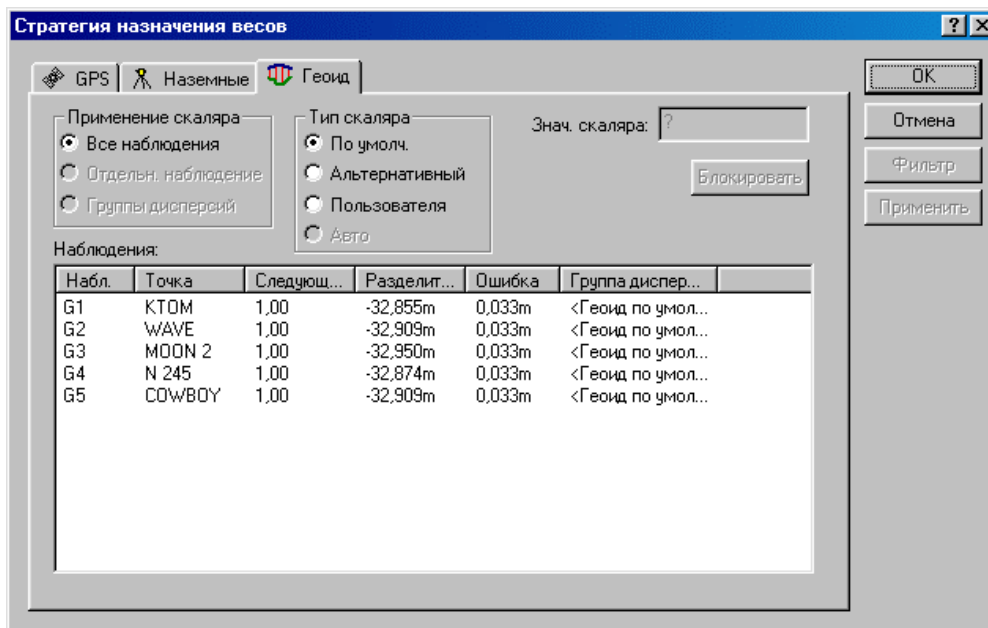
Примечание – Не изменяйте весовую стратегию на этом этапе уравнивания для GPS или Наземных измерений. Веса были определены во время минимально ограниченного уравнивания и их не нужно изменять. Геоидальные измерения нужно зафиксировать перед определением весовой стратегии для них.

Во время процесса уравнивания вы можете менять весовую стратегию, что помогает проанализировать и должным образом распределить ошибку в геоидальных измерениях.

Более подробно о диалоге *Стратегия назначения весов*, см. в Справке.

Чтобы вызвать диалог *Стратегия назначения весов*:

1. В режиме Съёмка выберите *Уравнивание / Стратегия назначения весов*. Появляется диалог *Стратегия назначения весов*.
2. Выберите вкладку *Геоид*:



Геоидальные измерения перечислены на вкладке *Геоид* вместе со значением скаляра для *следующей* итерации уравнивания. Скаляр, примененный к *текущему* уравниванию, выводится в отчете по уравниванию.

Примечание – Оценка исходной ошибки высоты геоида – это средняя квадратическая ошибка всего набора высот геоида. Trimble Geomatics Office вычисляет превышения геоида при уравнивании, а затем определяет среднюю квадратическую ошибку этих высот. Это всего лишь отправная точка для оценки ошибок превышений геоида, для получения достоверного представления об оцененных ошибках может потребоваться их масштабирование.

Текущая весовая стратегия указана в группах *Применить скаляр* и *Тип скаляра*.

2. Выполнение уравнивания сети

3. В группе *Тип скаляра* на вкладке *Геоид*, выберите *Альтернативный*.

Более подробно о выборе альтернативного скаляра см. раздел Решение проблем при минимально ограниченном уравнивании.

4. В группе *Применить скаляр* установите *Все наблюдения*.

В большинстве случаев вы будете уравнивать наблюдения как единую сеть, применяя для всей сети (или всем наблюдениям) единый скаляр.

5. Щелкните **ОК** для сохранения изменений и продолжения.

При задании этих опций программа перемножит значения ошибки единицы веса модели геоида, полученной в результате последнего уравнивания, и скаляра для геоидальных измерений, который использовался в последнем уравнивании с целью определения скаляра для всех оцененных ошибок в следующем уравнивании. Это значение выводится в столбце *Следующий скаляр*.

Примечание - Более подробно о диалоге *Стратегия назначения весов*, группах *Тип скаляра* или *Применить скаляр* см. *Справку*.

Более подробно об используемых терминах см. Приложение А. Руководство по уравниванию методом наименьших квадратов и Глоссарий.

Продолжение полностью ограниченного уравнивания

Теперь, когда вы определились с последовательностью решения проблем при уравнивании, продолжайте точно так же, как и в случае минимально ограниченного уравнивания. Вы будете повторно уравнивать сеть после фиксации каждого пункта, оценивать результаты, и, по ходу процесса, выполнять либо одни и те же, либо разные действия для решения проблем с уравниванием.

Начните процесс с ряда статистических результатов и решений, пока не будете уверены, что удалили все грубые ошибки, должным образом распределили ошибку геоидальных измерений и правильно определили параметры преобразования.

Блокировка скаляра весовой стратегии для геоидальных измерений

Если вы ранее меняли весовую стратегию для геоидальных измерений на альтернативный скаляр, то теперь необходимо заблокировать скаляр для геоидальных измерений.

Вы можете прекратить вычисление нового скаляра для геоидальных измерений, если результаты уравнивания удовлетворяют следующим критериям:

- Все высотные опорные пункты зафиксированы.
- Ошибка единицы веса геоидальных измерений и ошибка единицы веса сети около 1.00.
- Ошибка единицы веса модели геоида около 1.0 и появилось следующее сообщение:

GPS высоты превышают ошибки геоидальных превышений

В этом случае, последующее масштабирование ошибок геоида не рекомендуется.

Для блокирования скаляра:

1. В режиме *Съёмка* выберите *Уравнивание / Стратегия назначения весов*. Появляется диалог *Стратегия назначения весов*.

2. Выберите вкладку *Геоид*. Геоидальные измерения представлены на вкладке *Геоид* вместе со значением скаляра для следующего уравнивания.

3. Щелкните на клавишу **Блокировать** для блокирования скаляра для следующего уравнивания.

Метка в поле *Тип скаляра* автоматически переходит на значение *Пользователя*, а значение скаляра, полученное при текущем уравнивании, помещается в поле *Значение скаляра*.

4. Щелкните **ОК** для сохранения изменений и продолжения.

5. Выполните одно уравнивание с заблокированным скаляром, чтобы сохранить весовую стратегию и обновить отчет.

Создание отчета об окончательном уравнивании сети

После завершения уравнивания можно создать окончательный отчет. Более подробно о том, как просмотреть и проанализировать отчет, см. Главу 3. Ознакомление с отчетом об уравнивании сети. Более подробно о форматировании и экспорте информации в отчет см. Справку.


Комбинирование GPS, наземных и геоидальных измерений при уравнивании.


В предыдущих разделах описаны основные принципы уравнивания сети, которое состоит из минимально ограниченного уравнивания с последующим полностью ограниченным уравниванием.

В Trimble Geomatics Office есть три класса измерений которые можно уравнивать одновременно:

- GPS
- Наземные
- Геоидальные.

В этом разделе описано как уравнивать сеть содержащую данные различных типов. При комбинировании измерений, вы должны проверить каждый набор измерений перед выполнением полностью ограниченного уравнивания. Это облегчит поиск ошибок.

 **Совет – Для выбора данных различного типа при выполнении комбинированного уравнивания используйте группы выбранных объектов.**


 **Совет – Для выполнения комбинированного уравнивания, Вы должны связать наземные измерения с GPS сетью. Для этого выполните угловые и линейные измерения в точках общих с GPS сетью. Вам необходимо отстоять по крайней мере не двух общих точках (точках отнаблюдённых GPS и обычными методами, или пункты геоосновы) которые помогут связать оба набора данных воедино. Это позволит избежать «подвешивания» теодолитного хода на одну GPS точку.**

Более подробную информацию об уравнивании сети комбинированных данных Вы найдёте в Справке.

Импортирование ваших данных.

Если у Вас есть точки с качеством Геооснова, то сначала нужно импортировать их в проект Trimble Geomatics Office. Это гарантирует использование пунктов геоосновы в качестве исходных точек при перевычислении. Более подробную информацию Вы найдёте в разделе **Важность однородности координат**.

Импортируйте и проверьте все другие наборы данных находящиеся в вашем проекте. Убедитесь в том, что ознакомились со всеми предупреждениями (флажками). Более подробную информацию по импорту данных Вы найдёте в Справке.

 **Примечание – Если при импорте данных у вас не выбран переключатель *Всегда объединять точки* в диалоге *Параметры дубликатов*, то Вам нужно будет объединить дубликаты точек.**

Подготовка GPS данных.

Для выполнения минимально ограниченного уравнивания GPS измерений сделайте следующее:

1. Выберите GPS данные в графическом окне.
2. Обработайте GPS данные. Более подробную информацию о обработке GPS данных Вы найдёте в *Руководстве пользователя модуля WAVE для обработки базовых линий*.
3. Выполните замыкание GPS полигона и ознакомьтесь с отчётом по замыканию GPS полигонов для того чтобы убедиться что набор GPS данных пригоден для уравнивания.
4. Разберитесь со всеми предупреждениями о превышении допусков. Они могут возникнуть из-за неправильности координат пунктов геоосновы These can appear because of incorrect control coordinates, неправильно введённых высот антенны или ошибки в названиях точки.
5. Выберите независимые GPS базовые линии. Более подробную информацию о выборе независимых базовых линий Вы найдёте в Справке или *Руководстве пользователя модуля WAVE для обработки базовых линий*.
6. Выберите ИГД WGS-84. Для этого выберите *Уравнивание / ИГД / WGS-84*.
7. Если необходимо, то в диалоге Стили уравнивания, измените параметры стиля уравнивания.
8. В диалоге *Измерения* – на вкладке *GPS*, выберите GPS измерения, которые нужно уравнивать.

 **Совет – Используйте кнопку *Фильтр* в диалоге *Измерения* для фильтрации типов GPS измерений.**

2. Выполнение уравнивания сети

9. Если необходимо, определите группы измерений (группы дисперсий и/или трансформации) для данных.
 10. Зафиксируйте пункт геоосновы в диалоге *Точки*. (Это необязательно).
 11. Установите весовую стратегию. Для начального уравнивания, установите в группе *Применить скаляр Все наблюдения*, а в группе *Тип скаляра – По умолчанию*.
 12. Выполните минимально ограниченное уравнивание. Более подробную информацию вы найдёте в разделе **Минимально ограниченное уравнивание**.
 13. Ознакомьтесь с результатами оценки точности деталями уравнивания в отчёте.
 14. Если необходимо, повторите этапы 12 и 13, и все действия по устранению проблем, до тех пор пока тест Хи-квадрат не будет пройден и Вы не удовлетворитесь результатами уравнивания. Если Вы выбрали альтернативный скаляр, то заблокируйте значение скаляра в диалоге *Стратегия назначения весов*.
- Примечание – Если будет выбран автоматический скаляр, то итерации будут выполняться до тех пор, пока тест Хи-квадрат не будет выполнен.**

Примечание – Если вы хотите выполнить калибровку, то сохраните калибровочные координаты на этой стадии уравнивания. Ознакомьтесь с сохранёнными калибровочными координатами WGS-84 в окне Свойства.

Ваши GPS данные сейчас готовы для полностью ограниченного уравнивания.

Подготовка наземных данных.

Для выполнения минимально ограниченного уравнивания наземных измерений, сделайте следующее:

1. Выберите наземные измерения в графическом окне.
- Совет – Вы можете использовать фильтры отображения для вывода на экран только наземных измерений**
2. Выберите ИГД проекта. Для этого выберите *Уравнивание / ИГД / ИГД проекта – <Название ИГД >*
 3. В диалоге *Измерения – Вкладка Наземные*, выберите измерения, которые нужно уравнивать.
- Примечание – Если Вы не выполнили замыкание теодолитного хода (т. е. наземные измерения «висят» на сети GPS измерений), Вам также нужно загрузить геоидальные измерения для обеспечения связи GPS и наземных измерений с помощью геоида. Если Вы на этой стадии включите геоидальные данные в уравнивание наземных данных, то Вам не нужно выполнять этап Включение геоидальных измерений в уравнивание», который описан в следующем разделе.**
4. Если необходимо, то определите группы измерений (дисперсий и/или трансформаций) для данных.
 5. Установите весовую стратегию. Для начального уравнивания, установите в группе *Применить скаляр - Все наблюдения*, а в группе *Тип скаляра – По умолчанию*.
- Примечание – Если вы установите в группе *Применить скаляр – Группы дисперсий*, то овалы измерения будут автоматически разделены на соответствующие группы.**
6. Зафиксируйте точки в диалоге *Точки*.
- Примечание – Для выполнения комбинированного уравнивания, точка которую Вы фиксируете должна быть одной из точек общих для GPS и наземной сети.**
7. Выполните минимально ограниченное уравнивание. Более подробную информацию Вы найдёте в разделе Минимально ограниченное уравнивание.
 8. Ознакомьтесь с деталями уравнивания в отчёте.
 9. Если необходимо, то выполняйте уравнивание до тех пор, пока не удовлетворитесь результатами уравнивания. Если Вы выбрали альтернативный скаляр, то заблокируйте значение скаляра диалоге *Стратегия назначения весов*.
- Примечание – Если будет выбран автоматический скаляр, то итерации будут выполняться до тех пор, пока тест Хи-квадрат не будет выполнен.**

Включение геоидальных данных в уравнивание.

Геоидальные ошибки масштабируются в ограниченном уравнивании измерений. Для выполнения высотного ограниченного уравнивания геоидальных данных сделайте следующее:

1. Убедитесь в том, что выбрана модель геоида для проекта. Проверьте параметры системы координат в диалоге *Свойства проекта*.

2. Выполнение уравнивания сети

2. В диалоге *Измерения*, выберите вкладку *Геоид* и загрузите геоидальные измерения.
3. Установите весовую стратегию в диалоге *Стратегия назначения весов* – вкладка *Геоид*. Для пуска уравнивания, установите в группе *Тип скаляра* – *По умолчанию*.
4. Зафиксируйте отметки (и/или эл. высоты) в диалоге *Точки*. Используйте по крайней мере три.
5. Выберите *Уравнивание / Уравнять*.
6. Ознакомьтесь с отчётом.

Если необходимо, то выберите альтернативный скаляр, выполните уравнивание, и ознакомьтесь с результатами в отчёте. Делайте это до тех пор, пока не будет пройден тест Хи-квадрат и Вы не удовлетворитесь результатами. Если выбран альтернативный скаляр, то заблокируйте значение скаляра в диалоге *Стратегия назначения весов*.

Выполнение полностью ограниченного уравнивания.

Заблокировав масштабирование ошибки в минимально ограниченном уравнивании Вы можете выполнить полностью ограниченное уравнивание:

1. Убедитесь что выбрано *ИГД проекта*.
 2. Зафиксируйте пункты геоосновы в диалоге *Точки*.
- Примечание** – Для выполнения комбинированного уравнивания, зафиксируйте по крайней мере две **GPS** точки в плане. Если возможно, эти точки должны быть общими для **GPS** и наземной сетей.
3. Выберите *Уравнивание / Уравнять*.
 4. Ознакомьтесь с результатами уравнивания в отчёте.
 5. Если необходимо, то выполняйте уравнивание до тех пор пока не удовлетворитесь результатами

После уравнивания, сохраняется набор координат для каждой точки сети. Просмотрите эти координат в окне *Свойства*.

Совет – Если уравнивание не сходится потому что не пройден тест Хи-квадрат или ошибка единицы веса не приемлема, то затем могут произойти проблемы с координатами пунктов геоосновы. “Расфиксируйте” точки (одну за раз) в диалоге *Точки* и выполните полностью ограниченное уравнивание вновь до тех пор пока не обнаружите плохую точку. Более подробную информацию по разрешению проблем, см. в разделе *Полностью ограниченное уравнивание*.

Уравнивание нивелирных измерений.

Далее описаны мероприятия по уравниванию наземных измерений в Trimble Geomatics Office. Это не полное поэтапное описание, а общее описание необходимого процесса.

Импорт нивелирных измерений.

Для импорта нивелирных измерений:

1. Выберите *Файл / Импорт*. Появится диалог *Импорт*.
 2. На вкладке *Съёмка*, выберите *Файлы цифрового нивелира (*.dat, *.raw)*. Появится диалог *Открытие файла*.
 3. Выберите файл цифрового нивелира для импорта. Появится диалог *Импорт данных из цифрового нивелира*. Используйте этот диалог для контроля нивелирных измерений.
 4. Щёлкните по **ОК**. Файл цифрового нивелира будет импортирован.
- Примечание** – Для ознакомления с нивелирной информацией просмотрите отчёт по нивелированию, выберите *Отчёты / Отчёт о нивелировании*.

Ознакомление с нивелирными измерениями.

После импорта данных из цифрового нивелира, с отметками не имеют плановых координат, поэтому Вы не увидите их в рабочем окне режима *Съёмка*. Однако Вы можете увидеть нивелирные измерения в окне *Свойства*. To do this:

1. Выберите *Выбор / Всё*.
2. Сделайте одно из следующего:
 - Выберите *Правка / Свойства*.
 - Щёлкните [Alt]+[Enter].

2. Выполнение уравнивания сети

– Выберите инструмент *Редактирование свойств* в панели инструментов.

3. Нивелирные измерения отображаются в окне *Свойства*.

Выполнение минимально ограниченного уравнивания.

Для уравнивания нивелирных измерений:

1. Выберите ИГД проекта.
2. Выберите стиль уравнивания сети, обратив особенное внимание на таблицу оцененных ошибок на вкладке *Наземные*.
3. Выберите измерения для включения в уравнивание в диалоге *Измерения* – вкладка *Наземные*.
4. Если необходимо, то определите группы измерений (дисперсий и/или трансформаций) для данных.
5. Установите весовую стратегию для наземных измерений:

- a. В диалоге *Стратегия назначения весов*, выберите вкладку *Наземные*.
- b. В группах *Применить скаляр* и *Тип скаляра*, выберите соответствующие варианты.

6. Выполните минимально ограниченное уравнивание.

Примечание – Если выполнено простое нивелирование между двумя точками, то Вам нужно зафиксировать отметки на обоих концах. Это обеспечит избыточность и Вы сможете выполнить уравнивание.

7. Ознакомление с результатами уравнивания в отчёте. Если необходимо, то выполняйте уравнивание до тех пор, пока результаты Вас не удовлетворят.

8. Если Вы использовали альтернативный скаляр, то заблокируйте значение скаляра в диалоге *Стратегия назначения весов*.

Выполнение полностью ограниченного уравнивания.

Теперь Вы можете выполнить полностью ограниченное уравнивание.

1. Убедитесь в том, что выбрана ИГД проекта.
2. Зафиксируйте пункты геоосновы в диалоге *Точки*.
3. Выполните полностью ограниченное уравнивание.
4. Ознакомьтесь с результатами уравнивания в отчёте.
5. Если нужно, то выполняйте уравнивание до тех пор, пока результаты Вас не удовлетворят.

После завершения уравнивания, установите координаты сохранённые для каждой точки в уравнивании. Вы можете увидеть эти координаты в окне *Свойства*.

На что нужно обратить внимание дополнительно.

Может так случиться, что в результате уравнивания потребуются обратить внимание на ряд вопросов. В следующих разделах обсуждаются два из этих вопроса:

- одновременное задание эллипсоидальных высот и отметок.
- уравнивание данных полученных различными методами съёмки и обработки.

Одновременное задание ортометрических и эллипсоидальных высот

Во время съёмки могут возникнуть условия, при которых потребуется одновременно задать ортометрические отметки и эллипсоидальные высоты для определения отклонений по широте, по долготе и высотную постоянную.

Такая необходимость возникает при наличии одного из следующих условий:

- Используемая в проекте модель геоида охватывает большую площадь, и возможны незначительные региональные вариации, которые не могут быть точно смоделированы.
- В основе используемой в проекте модели геоида лежит эллипсоид, отличный от эллипсоида, используемого в ИГД проекта. В качестве примера можно привести EGM96 (всемирная модель геоида, основанная на WGS-84) с местной системой координат (основанной на референц-эллипсоиде, например, Бесселя). При использовании параметров трансформации геоида необходимо учитывать различие между двумя референц-эллипсоидами.

2. Выполнение уравнивания сети

Используйте одновременное задание ортометрических и эллипсоидальных высот для обнаружения этих различий или систематических ошибок, после чего учитывайте их при использовании отклонений по широте и долготе и высотной постоянной.

Для выполнения данной процедуры требуется использовать точные ортометрические и эллипсоидальные высоты опорного пункта. Для получения правильных параметров требуется зафиксировать, как минимум, три ортометрические и три эллипсоидальные высоты. Фиксирование четвертой ортометрической и эллипсоидальной высоты позволит проверить созданные параметры. Одновременно можно зафиксировать любое количество ортометрических и эллипсоидальных высот.

Для того, чтобы вычислять отклонения по широте, по долготе и высотную постоянную:

1. Выберите *Уравнивание / Группы наблюдений / Группы трансформаций*. Появится диалог Группы трансформации.
2. Выберите вкладку *Геоид*.
3. В поле *Группы* выберите *<Геоид по умолчанию>*, а затем щёлкните по **Правка**.
4. В диалоге *Правка группы трансформации*, установите статус отклонения по широте, по долготе и высотной постоянной для вычисления. (Каждое поле становится списком если по нему щёлкнуть).

Примечание- По умолчанию для всех параметров в группе трансформации геоида установлен статус *не используется*. Если Вы не установите *Вычислять*, то можете получить сообщение: **Ошибка вырожденной матрицы**.

Отмена уравнивания сети.

Вы можете отменить результаты уравнивания и вернуть сеть в первоначальный вид. Измените следующее:

- Установите в качестве ИГД WGS-84
- Не фиксируйте точки
- Удалите эллипсы ошибок
- Выгрузите геоидальные измерения
- В диалоге *Стратегия назначения весов* сбросьте скаляры до *Все наблюдения и По умолчанию*.

Для удаления уравненных значений:

Выберите *Уравнивание / Отменить уравнивание*.

Примечание – Измерения, отключённые для уравнивания или для которых снят флажок *Использовать*, не приводятся в предыдущее состояние.

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети.

Введение.

В этой главе описан отчет по уравниванию сети. Используйте этот отчет для просмотра и анализа результатов уравнивания сети.

В отчет об уравнивании сети входит:

- Параметры стиля уравнивания
- Всесторонняя оценка точности
- Уравненные координаты с оцененными ошибками (на плоскости и геодезические)
- Сравнение координат исходных пунктов
- Наблюдения с оцененными ошибками
- Гистограммы нормализованных поправок
- Эллипсы ошибок
- Ковариантные параметры

Отчет об уравнивании сети выдается в формате HTML. Вы можете выполнить следующее:

- Ознакомиться с отчётом в программе просмотра HTML файлов на вашем компьютере.
- Перемещайтесь из одного раздела отчета в другой, используя связи, внедренные в отчет.
- Открыть отчет в Microsoft Word (другом текстовом редакторе, который может импортировать HTML файлы), если вы хотите отредактировать формат какого-то отчета.
- Если будут выбраны выбросы в отчёте, то они будут выбраны и в рабочем окне.

Настройка отчёта по уравниванию.

Вы можете настроить информацию отображаемую в отчёте по уравниванию с помощью диалога *Настройка отчёта по уравниванию*.

Для вызова диалога:

- Выберите *Отчёты / Настройка / Отчёт по уравниванию сети*.

Вы можете отобразить следующие пункты в отчёте:

- Оценку точности отдельного GPS измерения
- Уравненные координаты на плоскости
- Уравненные геодезические координаты
- Приращения координат
- Сравнение координат исходных пунктов.
- Эллипсы ошибок
- Ковариантные члены.

Как использовать отчет по уравниванию сети.

Используйте меню *Отчёты* в Trimble Geomatics Office для просмотра отчета по уравниванию сети после завершения итераций уравнивания сети.

Для просмотра и перемещения по отчету об уравнивании, нужно:

1. В режиме *Съёмка* выберите *Отчёты / Отчёт по уравниванию сети*. Запускается программа просмотра HTML файлов и выводится отчет по уравниванию сети.
2. Для перемещения в другие разделы отчета используйте гиперссылки в *Содержании*.
3. Для перемещения назад к началу отчета используйте гиперссылку **В начало** или команды вашей HTML программы.

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети

☒ **Примечание** - На вывод информации в отчете влияют стили уравнивания. Для более подробной информации см. раздел Выбор и редактирование стилей уравнивания.

Для более подробной информации по анализу и разрешению проблем см. Главу 2, Выполнение уравнивания сети.

В остальной части этой главы описываются разделы отчета и предлагается информация для размышления при ознакомлении с оценкой точности.

☒ **Примечание** - После каждой итерации уравнивания программное обеспечение Trimble Geomatics Office производит новый отчет. Она создает один резервный отчет, помещая текущий отчет в папку ... \Netadj-old и записывая новый отчет в папку...\Netadj. Если между каждой итерацией вы оставляете отчет об уравнивании открытым, то ваша программа просмотра HTML файлов открывается снова для вывода нового отчета. После нескольких итераций уравнивания вы будете иметь несколько открытых сразу отчетов. Убедитесь, что при оценке ваших результатов вы всегда просматриваете отчет о текущем уравнивании, отмечая время в заголовке отчёта.

☞ **Совет** – Вы можете выбрать выброс в рабочем окне из отчёта по уравниванию. Для этого выберите идентификатор измерения в отчёте (для выбора нескольких измерений используйте Ctrl). То что было выбрано в рабочем окне будет заменено новым выбором.

Информация о проекте.

В разделе с информацией о проекте в верхней части отчёта содержит информацию связанную с проектом.

Поля описаны ниже. Они отражают параметры проекта указанные в диалоге *Свойства проекта*:

- Название проекта.
- Имя пользователя.
- Дата и время – создание проекта.
- Система координат.
- Зона – если выбрана калибровка района работ, зона отображается как название района работ.
- ИГД проекта.
- Высотная ИГД.
- Модель геоида – стоит *Не выбрана* если модель геоида не выбрана.
- Единицы измерения координат.
- Единицы измерения расстояний.
- Единицы измерения высот.

Отчёт включает гиперссылки для навигации по разделам и ссылку *Информация о проекте* для возвращения в начало отчёта.

Параметры стилей уравнивания.

В разделе параметров стилей уравнивания сведены параметры установленные перед уравниванием.

Для просмотра:

В содержании отчёта щёлкните по *Параметры стиля уравнивания*.

На рис 3.1 приведён пример раздела *Параметры стиля уравнивания*.

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети

<p>Содержание</p> <p>Информация о проекте</p> <p>Параметры стиля уравнивания</p> <ul style="list-style-type: none"> • Допустимые поправки • Ковариация • Уравнивание • Ошибки на станции <p>Итоги статистической обработки</p> <ul style="list-style-type: none"> • GPS измерения • Наземные измерения • Модель геоида • Назначение весов <p>Уравненные координаты</p> <ul style="list-style-type: none"> • На плоскости • Геодезические • Приращения <p>Сравнение координат</p> <p>Уравненные измерения</p>	<p>Параметры стиля уравнивания - 95% Доверительный интервал</p> <p>Допустимые поправки В конце итераций : 0,000010m Порог сходимости : 0,005000m</p> <p>Ковариация В плане Распротр. линейная ошибка [E] : США Постоянная [C] : 0,00000000m Скаляр линейной ошибки [S] : 1,96 В плане и по высоте Распротр. линейная ошибка [E] : США Постоянная [C] : 0,00000000m Скаляр линейной ошибки [S] : 1,96 В вычисления были использованы ошибки отметок</p> <p>Уравнивание Корреляция для геоида : Ложь Выполнено уравнивание в плане и по высоте</p> <p>Ошибки на станции GPS Ошибка высоты антенны : 0,000m Ошибка центрирования : 0,000m Обычные</p>
--	--

Рисунок 3.1 Раздел Параметры стиля уравнивания.

В таблице 3.1 описаны поля раздела *Параметры стиля уравнивания*.

Поле	Значение
Допустимые поправки	
В конце итераций	Этот допуск используется для определения будет продолжаться уравнивание или закончится. После каждой итерации вычисляется поправка в измерение двумя методами. Разница между двумя вычислениями сравнивается с допуском В конце итераций. Если разница менее или равна допуску, то уравнивание завершается.
Порог сходимости	Порог сходимости используется для финальной итерации уравнивания. Программа использует это значение для определения если уравнивание завершится успешно в случае если допуск В конце итераций не будет достигнут.
Ковариация	
Распротр. линейная ошибка	Это значение определяет плановую (двумерную) или трёхмерную линейную ошибку. Более подробную информацию ищите в Справке.
Постоянная	это путь распределения некоторой ошибки в постоянную составляющую, оставшиеся распределяются пропорционально. Например, если дальномер единообразно измеряет 15 мм отрезки +/- член PPM, то С должна быть 15 мм, которая точно соответствует длине базовой линии. Этот член должен быть в диапазоне 0,0 – 0,1 м.
Скаляр линейной ошибки	используйте этот список для определения планового (двумерного) или трёхмерного скаляра для масштабирования точности к нужному доверительному интервалу. Для масштабирования ковариационных матриц линейная ошибка распространения возводится в квадрат. Более подробную информацию ищите в Справке.
Уравнивание	
Корреляция для геоида	При использовании геоидальных измерений в уравнивании, Вы должны удерживать зафиксированными координаты, так чтобы переопределённое решение могло существовать и поправки можно было вычислить для этой точки. Когда выбран флажок Вычислять поправки для геоида вычисляются также поправки геоида для точек с незафиксированными высотами, с помощью корреляции модели геоида между точками.

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети

Поле	Значение
Ошибки на станции	
Ошибка высоты антенны	Ошибка высоты антенны ¹
Ошибка центрирования	Ошибка центрирования ¹
Ошибка высоты инструмента	Ошибка высоты инструмента ¹
Ошибка центрирования тахеометра	Ошибка центрирования ¹

¹ Используемая в уравнивания.

Итоги статистической обработки (оценка точности).

Раздел *Итоги статистической обработки* - важный инструмент для анализа уравнивания. Как правило, при выполнении минимально ограниченного уравнивания вы попадаете сразу в статистическую сводку для анализа ваших результатов. Тест Хи-квадрат - основной показатель того, насколько хорошо ваши наблюдения соответствуют друг другу. Ошибка единицы веса сети - основной показатель того, насколько хорошо оценены ошибки наблюдений.

Для просмотра раздела *Итоги статистической обработки*:

- В разделе *Содержание* нажмите *Итоги статистической обработки*.

Слева появляется раздел *Итоги статистической обработки*, как показано на рисунке 3.2.

Итоги статистической обработки

Успешное уравнивание за 10 итераций(и) (итоговое схождение использ. отсечку)

СКО единицы веса сети : 818,21
Тест ХИ квадрат ($\alpha=95\%$): СБОЙ
Число степ. свободы : 78,99

Статистика по GPS измерениям

СКО единицы веса : 248,43
Избыточность (r) : 34,25

Отдельные GPS измерения

ID измерения	СКО единицы веса	Избыточность
B1	161,89	1,89
B2	235,46	1,64
B3	263,02	1,90
B4	434,85	2,04
B5	176,17	1,13
B6	194,29	2,62
B7	183,24	2,55
B8	76,34	2,65
B9	200,03	2,34
B10	296,14	2,23
B11	221,28	2,63

Рисунок 3.2 Пример раздела *Итоги статистической обработки*.

Раздел *Отдельные GPS измерения* включает записи для каждого GPS наблюдения, использованного в уравнивании.

На рисунке 3.3 приведено продолжение раздела *Итоги статистической обработки*.

3. Ознакомление с отчетом по уравниванию сети

Содержание

[Информация о проекте](#)

[Параметры стиля уравнивания](#)

- [Допустимые поправки](#)
- [Ковариация](#)
- [Уравнивание](#)
- [Ошибки на станции](#)

Итоги статистической обработки

- [GPS измерения](#)
- [Наземные измерения](#)
- [Модель геоида](#)
- [Назначение весов](#)

[Уравненные координаты](#)

- [На плоскости](#)
- [Геодезические](#)
- [Приращения](#)

[Сравнение координат](#)

[Уравненные измерения](#)

Статистика по обычным измерениям
 СКО единицы веса : 1096,15
 Избыточность (r) : 42,11

Азимуты: СКО единицы веса: 1,00 (r): -0,02
 Гориз. углы: СКО единицы веса: 1385,43 (r): 7,67
 Расст. на эллипсоиде: СКО единицы веса: 1408,35 (r): 18,09
 ΔОтметки: СКО единицы веса: 1,00 (r): 16,36

Статистика по модели геоида
 СКО единицы веса : 255,54
 Избыточность (r) : 2,63

Стратегия назначения весов

GPS наблюдения
 Скаляр по умолчанию применен ко всем измерениям
 Скаляр : 1,00

Наземные измерения
 Скаляр по умолчанию применен ко всем измерениям
 Скаляр : 1,00

Геоидальные измерения
 Скаляр по умолчанию применен ко всем измерениям
 Скаляр : 1,00

Рисунок 3.3 Пример раздела Итоги статистической обработки.

Содержание подразделов *GPS*, *Наземные* и *Геоидальные измерения* раздела *Стратегия назначения весов* изменяется в зависимости от типов наблюдений, включенных в уравнивание. Заголовок и поля *Геоидальные измерения* доступны в отчете, только если загружена модель геоида. Если выбрано тип скаляра *Группы дисперсий*, то в полях *GPS измерения* отображаются результаты для групп дисперсий, включенных в проект.

В таблице 3.2 пояснена эта разница и описаны поля раздела *Итоги статистической обработки*.

Таблица 3.2 Поля раздела Итоги статистической обработки.

Поле	Значение
Число итераций	Количество итераций уравнивания, требуемое для успешной сходимости уравнивания
СКО единицы веса	Насколько хороши поправки всех наблюдений при уравнивании сети, по сравнению с оценкой ошибок наблюдений до уравнивания. Значение 1.00 указывает, что ошибки соответствуют вашим поправкам. Значение, большее 1.00 указывает, что ошибки недооценены.
Хи-квадрат	Тест Хи-квадрат самая быстрая проверка того, насколько хорошо согласована уравненная сеть. При выполнении успешного уравнивания по МНК, математическая невязка сети - важный фактор. Рассматривайте тест Хи-квадрат как наилучший показатель математической невязки. Тест приводит к оценке ошибки единицы веса сети (NRF), глобальной степени свободы (GDOF) и уровня значимости. Если NRF близка к 1.0, GDOF приемлем, а наблюдения в сети хорошо соответствуют друг другу (математически), то тест Хи-квадрат проходит. Неудача теста - результат неподходящего априорного назначения весов или грубой ошибки, или и то и другое. Тест Хи-квадрат может быть пройден если в уравнивание входят большие ошибки установки инструмента на станции
Число степеней свободы	Величина избыточности в сети. Она указывает число независимых наблюдений, включенных в уравнивание, которое используется для переопределения вашего решения. Большое число независимых наблюдений позволит выполнить лучший анализ и даст больше уверенности в ваших результатах. Меньшее число независи-

3. Ознакомление с отчетом по уравниванию сети

Поле	Значение
	мых наблюдений менее желательно.
Оценка GPS, наземных или геоидальных измерений	
СКО единицы веса	Насколько хороши поправки в наблюдения данного типа (GPS, наземные или геоида) при уравнивании сети, по сравнению с оценкой ошибок этих наблюдений до уравнивания. Значение 1.00 указывает, что ошибки соответствуют вашим поправкам. Значение, большее 1.00 указывает, что ошибки недооценены.
Избыточность	Степени свободы наблюдений данного типа (GPS, наземные или геоида) и насколько эти наблюдения вносят вклад в общую избыточность сети. Ознакомившись с оценкой отдельных измерений, вы можете найти наблюдения с недостатком избыточности.
Статистические параметры групп дисперсий	
СКО единицы веса	Насколько хороши поправки в наблюдения групп дисперсий при уравнивании сети, по сравнению с оценкой ошибок этих наблюдений до уравнивания. Значение 1.00 указывает, что ошибки соответствуют вашим поправкам. Значение, большее 1.00 указывает, что ошибки недооценены.
Избыточность	Избыточность групп дисперсий и насколько эти группы вносят вклад в общую избыточность сети.
Стратегия назначения весов	
Тип измерения	Заголовок для типа наблюдения (GPS, наземные или геоида). Отчет обновляется для отражения типов наблюдений и групп дисперсий, загруженных в настоящее время в уравнивание.
Тип скаляра и метод применения скаляра	Обновляется для отражения текущих параметров диалога <i>Стратегия назначения весов</i> для типа наблюдения. Возможные значения для применения скаляра ко всем измерениям, каждому измерению или группам дисперсий. Возможные значения скаляра <i>По умолчанию</i> , <i>Альтернативный</i> или <i>Пользователя</i> .
Скаляр	Значение скаляра, используемое в текущем уравнивании. Если используется тип скаляра <i>По умолчанию</i> , то значение всегда будет 1.00. Если используется тип скаляра <i>Альтернативный</i> , то значение равно СКО единицы веса предыдущего уравнивания, умноженной на скаляр из предыдущего уравнивания. Если используется тип скаляра <i>Пользователя</i> , то значение отражает скаляр, введенный в поле Значение скаляра в диалоге <i>Стратегия назначения весов</i> . Если в качестве метода применения скаляра выбран <i>Группы дисперсий</i> , то поле <i>Скаляр</i> обновляется для отражения весовой стратегии для группы дисперсий.
Статистика отдельного GPS наблюдения	
ID измерения	Проектный номер записи, присвоенный наблюдению.
СКО единицы веса	Используйте СКО единицы веса для определения, какую долю вносит наблюдение в общую СКО сети. Она указывает, насколько хорошо поправки одного GPS наблюдения при уравнивании сети совпадают с оцененными ошибками для этого же наблюдения перед уравниванием.
Избыточность	Используйте <i>Избыточность</i> для оценки, какую избыточность вносит каждое GPS наблюдение в глобальную степень свободы. Учитывайте следующее: Все числа должны быть больше 0.00 и меньше или равны 3.00. Каждое наблюдение вносит три составляющие в сеть (азимут, расстояние и превышение), таким образом ограничивая степень свободы до 3.

3. Ознакомление с отчетом по уравниванию сети

Поле	Значение
	<p>Поскольку число избыточности приближается к 3.00, наблюдение постепенно вносит большую избыточность.</p> <p>Избыточность равное 0.00 предполагает, что наблюдение не было связано с любым другим наблюдением. В геодезической терминологии это состояние полярное направление (висячее направление). Если висячее направление не измерено намеренно, то проверьте, почему наблюдение не вносит вклад в общую избыточность.</p>

Уравненные координаты.

В разделе *Уравненные координаты* предлагается быстро проверить следующие параметры оценки точности:

- Используемые ИГД уравнивания
- Число точек
- Число фиксированных пунктов и какие составляющие зафиксированы
- Используемый одномерный скаляр для сигмы
- Значения координат фиксированных пунктов
- Апостериорные (оцененные) ошибки каждого пункта при уравнивании
- Приращения координат

Используйте гиперссылки для перемещения к различным разделам отчета для того, чтобы просмотреть сводку или таблицу пунктов из последней итерации уравнивания. Раздел уравненных координат разделен на четыре подраздела:

- Общая сводка
- Координаты на плоскости
- Геодезические координаты
- Приращения координат

Заголовок содержит информацию о точках, как показано на рисунке 3.4.

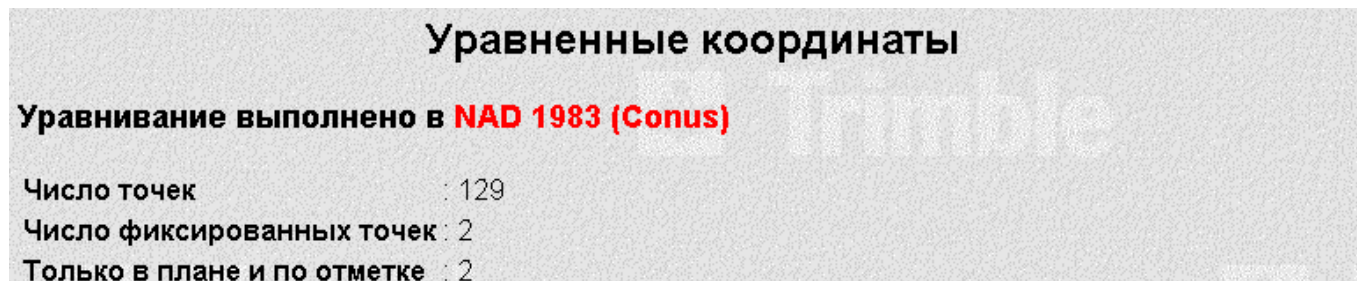


Рисунок 3.4 Раздел *Уравненные координаты*.

Уравненные координаты на плоскости.

В этом разделе выводятся уравненные координаты на плоскости каждой точки из последней итерации уравнивания. Координаты включают апостериорные ошибки, умноженные на одномерный скаляр сигмы, связанной с каждой составляющей координат.

Для просмотра раздела *Уравненные координаты на плоскости*:

В *Содержании* отчета нажмите *На плоскости*.

Появляется раздел уравненных координат на плоскости, как показано на рисунке 3.5.

3. Ознакомление с отчетом по уравниванию сети

Уравненные координат на плоскости

Ошибки исходя из 1,96σ.

Точка	x (север)	Ошибка x	y (восток)	Ошибка y	Отметка	Ош. отметки	Фикс.
KTOM	607760,160m	0,789m	1829230,595m	0,785m	36,208m	60,144m	
WAVE	606839,586m	0,489m	1828554,504m	0,494m	24,611m	26,951m	
MOON 2	605992,373m	0,000m	1828075,584m	0,000m	22,270m	0,000m	x y y
N 245	606685,104m	0,906m	1829402,535m	0,894m	27,788m	30,666m	
COWBOY	607766,888m	0,000m	1827983,223m	0,000m	32,961m	0,000m	x y y
1000	606858,190m	2,870m	1828660,474m	2,409m	24,850m	32,798m	
1001	606881,394m	2,496m	1828786,394m	2,381m	25,017m	27,761m	

Рисунок 3.5 Пример раздела уравненных координат на плоскости.

☒ **Примечание - Уравненные координаты на плоскости всегда выводятся в системе координат, выбранной в свойствах проекта, даже при выполнении уравнивания с использованием WGS-84 как ИГД для уравнивания.**

В таблице 3.3 описаны поля данных в разделе Уравненные координаты на плоскости.

Таблица 3.3 Уравненные координаты на плоскости.

Поле	Значение
Точка	Название точки
x (север)	Координата пункта по оси картографической проекции направленной на север, выбранной для проекта.
Ошибка x	Значение ошибки по оси x в единицах измерения проекта.
y (восток)	Координата пункта по оси картографической проекции направленной на восток, выбранной для проекта.
Ошибка y	Значение ошибки по оси y в единицах измерения проекта.
Отметка	Отметка точки над или ниже среднего уровня моря или заданного начала отсчета высот. Значение <i>Отсутствует</i> появляется в этом поле, когда отметки не использовались (модель геоида не загружена).
Ошибка отметки	Значение ошибки отметки в единицах измерения проекта. Значение <i>Отсутствует</i> появляется в этом поле, когда отметки не использовались.
Фикс.	<p>Фиксированные пункты при уравнивании и фиксированные составляющие координат. Фиксация составляющих координат включает:</p> <p>Только в плане (2D)</p> <p>Только по высоте - Высота (h) или Отметка (e)</p> <p>В плане и по высоте.</p> <p>Все фиксированные составляющие координат будут иметь апостериорные ошибки 0.000. Если нет значения для отметки, то вместо ошибок отметок отображаются <i>Отсутствует</i>.</p> <p>Возможные значения включают:</p> <p>xу для плана 2D</p> <p>e для отметки</p> <p>h для эллипсоидальной высоты.</p>

Уравненные геодезические координаты.

В этой таблице выводятся уравненные геодезические координаты каждой точки в последней итерации уравнивания. Координаты включают апостериорные ошибки, умноженные на одномерный скаляра для сигмы, связанной с каждой составляющей координат. Ошибки показываются в линейных единицах, установленных в единицах проекта.

3. Ознакомление с отчетом по уравниванию сети

Для ознакомления с разделом *Уравненные геодезические координаты*:

В разделе *Содержание* отчета нажмите *Геодезические*.

Появляется раздел уравненных геодезических координат, как показано на рисунке 3.6.

Уравненные геодезические координаты							
Ошибки исходя из $1,96\sigma$.							
Точка	Широта	Ошибка	Долгота	Ошибка	Высота	Ошибка	Фикс.
KTOM	37°27 18,40165 N	0,789m	122°25 49,14447 W	0,785m	3,353m	29,252m	
WAVE	37°26 48,09295 N	0,489m	122°26 15,87335 W	0,494m	-4,518m	29,250m	
MOON 2	37°26 20,29455 N	0,000m	122°26 34,63874 W	0,000m	-7,120m	29,247m	Шир. Долг. у
N 245	37°26 43,65099 N	0,906m	122°25 41,24847 W	0,894m	-0,669m	29,272m	
COWBOY	37°27 17,78225 N	0,000m	122°26 39,89509 W	0,000m	-11,705m	29,255m	Шир. Долг. у

Рисунок 3.6 Пример раздела уравненных геодезических координат.

В таблице 3.6 описаны поля данных раздела уравненных геодезических координат.

Таблица 3.6 Уравненные геодезические координаты

Поле	Значение
Точка	Название точки
Широта	Угловое значение составляющей координат пункта по меридиану
Ошибка	Значение ошибки составляющей координат пункта по меридиану в единицах измерения проекта.
Долгота	Угловое значение составляющей координат пункта по параллели
Ошибка	Значение ошибки составляющей координат пункта по параллели в единицах измерения проекта.
Высота	Высота точка выше или ниже поверхности эллипсоида в единицах измерения проекта.
Ошибка	Значение ошибки по высоте в единицах измерения проекта.
Фикс.	<p>Фиксированные пункты при уравнивании и фиксированные составляющие координат. Фиксация составляющих координат включает:</p> <p>Только в плане (2D)</p> <p>Только по высоте – Эл. высота (h) или отметка (e).</p> <p>В плане и по высоте.</p> <p>Все фиксированные составляющие координат будут иметь апостериорные ошибки 0.000.</p> <p>Возможные значения включают:</p> <p>Шир. Долг. для плана 2D</p> <p>e для отметки</p> <p>h для эл. высоты.</p>

Приращения координат.

В разделе *Приращения координат* осуществляется быстрый контроль разностей координат точек из последнего и текущего уравнивания. Приращения выводятся в линейных единицах, указанных в свойствах проекта при выборе единиц измерения проекта.

Раздел приращений координат наиболее полезен при проведении полностью ограниченного уравнивания, когда вы оцениваете аномалии в величине поправок.

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети

Для перехода в раздел приращений координат:

- В разделе *Содержание* отчета нажмите *Приращения*.

Появляется раздел приращений координат, как показано на рисунке 3.7.

Приращения координат					
Точка	Δх (север)	Δу (восток)	ΔОтметка	ΔЭл. высота	ΔПревышение геоида
КТОМ	6,060m	14,122m	-11,749m	-11,749m	0,000m
WAVE	-7,969m	11,241m	-15,521m	-11,741m	-3,780m
MOON 2	0,000m	0,000m	0,000m	-11,625m	11,625m
N 245	-5,366m	21,339m	-16,142m	-11,724m	-4,417m
COWBOY	0,000m	0,000m	0,000m	-11,757m	11,757m
1000	-7,182m	12,203m	-15,407m	-11,675m	-3,732m
1001	-6,713m	12,835m	-15,533m	-11,402m	-4,131m
NE COR	-3,400m	11,703m	Отсутствует.	-11,669m	Отсутствует.

Рисунок 3.7 Пример раздела приращений координат.

В таблице 3.5 описаны поля данных в разделе приращений координат.

Таблица 3.5 Приращения координат

Поле	Значение
Точка	Название точки
Δх (север)	Величина изменения составляющей координат пункта по оси Север.
Δу (восток)	Величина изменения составляющей координат пункта по оси Восток.
ΔОтметка	Величина изменения составляющей координат пункта по высоте относительно геоида.
ΔЭл. Высота	Величина изменения составляющей координат пункта по высоте относительно эллипсоида
ΔПревышение геоида	Величина изменения превышения геоида на точки, если использовалась.

Сравнение координат геосети.

Раздел отчета *Сравнение координат геосети* содержит разности между незафиксированными координатами и уравненными значениями координат пунктов геосети. Этот раздел появляется только если выбран в диалоге *Настройка отчёта по уравниванию*.

Сравнение координат геосети				
Указаны разности координат геосети минус уравненные координаты				
Точка	Δх (север)	Δу (восток)	ΔОтметка	ΔВысота
КТОМ	-6,060m	-14,122m	Отсутствует.	11,749m
MOON 2	Отсутствует.	Отсутствует.	Отсутствует.	Отсутствует.
N 245	5,366m	-21,339m	Отсутствует.	11,724m
COWBOY	Отсутствует.	Отсутствует.	Отсутствует.	Отсутствует.

[В начало](#)

Рисунок 3.8 Пример раздела Сравнение координат геосети.

Уравненные измерения.

Раздел отчета *Уравненные измерения* содержит сводку о типах наблюдений, используемых в уравнивании, соответствующих параметрах трансформации по каждой группе трансформации и списка всех наблюдений (GPS, наземных и геоидальных) с их оцененными ошибками.

Используйте эти параметры для просмотра следующей информации о наблюдениях:

- ИГД уравнивания
- Параметры трансформации с соответствующими оценками ошибок (ограниченное уравнивание)
- Число измерений данного типа и число измерений с выбросами
- Значение критического Тау, используемое в уравнивании
- Наблюдения с соответствующей апостериорной (оцененной) ошибкой, поправкой и нормализованной поправкой
- Составляющие измерения, помеченные как выбросы

Для перехода в раздел отчета уравненных наблюдений:

- В разделе *Содержание* отчета нажмите Измерения.

Появляется сводка уравненных наблюдений, как показано на рисунке 3.9.

Уравненные измерения							
NAD 1983 (Conus)							
GPS измерения							
Группа GPS трансформации: <GPS по умолч.>							
Разворот		: 0°18 05,5222		(1,96σ) : 0°01 14,1637			
Масштаб сети		: 0,98870893		(1,96σ) : 0,00037407			
Число измерений : 19							
Число выбросов : 0							
Уравненные измерения (Критическое Тау = 3,72). Все выбросы обозначены красным .							
Изм. ID	От точки	До точки		Измерение	Апостериорная ошибка (1,96σ)	Поправка	Норм. поправка
B62	WAVE	1001	Az.	78°53 42,4732	0°36 16,2892	0°04 05,0679	0,26
			ΔHt.	0,726m	3,837m	0,296m	0,42
			Расст.	232,981m	2,276m	-0,870m	-0,93
B4	WAVE	COWBOY	Az.	327°28 45,3684	0°02 11,4262	0°00 52,9749	0,50
			ΔHt.	-7,320m	1,376m	-0,150m	-0,14
			Расст.	1076,914m	0,661m	0,370m	0,81
B10	KTOM	COWBOY	Az.	269°25 43,3974	0°01 51,9063	0°00 59,7228	0,61

Рисунок 3.9 Пример раздела уравненных наблюдений.

☒ **Примечание** - В примере показана информация по *GPS измерениям*. В таблице 3.6 приведен список полей и для *GPS, наземных и геоидальных измерений*.

Используйте список измерений для того, чтобы:

- Проверить количество измерений используемых в уравнивании.
- Оценить апостериорные ошибки каждой составляющей измерения.

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети

- Идентифицировать измерения, превышающие заданное для сети значение критического Тау (выбросы). Подозрительные наблюдения выделяются красным, чтобы помочь обнаружить выбросы.
- Идентифицировать любое неожиданное значение трансформации и большие оценки ошибок в параметрах.

В таблице 3.6 описываются поля уравненных измерений

Таблица 3.6 Поля уравненных измерений.

Поле	Значение
Уравнивание выполнено на <ИГД>	ИГД для уравнивания, выбранная перед началом уравнивания сети
Тип измерения	Название типа измерений с соответствующими статистическими параметрами под ним
Число измерений	Общее количество измерений обрабатываемых в течение уравнивания
Число выбросов	Число выбросов (измерений с большими нормализованными поправками)
Уравненные измерения (Критическое Тау)	Критическое Тау вычисленное при уравнивании
GPS измерения	
ID измерения	Проектный номер записи, присвоенный измерению. Если это выброс, то Вы можете щёлкнуть по ID измерения для выбора выброса в рабочем окне.
От точки	Точка использовалась в качестве исходной
До точки	Точка использовалась в качестве конечной
Измерения	Составляющие уравненных измерений (моделированные на эллипсоиде уравнивания)
Апостериорная ошибка (сигма)	Оценка ошибки каждого измерения, умноженная на значение сигмы, величины указанной в шапке.
Поправка	Поправка в измерение
Нормализованная поправка	Нормализованная поправка каждой составляющей измерения.
Наземные (обычные) измерения	
ID измерения	Проектный номер записи, присвоенный измерению.
Задняя точка	Название задней по ходу точки
Станция	Название точки стояния инструмента
Передняя точка	Название передней по ходу точки
Измерения	Уравненные составляющие измерений (редуцированные на эллипсоид)
Апостериорная ошибка (сигма)	Оценка ошибки каждого измерения, умноженная на значение сигмы, величины указанной в шапке.
Поправка	Поправка в измерение
Нормализованная поправка	Нормализованная поправка каждой составляющей измерения.
Геоидальные измерения	
ID измерения	Проектный номер записи, присвоенный измерению.
Точка	Название точки используемой для генерации превышения геоида
Превышение	Уравненное значение превышения геоида
Апостериорная ошибка (сигма)	Оценка ошибки каждого измерения, умноженная на значение сигмы, величины указанной в шапке.
Поправка	Поправка в измерение

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети

Поле	Значение
Нормализованная поправка	Нормализованная поправка превышения геоида.
Нивелирные измерения	
ID измерения	Проектный номер записи, присвоенный измерению.
Задняя точка	Название задней по ходу точки
Станция	Название точки стояния инструмента
Передняя точка	Название передней по ходу точки
Измерения	Уравненные превышения
Апостериорная ошибка (сигма)	Оценка ошибки каждого измерения, умноженная на значение сигмы, величины указанной в шапке.
Поправка	Поправка в измерение
Нормализованная поправка	Нормализованная поправка каждой составляющей измерения.
Азимутальные измерения	
ID измерения	Проектный номер записи, присвоенный измерению.
Задняя точка	Название задней по ходу точки
Станция	Название точки стояния инструмента
Передняя точка	Название передней по ходу точки
Измерения	Азимутальные измерения
Апостериорная ошибка (сигма)	Оценка ошибки каждого измерения, умноженная на значение сигмы, величины указанной в шапке.
Поправка	Поправка в измерение
Нормализованная поправка	Нормализованная поправка каждой составляющей измерения.

Гистограммы нормализованных поправок

Гистограммы предоставляют графическое представление:

- Частотного распределения нормализованных поправок
- Выбросов измерений
- Кривой нормального распределения
- Значений критического Тау.

Для перехода в раздел *Гистограммы*:

- В разделе *Содержание* щёлкните по *Гистограммы нормализованных поправок*.

Появляются гистограммы как показано на рисунке 3.10.

3. Ознакомление с отчётом по уравниванию сети

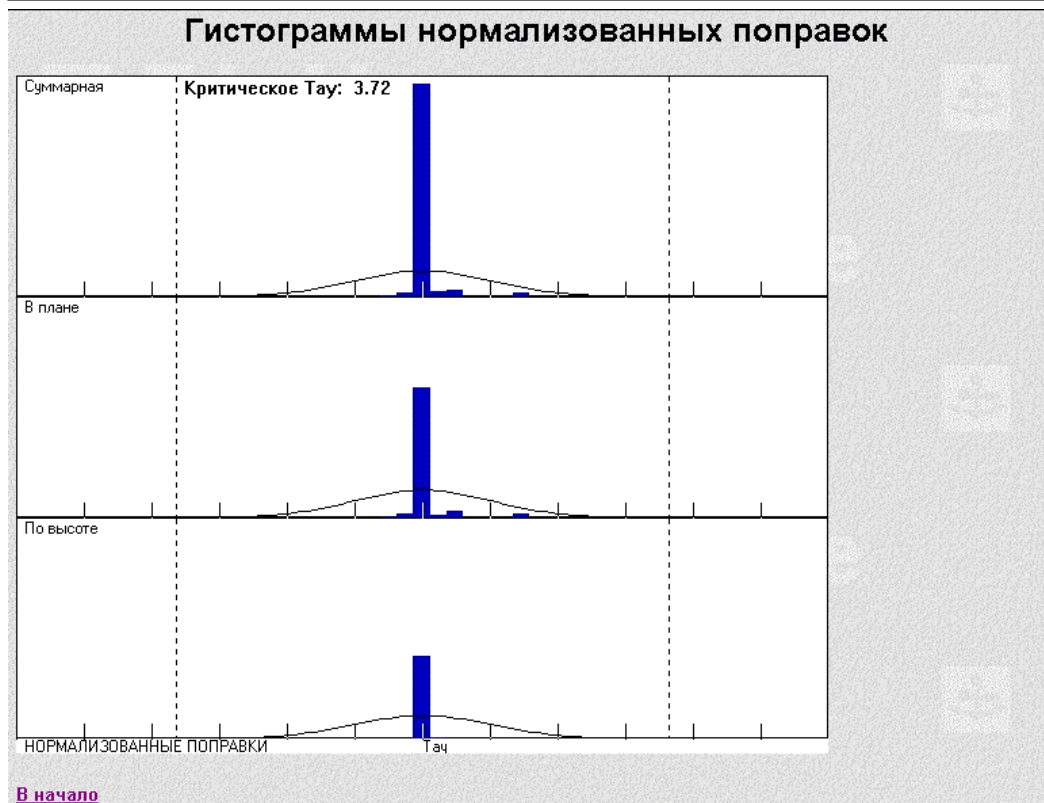


Рисунок 3.10 Пример гистограммы нормализованных поправок.

Trimble Geomatics Office создаёт три гистограммы:

- *Суммарная (Комбинированная)* - график поправок для измерений в плане и по высоте
- *В плане* - график невязок для составляющих измерений в плане
- *По высоте* - график невязок для составляющих измерений по высоте

Гистограммы показывают частотное распределение нормализованных поправок измерений из самого последнего уравнивания. В разделе отчета *Измерения* перечислены нормализованные поправки (*Норм. поправка*), соответствующие гистограммам.

Учитывайте следующее при просмотре гистограмм:

- Центральная вертикальная прямая – это линия нулевых поправок. Поскольку поправки нормально распределены, самые маленькие поправки группируются вокруг центра и показывают самую высокую частоту вычерченных поправок. Большие поправки размещаются дальше от нулевой линии и с меньшей частотой.
- Если поправки из уравнивания беспорядочно распределены, график частотного распределения приближается к кривой нормального распределения. Кривая накладывается на график невязок.
- Вертикальные прямые слева и справа от нулевой линии указывают значение критического Тау. Поправки за пределами этих прямых считаются выбросами.
- Масштаб полоски со стрелкой представляет значение сигмы. Значения сигмы соответствуют значениям нормализованных поправок в разделе *Измерения*.

Эллипсы ошибок точек.

В разделе *Эллипсы ошибок точек* дается графическое представление величины и направления ошибок точек в плане и по высоте.

Для перехода в раздел эллипсов ошибок точек:

- В разделе *Содержание* отчета нажмите *Эллипсы ошибок точек*.

Эллипс ошибок каждого пункта появляется, как показано на рисунке 3.11.

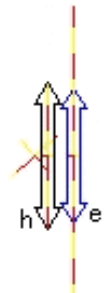
Эллипсы ошибок точек		
КТОМ	WAVE	MOON 2
 48°	 43°	 0°
Размер деления: 10,0000m	План. 2-мерный скаляр: 2,45σ	Выс. 1-мерный скаляр: 1,96σ
N 245	COWBOY	1000
 47°	 0°	 -87°

Рисунок 3.11 Пример эллипсов ошибок точек.

Полоска ошибки эл. высоты окрашена в чёрный цвет, ближайшая к каждому эллипсу. Полоска ошибки отметки окрашена в синий цвет, подальше от каждого эллипса

Эллипсы ошибок точек графически показывают:

- апостериорные ошибки плановых координат уравненной точки

При ознакомлении с эллипсами ошибок учитывайте следующее:

- Верх каждого графика сориентирован на север.
- Стрелки справа от эллипса представляют апостериорные ошибки для эл. высот и отметок.
- Размер полосы вдоль эллипса и стрелок указывает на величину ошибок.
- Размер деления на полосе выражен в единицах измерения проекта рядом с двумерным скаляром.
- Ориентация большой полуоси (указывающей направление наибольшей ошибки) показывается в нижнем левом углу. Этот угол измеряется от положительного направления оси X против часовой стрелки.
- Средние квадратические ошибки координат в плане и по высоте умножены, соответственно, на двумерный и одномерный скаляры для сигмы.

Ковариантные члены.

В разделе *Ковариантные члены* приводится список относительных точностей линий между парами точек. Этот список удобен для определения относительной ошибки любой пары точек в сети.

Вы можете выводить ковариантные параметры в двух видах:

- *Все возможные линии* - Азимут, эллипсоидальное превышение, превышение и расстояние с соответствующими ошибками и точностями между каждой парой точек в сети.
- *Измеренные линии* - Азимут, эллипсоидальное превышение, превышение и расстояние с соответствующими ошибками и точностями только для всех измеренных линий.

Для ознакомления с ковариантными членами:

3. Ознакомление с отчетом по уравниванию сети

В разделе *Содержание* отчета нажмите *Ковариантные члены*.

Раздел ковариантных членов появляется, как показано на рисунке 3.12.

Ковариантные члены						
Уравнивание выполнено в NAD 1983 (Conus)						
От точки	До точки		Составляющие	А-постериорная ошибка (1,96σ)	Плановая точность (Отношение)	3D точность (Отношение)
КТОМ	WAVE	Аз.	215°06 45,4565	0°01 46,7225	1:1771	1:1771
		ΔЭл. выс.	-7,871m	0,937m		
		ΔОтм.	-11,596m	65,907m		
		Расст.	1142,236m	0,645m		
КТОМ	MOON 2	Аз.	211°58 38,5855	0°01 15,2471	1:2628	1:2628
		ΔЭл. выс.	-10,473m	0,836m		
		ΔОтм.	-13,938m	60,144m		
		Расст.	2111,783m	0,803m		
КТОМ	N 245	Аз.	169°43 53,3866	0°02 39,8184	1:1324	1:1324

Рисунок 3.12 Пример раздела ковариантных членов.

☒ **Примечание** - Для информации о том, как установить метод для вывода ковариантных членов см. раздел *Выбор и редактирование стилей уравнивания*.

В таблице 3.7 описаны поля данных.

Таблица 3.7 Поля ковариантных членов.

Поле	Значение
От точки	Точка использовалась для вычисления координат относительно неё - исходная
До точки	Точка координаты которой получены относительно исходного
Составляющие	Азимут, превышение и расстояние между пунктами
Апостериорная ошибка	Апостериорная оцененная ошибка для указанных составляющих.
Плановая точность (Отношение)	Двухмерная точность расстояния между двумя пунктами в относительной мере, выраженной в PPM единицах или как отношение. Значение не выводится, если выбрано <i>Нет</i> в стиле уравнивания.
3D точность (Отношение)	Трехмерная точность в относительной мере. Для трехмерной точности, указываемое расстояние - наклонное расстояние между пунктами. Значение не выводится, если выбрано <i>Нет</i> в стиле уравнивания.

Отчеты по подсетям.

Съемка может состоять из подсетей, и это отражается в отчете по уравниванию сети. Программное обеспечение вырабатывает данные, соответствующие каждой подсети и включает следующую информацию:

- Оценка точности
- Уравненные координаты
- Уравненные измерения

Используйте эту информацию для оценки точности каждой подсети. Сравните параметры оценки точности подсети с параметрами оценки точности всей сети для того, чтобы установить источник ошибок.

А. Руководство по уравниванию методом наименьших квадратов.

Введение.

В этом приложении приведены основные концепции уравнивания геодезических сетей по методу наименьших квадратов (МНК). Эта информация поможет вам использовать программное обеспечение Trimble Geomatics Office для получения профессиональных результатов уравнивания сети. Терминология метода наименьших квадратов, используемая в меню и диалогах *Уравнивание*, определена и объяснена с использованием минимума математических терминов.

Для более подробной информации о терминологии см. Глоссарий в этом руководстве или обратитесь к Справке для ссылок на список литературы.

Цели уравнивания МНК.

Цели уравнивания по МНК:

- Оценка и удаление случайных ошибок
- Обеспечение единого решения, даже при наличии избыточных данных
- Обнаружение грубых и больших ошибок
- Создания информации для анализа, включая оценку точности.

Критерии МНК.

Выполняйте уравнивание по МНК для того, чтобы определить следующее:

- Что отсутствуют грубые и систематические ошибки в наблюдениях и координатах опорных пунктов.
- Оставшиеся ошибки невелики, случайны и распределены должным образом.

Уравнивание по МНК обеспечивает нормальные невязки и оценку точности. Таким образом обеспечивается надежность ваших текущих и будущих измерений.

Критерии для уравнивания сети методом наименьших квадратов делятся на две части:

- Сеть должна быть замкнута геометрически и математически.
- Сумма квадратов поправок должна быть минимальной.

На рисунке А-1 показана качественная сети.

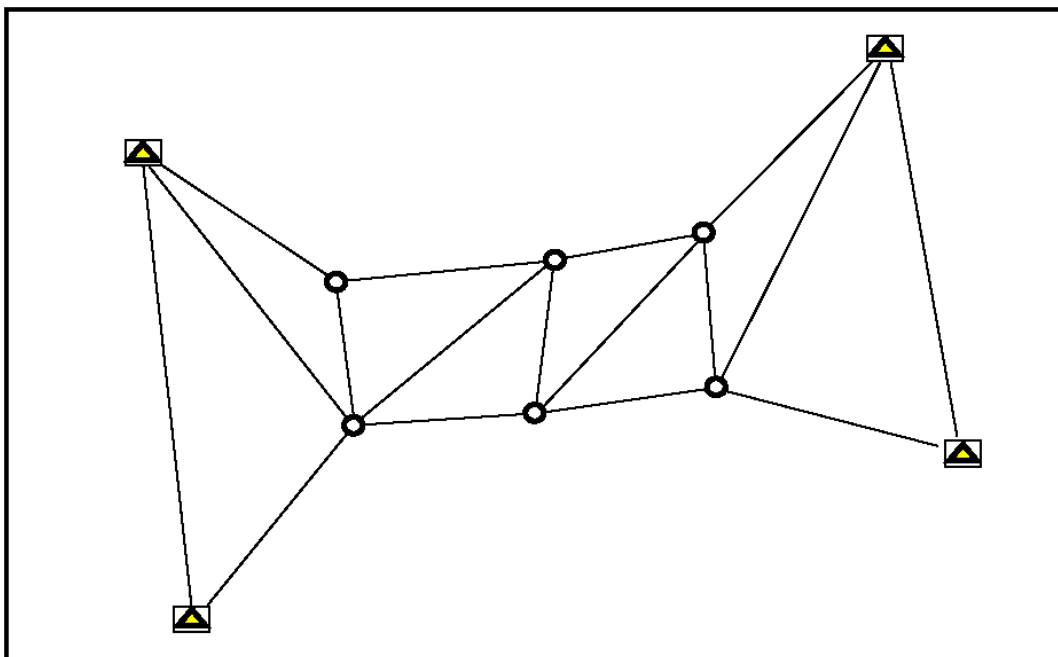


Рисунок А-1 Геометрия сети.

Качественный проект сети.

Если ваша сеть должна быть геометрически замкнута, то требуется использовать принципы хорошего проектирования сети. Проект GPS сети состоит из набора базисных линий между пунктами сети. Базовые линии имеют угловые и пространственные соотношения между собой. Эти соотношения обеспечивают геометрию сети.

Базовые линии, соединяющие эти пункты, должны создавать замкнутые фигуры с минимальным числом сторон, такие, как треугольники. Треугольники создают жесткую сеть, добавляя дополнительные базовые линии, и таким образом помогают произвести избыточность и множественность, равномерно распределяя базовые линии к каждому пункту.

Отметьте следующую информацию о пунктах:

- Пункты с множеством базовых линий – *сетевые* пункты, использующие сетевые наблюдения.
- Пункт с одной наблюдаемой базовой линией ("висячка") для определения своих координат рассматривается как *несетевой* пункт, ничего не прибавляющий к геометрии и к избыточности вашей сети.

Для поддержания хорошей геометрии сети в процессе съемки, уделяйте внимание тому, каким путем сеть развивается. Как только вы исключаете (отключаете) плохие наблюдения из сети, то поддерживайте замкнутые геометрические фигуры. В некоторых случаях может потребоваться перенаблюдение базовой линии для того, чтобы заменить наблюдение, которое вы удалили.

Качественные методы измерений.

Сеть должна быть свободна от больших ошибок, которые не позволяют ей замкнуться в пределах математических допусков. Используйте качественные методы измерений:

- Тщательно выполняйте повторные измерения.
- Ухаживайте за своим оборудованием соответствующим образом.
- Определите условия окружающей среды, которые вносят дополнительные ошибки в ваши измерения.

Используйте качественные методы измерений, чтобы уменьшить вероятность больших ошибок, минимизировать поправки, вычисленные для измерений, и замкнуть сеть математически. Уравнивание по МНК обеспечит результаты, необходимые для разрешения проблем.

Типы ошибок.

При выполнении уравнивания сети вы можете выявить грубые ошибки и должным образом распределить (моделировать) оставшиеся неустраняемые ошибки во всех измерениях. Метод наименьших квадратов оценивает ошибки, связанные с серией измерений. Различают три основных типа ошибок:

- Грубые ошибки
- Систематические ошибки
- Случайные ошибки.

Эти ошибки описаны в следующих разделах.

Грубые ошибки

Во многих учебниках по съемке грубые ошибки рассматриваются как промахи и обычно не признаются в качестве ошибок. Однако, в контексте данного обсуждения, грубые ошибки должны рассматриваться как ошибки. В отличие от ошибок других типов — связанных с оборудованием — грубые ошибки вызваны невнимательностью или небрежностью. Ошибки этого типа обычно большие и должны быть исправлены или удалены перед уравниванием вашей сети.

Наличие грубых ошибок в сети имеет неблагоприятное воздействие на уравнивание сети. Некоторые из этих ошибок обнаруживаются перед обработкой базовых линий (например, помеченные в поле), или иногда после того, как базовые линии обработаны и оценены по невязкам в замкнутых полигонах.

Примечание - функция пересчета в программном обеспечении Trimble Geomatics Office также полезна для обнаружения больших ошибок в наблюдениях. Для более подробной информации обратитесь в Руководство пользователя Trimble Geomatics Office.

Если грубые ошибки не будут найдены перед выполнением уравнивания, то уравнивание поможет в их обнаружении и выделении.

Примерами основных грубых ошибок при GPS съемке являются:

- Неправильное измерение высоты антенны

- Ошибочный выбор точки стояния (станции)
- Ввод ошибочного названия станции
- Ввод ошибочных координат.

Систематические ошибки.

Систематические ошибки постоянны и происходят вследствие физических законов. Они могут быть математически смоделированы. Заметьте следующее:

- Систематические ошибки для каждого наблюдения при тех же самых условиях обычно имеют одинаковый размер и одинаковый знак, так что эти ошибки накапливаются при увеличении количества измерений.
- Систематические ошибки могут быть внесены геодезическим оборудованием, используемым или сопровождаемым ненадлежащим образом.

Простой пример ошибки этого типа - тканевая измерительная лента. После многократного применения лента растягивается. Если вы знаете величину удлинения ленты, то можете учесть (смоделировать) ошибку. Например, если удлинение составляет 2 на 1 м, то, прибавляя 2 к каждому измеренному метру (2 процента на каждое измерение), систематическая ошибка будет смоделирована соответствующим образом.

Подобно грубым ошибкам, эти ошибки должны быть смоделированы до завершения уравнивания. Trimble Geomatics Office позволяет вам смоделировать часть систематических ошибок при GPS съемке до и в течение обработки базовых линий. Примерами этих ошибок являются:

- Изменения фазового центра антенны
- Тропосферные помехи
- Жезлы для измерения высоты антенны, имеющие короткий или длинный размер.

Случайные ошибки.

Все измерительные методы имеют некоторую неустранимую ошибку. Съемка не является исключением. Такие ошибки случайны, обычно невелики и взаимно компенсируются. Случайные ошибки обнаруживаются как несоответствия при повторных измерениях и никогда не могут быть полностью известны, а только оценены в качестве вероятных значений.

Случайные ошибки подчиняются теории вероятности. Вы можете статистически оценить индивидуальные измерения, основанные на группе измерений:

- Несогласия между каждым индивидуальным измерением внутри группы измерений обычно невелики, и все измерения центрируются вокруг среднего.
- Большие (грубые) ошибки выявляются и удаляются из набора данных, наряду с систематическими ошибками.
- Поправки распределяются по всей сети при уравнивании по МНК, используя оценки для случайных ошибок.

Примерами случайных ошибок в GPS съемке являются:

- Атмосферные помехи в GPS сигнале
- Ошибки интерполяции при измерении высоты антенны
- Центрирование антенны над пунктом.

Примеры ошибок

Следующий пример графически представляет ошибки и иллюстрирует, что их вызывает. На рисунке A.2 показано, как пятеро людей выполняли определение положения стрелки с точностью 3 знака после запятой (n.nnn), отсчеты приведены справа от рисунка.

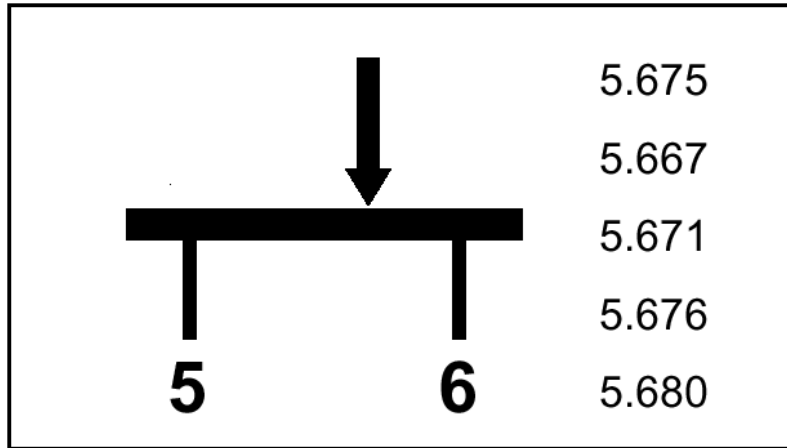


Рисунок А-2 Ошибки измерений.

Обратите внимание, что измерения (предположительно) довольно непротиворечивы, с некоторыми небольшими несоответствиями. Если Вы берете среднее из всех предположений, то увидите, что все они находятся в пределах **допустимой** ошибки от среднего и являются случайными.

Но если бы кто-то в группе перепутал целое число с 5 на 6, то ошибка была бы большая и очевидная. Она была бы за пределами допустимой ошибки. Её можно было бы оценить как грубую, удалить из группы и вычислить новое среднее.

Однако если бы все пять людей интерпретировали целое число 6 вместо 5, то это внесло бы систематическую ошибку. Правильное значение могло бы быть получено, вычтя 1 из всех отсчётов или вычтя 1 из среднего значения. Это исключило бы систематическую ошибку.

Сравнение внутренней и абсолютной точности.

Внутренняя и абсолютная точность - слова, которые часто неправильно используются для обозначения одного предмета. Однако это не так.

Внутренняя точность – это близость одного измерения к другому или к среднему значению из тех измерений, безотносительно к их правильности или истине. На рисунке А.3, (а) показаны выстрелы по цели близкие друг к другу и на одинаковом удалении и направлении от центра (истинное значение).

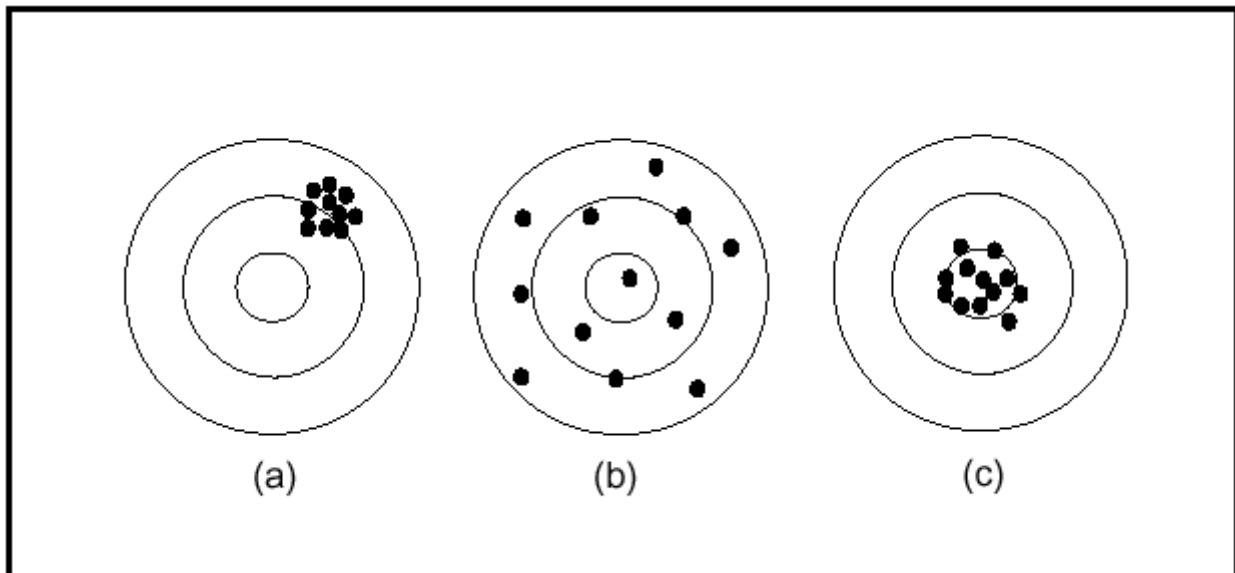


Рисунок А.3 Внутренняя и абсолютная точность

Напротив, **абсолютная точность** - близость измерения к истине (к принятому значению) измеряемой величины. На рисунке А.3 (b) выстрелы распределены по всей цели, но сконцентрированы в яблочке (истинное значение).

Идеальные результаты показаны на рисунке А.3 (c), который показывает группу очень точных выстрелов, точно центрированных относительно истинного значения.

С точки зрения измерений, GPS - очень точный метод измерения. Если используются одинаковое оборудование и точные методы измерений, то GPS предоставляет согласованную повторяемость или внутреннюю точность.

Абсолютная точность гарантируется:

- Применением методов измерений, например тщательного проектирования сети (геометрия)
- Стабильностью и точностью опорной сети
- Избыточностью измерений
- Применением точных измерений в сети и опорных координат.

Ошибки установки на станции.

Без ошибок установки практически нельзя обойтись, например, ошибки центрирования антенны или инструмента и ошибки измерения высоты. Независимо от того, насколько тщательно вы устанавливаете ваше оборудование над геодезическим пунктом и измеряете высоты, всегда будете допускать небольшие ошибки.

Trimble Geomatics Office использует вашу оценку ошибок. В вашем проекте оценивается, насколько большими могут быть эти допустимые ошибки установки для ваших методов измерений. Определите величину этих ошибок в своих стилях уравнивания сети. Для более подробной информации о стилях уравнивания см. Главу 2.

Оценка ошибки центрирования.

Оцените ошибку центрирования, на основании данных о том как работает ваша полевая бригада:

- Состояние или юстировка трегеров
- Центрирование трегеров над геодезическим пунктом
- Состояние круглых уровней на вехах с фиксированной высотой.

Если полевая бригада использует вехи с фиксированной высотой, то ошибки центрирования снижаются (принимается, что круглый уровень хорошо отъюстирован, а веха точно отnivelирована). Обычно ошибки центрирования имеют величину от 0 до 2 мм.

Оценка ошибки измерения высоты.

При GPS измерениях оцените ошибку измерения высоты антенны, основываясь на типе используемого инструмента для измерения высоты. Например:

- Если бригада использует стальную рулетку для измерения высоты антенны, то оценка допустимой ошибки будет слегка больше, чем если бы использовался измерительный жезл. Жезл для измерения высоты – более жесткий инструмент для измерения по сравнению с гибкой стальной лентой.
- Штатив с фиксированной высотой дает согласованное с истиной измерения с минимальной ошибкой высоты антенны. При использовании штативов с фиксированной высотой применяется малая или нулевая ошибка.

Обычно ошибки измерения высоты имеют величину от 0 до 4.0 мм.

Аналогия для ошибок установки на станции.

Следующий пример использует аналогию для ошибок установки. Представьте, что у вас есть четыре болта, прикрепленных к поверхности, и вы хотите прикрепить к ним пять досок, чтобы построить конструкцию, показанную на рисунке А.4.

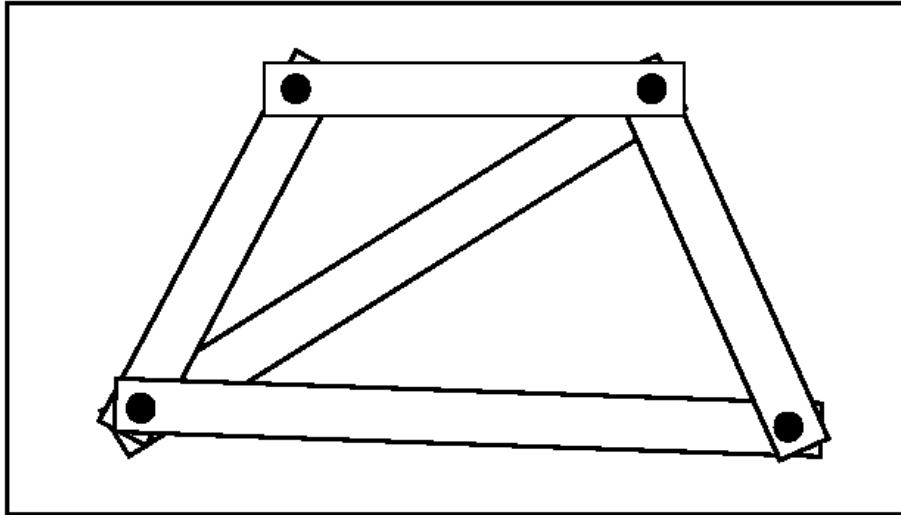


Рисунок А.4 Аналогия ошибок установки на станции.

Вы должны решить, насколько большими нужно сделать отверстия. Вы можете выбрать один из двух вариантов:

- Измерить точное расстояние между болтами, а затем просверлить отверстия в доске точно по размерам болтов.
- Измерить расстояния, но не так точно, а затем просверлить отверстия, которые будут слегка больше, чем болты. Это учитывает большую ошибку в измерении расстояния между болтами. Однако желаемая структура не сможет быть получена, если отверстия для болтов слишком большие.

Если вы примените эту аналогию к GPS съемке, то болты – это геодезические центры, а доски - измеренные базовые линии. Всегда имеются некоторые ошибки при установке инструментов (для болтов). Предполагается, что эти ошибки являются маленькими. Однако они существуют, и Trimble Geomatics Office позволяет вам учесть их.

Вы должны решить, какие ошибки можно позволить при установке оборудования. Если вы назначаете слишком большие ошибки установки, то уравнивание сети позволяет слишком много движения или уравнивания базовых линий. Это производит ошибочные результаты, даже тогда, когда на выходе статистика приемлема.

По аналогии выше, если вы позволяете слишком большие ошибки и сверлите отверстия для болтов слишком большие, то структура будет похожа на запланированную, но не будет достаточно жесткой.

Оценка точности методом наименьших квадратов.

Применяя GPS в качестве инструмента съемки, рассмотрим статистические параметры, используемые при уравнивании по МНК. В этом разделе поясняются термины и концепции с помощью аналогий ; а рисунки и таблицы иллюстрируют некоторые основные концепции метода наименьших квадратов.

Среднее.

Фундаментальный принцип метода наименьших квадратов демонстрируется осреднением, которое знакомо большинству геодезистов: определение среднего из пяти измеренных расстояний для того, чтобы произвести одно *наблюденное* расстояние.

Обычная процедура состоит в принятии среднего расстояния как наиболее вероятного значения для расстояния и затем использовании его для всех дальнейших вычислений координат. Вы можете использовать среднее из нескольких измеренных расстояний для того, чтобы вычислить *наблюденное* расстояние и затем использовать его для вычислений координат.

В таблице А.1 показано среднее из пяти измерений расстояния.

Таблица А.1 Среднее из пяти измеренных расстояний.

	Измеренные расстояния (в метрах)
	99.98
	99.99
	100.00
	100.01
	100.02
Сумма измерений =	500.00
Число измеренных расстояний =	5
Среднее расстояние =	100.00

Поправки.

Поправка – это разность между уравненным значением измерения (в нашем случае, это среднее расстояние) и отдельным измерением той же величины (каждое из пяти отдельно измеренных расстояний). Синонимом поправки в измерение могло бы быть слово **уравнивание** измерения. Одна из задач метода наименьших квадратов состоит в минимизации суммы квадратов этих поправок или в уравнении.

В таблице А.2 наиболее вероятное значение 100.00 подразумевает, что каждое из пяти расстояний имеет **поправку**, которая, будучи добавлена к отдельному измерению, приводит к **среднему расстоянию**.

Вычитая каждое измеренное расстояние из среднего позволяет напрямую вычислить каждую **поправку**. В таблице А.2 показано, как вычисляются эти поправки.

Таблица А.2 Поправки.

Среднее расстояние	Измеренное расстояние	Поправки
100.00	- 99.98	= +0.02
100.00	- 99.99	= +0.0
100.00	- 100.00	= +0.00
100.00	- 100.01	= -0.0
100.00	- 100.02	= -0.02

Поправки - одно из фундаментальных понятий метода наименьших квадратов. Чтобы понять эту концепцию далее, посмотрите на пример поправок из GPS съемки. На рисунок А.5 показаны три измеренных базиса до одной станции.

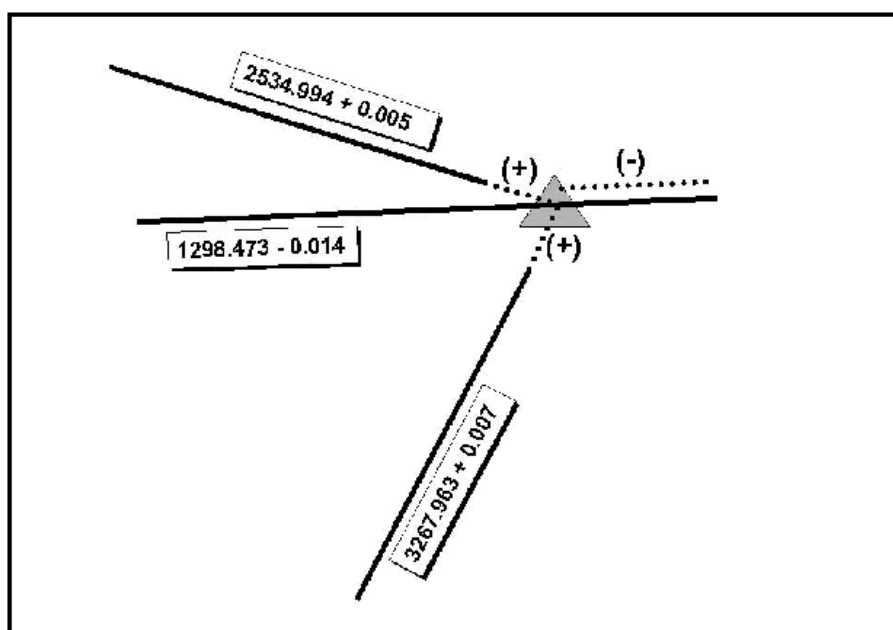


Рисунок А.5 Одномерные поправки.

Приложение

Для упрощения примера используем только одну линейную составляющую базовой линии. По этим трём измерениям одних расстояний определено наиболее вероятное значение и показано как центр треугольника. Пунктирные линии представляют собой поправки или уравнивание измерений для достижения наиболее вероятных значений.

Рисунок А.5 - одномерный пример. В результате GPS измерений получаются три измерения. Уравнивание становится более сложным и требует применение МНК.

Сумма квадратов поправок должна быть минимальной.

Один из критериев уравнивания по МНК: сумма квадратов поправок должна быть минимальной.

Вы определили среднее для ваших измерений. Теперь вы должны определить, является ли сумма квадратов поправок минимальной. В таблице А.3 показана сумма квадратов поправок, связанная с измерениями из таблицы А.2.

Таблица А.2 Сумма квадратов поправок

Поправка (V)	Квадрат поправки (V^2)
+0.02	0.0004
+0.01	0.0001
0.00	0.0000
-0.01	0.0001
-0.02	0.0004
	Сумма = 0.0010

Сумма квадратов поправок определена равной 0.0010, используя уравненное или наиболее вероятное значение 100.00. Любое значение для уравненного (наиболее вероятного) расстояния, отличное от 100.00, привело бы к другим поправкам и к сумме квадратов этих новых поправок большей, чем 0.0010.

Например, если вы произвольно используете уравненное расстояние 99.99, то определите, что после вычисления новых поправок сумма их квадратов будет 0.0015, подтверждая, что 0.0010 является лучшим ответом. Таким образом, метод наименьших квадратов удовлетворяет концепции, по которой среднее из пяти измеренных расстояний является наилучшим значением для неизвестного истинного расстояния.

Нормальное распределение.

Для любой данной серии измерений имеется набор соответствующих поправок. Поправки могут быть отрисованы как функция частоты — сколько раз встречается каждая поправка. На рисунке А.6 показан такой график, называемый гистограммой. Гистограмма представляет собой график поправок для измеренного расстояния (Таблица А.2), по более чем пять измерений.

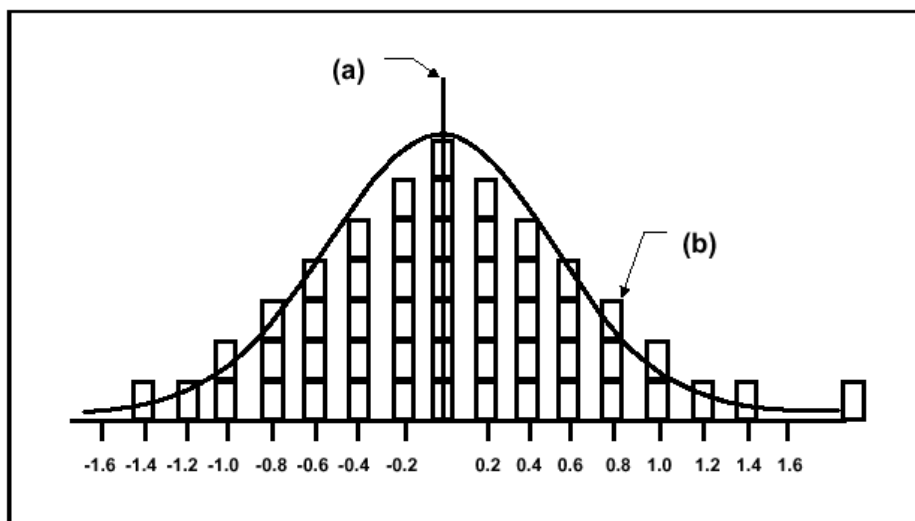


Рисунок А.6 Нормальное распределение

На этой гистограмме:

- Линия (a) представляет среднее значение поправок.
- Каждый квадратик (b) представляет отдельную поправку.

Более подробный анализ гистограммы показывает, что большинство поправок находится около среднего. С удалением поправок дальше от среднего их частота снижается. При стремлении набора данных к бесконечно большому это дает классическое определение **нормального распределения**. Заметьте на рисунке А-7, что нормальное распределение похоже на колоколообразную кривую.

В статистике нормальное распределение означает, что:

- Маленькие ошибки более часты, чем большие.
- Очень большие случайные ошибки происходят редко.
- И положительные и отрицательные ошибки имеют одинаковую вероятность и частоту появления.

В большинстве случаев для оценки не имеется бесконечного числа измерений. Однако, если ошибки ваших измерений соответствуют форме колоколообразной кривой, то вы будете иметь такую же уверенность, как и с бесконечной серией измерений. По этой информации вы можете определить, что:

- Средняя величина является наиболее вероятным значением.
- Отклонения от среднего дают некоторый ключ к оценке разброса значений.

Средняя квадратическая ошибка.

Среднее из серии измерений теперь знакомое понятие, но средняя квадратическая ошибка пока нет. Понятие средней квадратической ошибки критично для понимания уравнивания по МНК и анализа результатов.

Средняя квадратическая ошибка – это оценка среднего разброса серии измерений. Другими словами, средняя квадратическая ошибка серии измерений показывает, насколько далеко ошибки (плюсом или с минусом) находятся от вычисленного среднего расстояния.

В уравнении А-1 дана формула для средней квадратической ошибки среднего из серии измерений:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum v^2}{n(n-1)}} \quad \text{А-1}$$

где:

σ_m = средняя квадратическая ошибка среднего

$\sum v^2$ = сумма квадратов поправок

n = число измерений

(n - 1) = число степеней свободы

В формуле используются некоторые значения, описанные в предыдущих разделах, совместно с понятием степеней свободы. Для более подробной информации, см. раздел *Число степеней свободы*.

При вычислении среднего всегда имеется связанная с ним средняя квадратическая ошибка. Продолжая пример, среднее расстояние равно 100.00 ± 0.007 (где средняя квадратическая ошибка равна ± 0.0071). Допустимое расстояние находится где – то между 99.9929 и 100.0071. Единицы средней квадратической ошибки - те же самые, что и единицы измеряемой величины. Принятый символ для обозначения средней квадратической ошибки - σ_m (сигма).

Средняя квадратическая ошибка - полезный статистический параметр, поскольку она определяет степень уверенности в результатах.

- Ошибка в 1 сигму, которая является степенью уверенности, вычисленной выше, соответствует 68-процентному доверительному интервалу.
- Такая ошибка в 1 сигму равноценна высказыванию, что 68 процентов всех измерений, выполненных в одинаковых условиях, будет в пределах заявленной средней квадратической ошибки среднего.
- Продолжая пример, повторные измерения расстояния могли бы показать, что 68 процентов от всех расстояний будут где - между 99.9929 и 100.0071.

При измерениях необходим высокий уровень уверенности в ваших результатах. Ошибки в большинстве случаев приводятся с 95-процентной уверенностью или с 1.96 сигма. Trimble Geomatics Office позволяет вам выводить результаты с требуемым доверительным интервалом при выборе стиля уравнивания. Для более подробной информации о стилях уравнивания см. Главу 2.

☒ **Примечание - Сверьтесь с вашим техническим заданием для установки требуемого доверительного интервала для вывода своих результатов.**

Вы определяете 95-процентную уверенность в своих результатах, применяя скаляр к средней квадратической ошибке (сигма).

- Мы можем вычислить 95-процентный доверительный интервал, умножив 0.0071 м на 1.960, что установит нашу ошибку в 0.0139.
- Trimble Geomatics Office вырабатывает все значения и вычисления после того, как вы настроили уравнивание. С 95 процентами, теперь ваше среднее расстояние - 100.00 ± 0.014 .
- Это означает, что при измерениях расстояния 100 раз, 95 из этих измерений попадут в пределы 14 мм от среднего.

Средняя квадратическая ошибка может быть определена для набора наблюдений, поскольку является функцией квадрата поправок. Так как одна из основных целей метода наименьших квадратов состоит в минимизации поправок, то из этого следует, что средняя квадратическая ошибка также будет минимизирована.

На рисунке А.7 показано нормальное распределение поправок в примере вместе со средними квадратическими ошибками в 1 сигму (68 процентов) и в 1.96 сигмы (95 процентов).

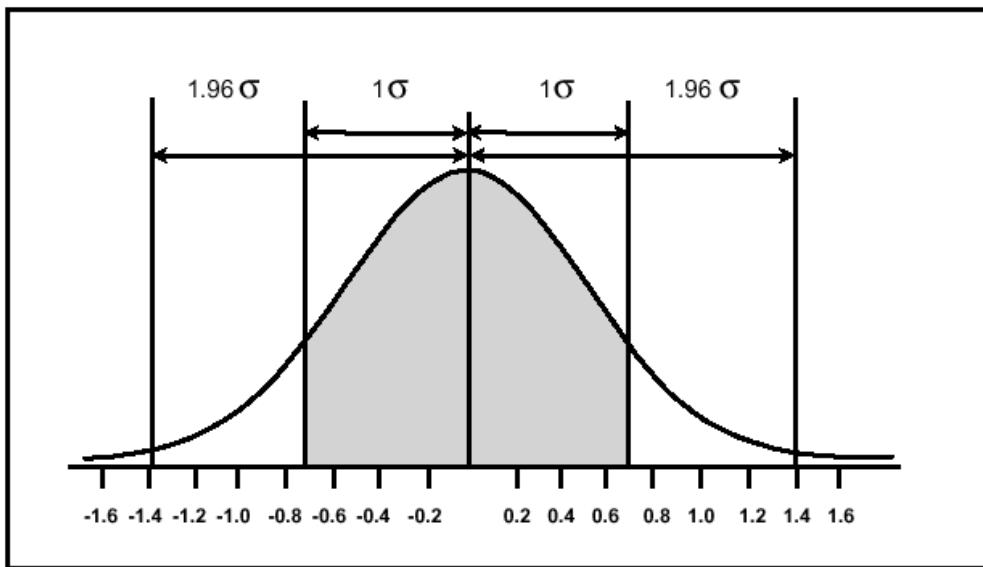


Рисунок А.7 Средняя квадратическая ошибка.

Априорные ошибки (оцененные до уравнивания).

Для каждого уравнивания требуется начальная априорная оценка ошибки каждого измерения, используемого в уравнивании. Для GPS измерений оценки ошибок наблюдений берутся в Процессоре Базовых линий в виде ковариационной матрицы.

В данном обсуждении мы избежим детального описания матрицы ошибок. В основном, природа появления матрицы заключается в том, что GPS измерения трехмерны, а матрица состоит из ошибок трех составляющих базовой линии.

На рисунке А.8 показан типовой отчет со следующей информацией:

- составляющие базовой линии
- ошибки каждой составляющей
- ковариационная матрица апостериорных ошибок из обработки базовой линии, которые являются априорными ошибками для уравнивания

При уравнивании используются оценки ошибок процессора, связанные с составляющими dx (ΔX), dy (ΔY) и dz (ΔZ) для первого запуска уравнивания.

Baseline Components (meters):	dx	-7.274	dy	81.883	dz	84.825
Standard Deviations (meters):		0.000392		0.000648		0.000883
	dn	107.199	de	-49.608	du	-0.571
		0.000561		0.000352		0.000956
					dn	-0.570
						0.000956
A posteriori Covariance Matrix		1.539165E-007				
		1.168243E-007	4.202073E-007			
		-1.185407E-007	-3.448070E-007	7.789994E-007		

Рисунок А.9 Априорные ошибки.

Определение весов измерений.

В этом разделе вводится понятие веса измерений. Нет никакой необходимости в использовании весов в сети, если все измерения имеют:

- одинаковый тип (например, все измерения выполнены быстрой статикой)
- равную надежность.

Как правило, вышеупомянутая ситуация редка. Используйте веса для ваших измерений, если имеется несколько типов измерений (например, быстрая статика и кинематика), или если измерения имеют различный уровень точности и надежности. Некоторыми причинами различных уровней точности и надежности могут быть:

- использование разных методов измерений.
- измерения в течение более длительных периодов (или сбор различного количества измерений)
- использование приборов различных классов точности
- принятие измерений по линиям различных длин
- использование различных спутниковых созвездий

Более надежные измерения в сети должны получать меньшие поправки из уравнивания, чем менее надежные. Назначение весов измерениям достигает этой цели. Более надежным измерениям присваиваются большие веса при уравнивании, чем менее надежным. Общая теория проста в применении.

Каждое измерение имеет среднюю квадратическую ошибку. Вычисляем вес для каждого измерения по средней квадратической ошибке:

- определяем дисперсию измерения. Дисперсия – это квадрат средней квадратической ошибки σ^2 .
- инвертируем дисперсию для определения веса, связанного с измерением ($1/\sigma^2$).

При обращении дисперсии, меньшая дисперсия станет большим числом, и таким образом с более высоким весом. Большая дисперсия станет меньшим числом, таким образом, с меньшим весом.

Чтобы полностью уяснить себе понятие веса измерения, запомните следующие истины:

- Наблюдения с малыми средними квадратическими ошибками (малая дисперсия) получают большие веса, а наблюдения с большими средними квадратическими ошибками (большая дисперсия) получают маленькие веса.
- Наблюдения с большими весами получают маленькие поправки, а наблюдения с маленькими весами получают большие поправки.

Приложение

После того, как веса будут вычислены для каждого наблюдения, критерии метода наименьших квадратов будут применены для того, чтобы:

- сеть должна быть замкнута математически и геометрически
- сумма взвешенных квадратов поправок должна быть минимальной.

Чтобы пояснить взвешенные измерения и почему это так важно, рассмотрим следующий пример — треугольник, где были измерены все углы. На рисунке А.9 показано, как определяются веса измерений.

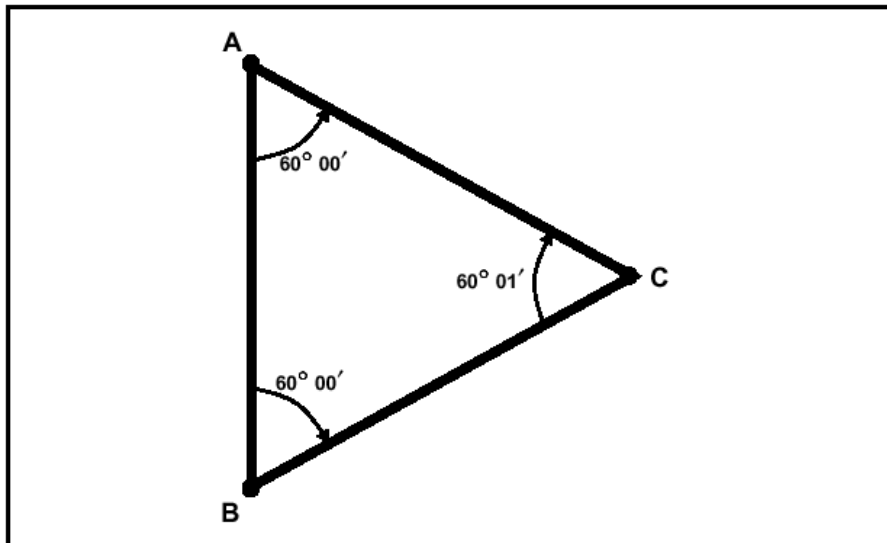


Рисунок А.9 Определение весов измерений.

На рисунке А.9 показано следующее:

- два из измеренных углов равны 60° 00', а третий - 60° 01'.
- сумма этих трех углов равна 180° 01', в результате получается невязка в 1 угловую минуту.

Чтобы должным образом уравнивать наблюдения, добавьте поправку к каждому измеренному углу.

В таблице А.4 показаны два пути использования поправки или уравнивания, основанного на том, как назначался вес измерениям.

Таблица А.4 Два пути назначения весов и уравнивания измерений

Угол	Измерение	СКО	Вес	Поправка.
Первое уравнивание				
ABC	60° 00'	1"	1.00	-00° 00' 20"
CAB	60° 00'	1"	1.00	-00° 00' 20"
BCA	60° 01'	1"	1.00	-00° 00' 20"
Второе уравнивание				
ABC	60° 00'	2"	0.25	-00° 00' 40"
CAB	60° 00'	1"	1.00	-00° 00' 10"
BCA	60° 01'	1"	1.00	-00° 00' 10"

В первом уравнивании все три угла имели одинаковый вес со средней квадратической ошибкой 1 секунда. При применении равных весов ко всем измерениям, вы указываете, что все наблюдения были выполнены с одинаковым оборудованием и качеством (средней квадратической ошибкой). Если это так, то такие веса допустимы.

Рассмотрим второе уравнивание, в котором качество измерений не одинаково и средние квадратические ошибки различны.

Рассмотрим результаты второго уравнивания:

- средняя квадратическая ошибка каждого из наблюдаемых углов основана на нескольких измерениях углов ABC, CAB и BCA (средний измеряемый угол).

- угол ABC имеет вдвое большую ошибку, чем другие два угла, приводя к весу в четыре раза меньше.
- при назначении весов поправки в наблюдения изменяются, отражая качество измерений.

Результаты первого уравнивания показывают, что все три угла получили равные поправки в 20 секунд, в то время как во втором уравнивании угол с более высокой средней квадратической ошибкой получил поправку 40 секунд, а два других - только по 10 секунд.

Во втором уравнивании ошибки распределились соответствующим образом, основываясь на качестве наблюдений. Это объясняет, почему так важны взвешенные измерения, а также почему для получения качественных результатов съемки используется уравнивание по МНК. В некоторых случаях веса и ошибки каждого измерения будут различны, как в нашем случае. Но в некоторых случаях веса и ошибки каждого наблюдения будут одинаковыми. При GPS съемке использование уравнивания по МНК для распределения весов и ошибок будет наиболее надежным методом. С ним вы будете уверены, что сеть действительно замкнута математически и что сумма взвешенных квадратов поправок минимизирована.

Нормализованные поправки.

До этого места для объяснения поправок, средней квадратической ошибки, весов и других статистических параметров метода наименьших квадратов использовались простые примеры. В предыдущих примерах использовалась одна единица измерений — линейная или угловая. GPS съемка с ее измерениями использует комбинацию линейных и угловых единиц, требуя более сложные примеры.

В примере раздела *Средняя квадратическая ошибка*, поправки и средняя квадратическая ошибка были вычислены для расстояния (измерены в линейных единицах измерения). В примере раздела *Взвешенные измерения для демонстрации понятия весов* использовались углы, измеренные в угловых единицах.

Поправки для этих измерений получаются как в метрах (линейные), так и в градусах (угловые), усложняя возможность непосредственно сравнить эти поправки. Поскольку метод наименьших квадратов имеет дело с различными типами измерений, имеется потребность непосредственно сравнить поправки в различных единицах.

Trimble Geomatics Office использует *нормализованные (безразмерные) поправки* в отличие от поправок в различных единицах, позволяя непосредственно сравнить величину различных единиц.

☒ Примечание - Наблюдения в уравнивании теперь представлены как азимут, расстояние и превышение. В разделе Априорные ошибки (Оцененные до уравнивания) измерения (базовые линии) были представлены как dx, dy и dz. В результате уравнивания, измерения (с соответствующими ошибками) преобразуются в измерения на плоскости, что позволяет работать с ними в более привычном виде.

Каждая измеренная базовая линия включает азимут (угловое значение), расстояние (линейное) и разность эллипсоидальных высот (линейное). Без получения нормализованных поправок, поправки в азимут не могут быть непосредственно сравнены с поправками в разность высот и расстояния. С безразмерными (нормализованными) поправками вы имеете возможным образом проанализировать ошибки в GPS измерениях.

Процесс получения нормализованных поправок из поправок с различными единицами прост.

- поправка вычисляется для каждого наблюдения (или в случае GPS измерений, для каждой составляющей базовой линии)
- для поправки каждого наблюдения, как часть уравнивания, вычисляется средняя квадратическая ошибка
- вычисляется нормированная поправка с помощью деления поправки наблюдения на среднюю квадратическую ошибку) этой поправки.

В таблице А.5 показан процесс для GPS базовой линии. Так как нормированные поправки в каждую составляющую имеют одинаковые единицы, результирующее частное безразмерное.

Таблица А.5 Сравнение нормализованных поправок.

Наблюдение	Поправка	СКО поправки	Нормализованная поправка ¹
Азимут	+0.0806"	0.032"	0.78
Расстояние	-0.0353 м	0.0488 м	0.72
Эллипс. Превышение	-0.0284 м	0.0364 м	0.78

Нормализованная поправка¹ = Поправка / Средняя квадратическая ошибка поправки

Сравните каждую составляющую (измерение) базовой линии друг с другом. Поправки трудно сравнить непосредственно, но в столбце нормализованных поправок вы можете сравнить величины ошибок каждой составляющей измерения.

Гистограмма нормализованных поправок и критерий Тау.

Используйте нормализованные поправки для оценки вашего уравнивания. Trimble Geomatics Office вырабатывает гистограмму нормализованных поправок и получает нормальное распределение для набора данных.

Рассмотрим эту гистограмму как справочный график по оцененным ошибкам. Как ранее обсуждалось, большие ошибки происходят реже, чем маленькие, а вероятность и частота положительной или отрицательной ошибки одинакова.

На рисунке А.10 показан график нормализованных поправок с кривой нормального распределения.

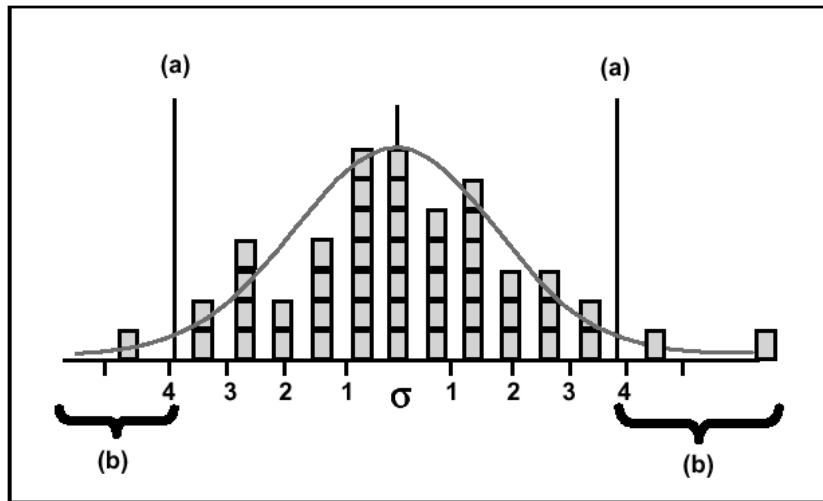


Рисунок А.10 Гистограмма нормализованных поправок и критическое значение Тау

На рисунке А.10 к гистограмме добавлено два дополнительных пункта:

- Буквы (а) представляют критические значения Тау (объяснено ниже).
- Буквы (b) указывают на выбросы.

В этом месте при уравнивании:

- устраняются из уравнивания грубые ошибки
- моделируются систематические ошибки
- график поправок показывает только случайные ошибки.

Всегда имеется возможность большой случайной ошибки — ошибки в наблюдениях, которая не согласуется с остальной частью ошибок. Не беспокойтесь при наличии высоких нормализованных поправок. Здесь встает вопрос о том, какая поправка приемлема, а какая нет. Должно быть определено предельное значение для нормализованной поправки.

Для определения этого предела применяется *критерий Тау*. Этот тест также полезен для малых наборов данных и когда нормальное распределение статистически не подходит. (За подробной информацией о критерии Тау обратитесь к литературе приведённой в списке [Pore] в Справке.) Рассмотрим следующее:

- критерий Тау использует распределение Стьюдента (распределения для маленьких наборов данных), который становится идентичным нормальному распределению при увеличении степеней свободы.
- при уравнивании вычисляется значение критического тау (τ) по распределению Стьюдента, используя алгоритм, основанный на размере (число измерений), числе степеней свободы и нужного доверительного интервала для данного набора данных. На рисунке А.10 показаны критические значения тау как две вертикальные прямые - одна слева и одна справа от нулевой оси около 3.90σ .
- сравните нормализованную поправку с критическим тау для того, чтобы определить, удовлетворяет ли она остальной части набора данных. Если она превышает критическое тау, то возможно это выброс. Выбросы показаны слева и справа от каждой линии критической тау на рисунке А.10.
- с помощью критерия Тау отмечаются наблюдения, которые статистически не соответствуют остальной части набора данных и являются кандидатами на удаление из сети. Если наблюдение отмечено как вы-

брос, то имеется статистическое основание для его удаления. Если вы хотите не удалять наблюдение от уравнивания, то должны обосновать, почему это наблюдение должно быть оставлено.

Для более подробной информации об удалении выбросов см. раздел *Минимально ограниченное или свободное уравнивание*.

Число степеней свободы.

В Trimble Geomatics Office **число степеней свободы** определяется как число независимых наблюдений за пределами минимума, требуемого для однозначного определения неизвестных величин. На рисунке А.11 проиллюстрировано это понятие.

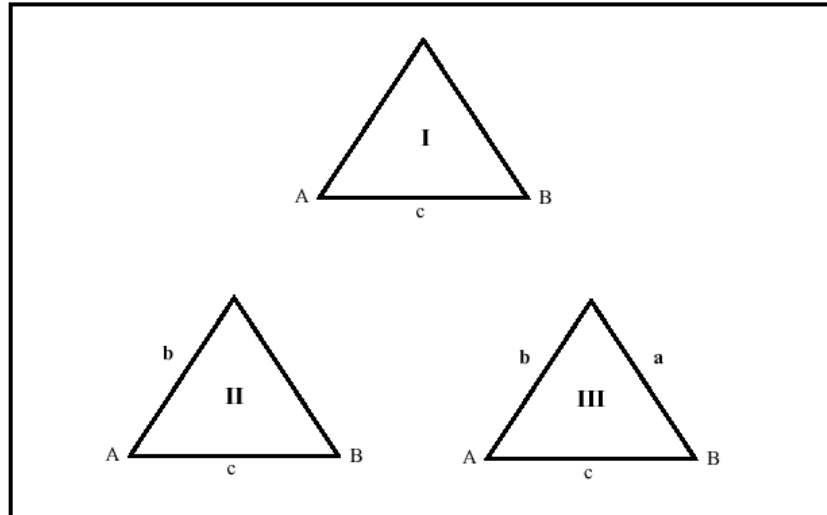


Рисунок А.11 Число степеней свободы.

На рисунке А.11 показано простое решение треугольников. Чтобы однозначно задать (разрешить) треугольник, требуется одна известная (измеренная) сторона и любые два других известных угла или стороны. Рассмотрим следующее:

- На рисунке А.11 (I) известны два наблюдаемых угла и сторона (расстояние) между этими двумя углами. Это - минимум, который необходим для решения треугольника, поэтому мы имеем нуль степеней свободы.
- Как показано на рисунке А.11 (II), если вы измерите вторую сторону треугольника, то добавите одну степень свободы.
- Тогда, как на рисунке А.11 (III), если вы измерите третью сторону треугольника, то получите две степени свободы.

Жёсткость и доверие к решению увеличивается с увеличением числа степеней свободы. При уравнивании по МНК попробуйте максимизировать число степеней свободы, чтобы помочь обнаружить грубые ошибки и правильно распределить ошибки измерений. Это также называется **добавлением избыточности** к сети или к наблюдениям.

Один важный аспект в понятии числа степеней свободы – требование использования **независимых** наблюдений:

- На рисунке А.11 все наблюдения углов и расстояний были выполнены независимо.
- Если бы мы вычислили угол С и прибавили его в нашу съёмку как наблюдение, то угол С был бы не независим от других измерений. Решение для С зависит от наблюдаемых углов и расстояний.
- Нет никаких независимых ошибок в угле С и добавление вычисленного угла искажает статистические результаты, таким образом, создавая ложный смысл доверия.

В формуле для средней квадратической ошибки число степеней свободы ($n - 1$) находится в знаменателе. Так как вы ошибочно увеличиваете $n - 1$, то определяете квадратный корень из меньшего числа, и средняя квадратическая ошибка становится все меньше и меньше. Если вы ошибочно добавите наблюдения расстояния 100.00 в нашем примере, а затем повторно вычислите среднюю квадратическую ошибку, то увидите, что она уменьшится — неправильно указывая на лучшие результаты.

В GPS измерениях **сеанс** определяется как одновременный сбор статических данных двумя или более приемниками. При GPS измерениях обратите внимание на независимые и зависимые измерения. Число независимых измерений в сеансе GPS измерений равно $n - 1$, где n представляет число приемников, используемых в сеансе.

Средняя квадратическая ошибка единицы веса (Reference Factor).

СКО единицы веса – это другой индикатор качества и критерий исключения подозрительных измерений. Ошибка единицы веса определяется как отношение величины поправок наблюдений уравниваемой сети к оцененным до уравнивания ошибкам измерений.

Уравнивание сети определяет небольшие поправки в наблюдения для того, чтобы они точно соответствовали друг другу. Вы должны определить, являются ли эти поправки приемлемыми и разумными.

Если ошибки наблюдений были оценены точно, то вы можете ожидать, что, в среднем, поправка, полученная в каждое измерение, будет относительно такого же размера, что и его оцененная ошибка. При любом уравнивании некоторые измерения получат поправки меньше, чем их оцененные ошибки, а некоторые большие. Математически это могло бы быть проиллюстрировано, как если бы оцененные ошибки наблюдений были точно оценены, и СКО единицы веса будет приблизительно 1.00.

На рисунке А.12 показано графическое представление СКО единицы веса для отдельных измерений

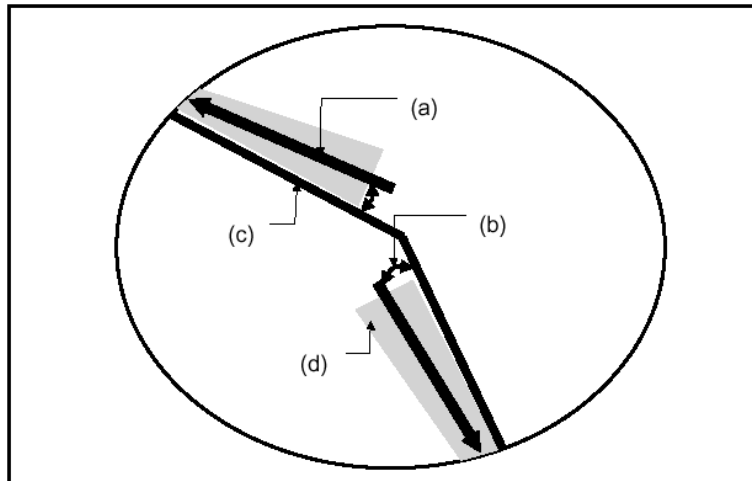


Рисунок А.12 СКО единицы веса

На рисунке А.12, буквы обозначают следующее:

- (a) = измеренное значение
- (b) = поправка
- (c) = уравниненное значение
- (d) = априорно оцененная ошибка

СКО единицы веса вычисляется для каждого наблюдения и для всей сети. Используйте ошибку единицы веса сети для того, чтобы определить, правильно ли оценены ошибки для всей сети. В нашем обсуждении она просто принимается как общее количество поправок в сети по сравнению с общим количеством оцененных ошибок в сети.

Ошибка единицы веса равна приблизительно 1.00, когда величина поправок в наблюдения равняется оцененным ошибкам этих наблюдений. В соответствии с этим вы можете определить следующее:

- Если СКО единицы веса менее 1.00, то ошибки были завышены, а сеть превышает оцененную для нее точность.
- Если СКО единицы веса более 1.00, то это указывает на то, что по различным причинам одна или более (или все) из оцененных ошибок были недооценены.

В любом случае, должны быть определены более разумные оценки ошибки.

☒ Примечание - завышенная СКО единицы веса может также указывать на грубую ошибку.

В этом месте вы должны определить, почему ошибка единицы веса не равна 1.00. В случае если СКО единицы веса больше чем 1.00, выполните следующее:

- удалите все выбросы или статистически выровняйте их
- примените *скаляр* к вашим оцененным ошибкам, чтобы привести их в соответствие с поправками измерений

Понятие скаляров важно при создании соответствующей статистики для вашего уравнивания и обсуждается в разделе *Масштабирование оцененных ошибок*, а также в Главе 2.

Тест Хи-квадрат.

Другой тест целостности вашей уравненной сети состоит в полной проверке статистики уравнивания. Этот тест основан на следующем:

- сумма взвешенных квадратов поправок
- числе степеней свободы
- критическая вероятность 95 процентов (в Trimble Geomatics Office)

В некоторых случаях оцененные ошибки признаются правильными даже притом, что СКО единицы веса превышает 1.0. Это истинно, когда при уравнивании сети проходит вероятностный тест Хи-квадрат.

Цель теста состоит в приеме или отклонении гипотезы о том, что предсказанные ошибки были точно оценены. Trimble Geomatics Office вычисляет процент вероятности (**уровень значимости**) для уравненной сети. Если он больше или равен 95 процентам, то СКО единицы веса проходит тест Хи-квадрат.

Неудача теста Хи-квадрат указывает на то, что вы должны сделать одно из следующего:

- пересмотреть некоторые или все предсказанные ошибки измерений
- отбросить и, возможно, переделать некоторые или все измерения
- использовать обе комбинации из вышеупомянутых.

Масштабирование оцененных ошибок.

При выполнении уравнивания может случиться, что ошибка единицы веса превышает 1.00 и тест Хи-квадрат не проходит. Этот результат указывает на то, что оцененные ошибки измерений недооценены и не соответствуют величинам поправок примененным к измерениям.

При обработке GPS базовых линий имеются лишь ограниченные данные для вычисления хороших оценок ошибки. Это легко может вызывать СКО единицы веса $RF > 1$. Чтобы лучше смоделировать ошибки сети, примените *скаляр* к оцененным ошибкам. В следующем разделе "альтернативного масштабирования", когда после первого уравнивания ошибка единицы веса равна 1.72 и тест Хи-квадрат не прошел, то это указывает, что ошибки недооценены. Увеличьте оцененную ошибку на некоторый скаляр, чтобы правильно смоделировать ошибку сети. Есть два подхода:

- определить, какое значение использовать как скаляр
- определить лучшую оценку ошибки в сети.

Для обоих подходов ответом служит *СКО единицы веса (RF)*. В Trimble Geomatics Office использование RF в качестве скаляра для следующего уравнивания называется *альтернативным масштабированием*.

Существует три стратегии применения скаляра к оцененным ошибкам:

1. Применить скаляр к каждому GPS решению. Это равноценно использованию RF отдельного наблюдения в качестве скаляра, который применяется к *каждой* оцененной ошибке в следующей итерации уравнивания.
2. Применить СКО единицы веса сети глобально к оцененным ошибкам каждого наблюдения: *Все наблюдения*. Эта стратегия используется в альтернативном масштабировании, пример которого приведен ниже.
3. Применить скаляр для *Группы дисперсий*. См. раздел Группы дисперсий.

Пример альтернативного масштабирования.

Предположим например, что в ходе первого уравнивания сети используется заданный по умолчанию скаляр. Оно всегда равно 1.0. Оцененные ошибки используются в их номинальном значении для получения СКО единицы веса 1.72.

☒ **Примечание – для упрощения предположим, что выбросы в уравнивании отсутствуют.**

Использование альтернативного скаляра для второго уравнивания автоматически умножает первое значение скаляра (1.0) на значение RF из текущего уравнивания (1.72), создавая новый скаляр 1.72. В ходе второго уравнивания применяются новые, масштабированные оцененные ошибки и новая RF стремится к 1.0.

Если СКО единицы веса все еще больше 1.0 (в нашем случае 1.50), то вычисляется новый скаляр, умножая последнюю СКО единицы веса (1.50) на предыдущий скаляр (1.72) для получаем скаляр $(1.00 \times 1.72 \times 1.50 = 2.58)$ для третьего уравнивания. Этот процесс продолжается до тех пор, пока СКО единицы веса не приблизится к 1.0 и пройдет тест Хи-квадрат.

📌 **Совет – Этот процесс может быть выполнен автоматически с помощью скаляра «Авто».**

Оценки ошибки измерений могут быть близки к их истинному значению, когда:

- эллипсы ошибок начинают показывать истинную величину и направление ошибок
- гистограмма представляет колоколообразную кривую

☒ **Примечание – Если гистограмма имеет узкую вершину, то это означает, что много измерений слишком переоценены в результате масштабирования. На это влияет некачественное измерение. Если комбинированная гистограмма отображает нормальное распределение без выбросов, вы можете быть уверены, что весовая стратегия везде применена правильно.**

Теперь вы будете уверенными в своих результатах — и статистически, и геометрически. При глобальном масштабировании вы увеличиваете свое доверие к моделированию и статистике ошибок без существенного изменения ваших измерений. Это обеспечивает, что выполнено соответствующее уравнивание, где необходимо в сети, и вы видите истинное представление ошибок в ваших конечных результатах.

При использовании скаляра должен быть сделан некоторый анализ величины начальной RF. Если она высока и вы начнете масштабировать оцененные ошибки большой величиной, с последующими итерациями, то скаляр увеличится в значительном диапазоне. Это не лучшая практика. Если RF высока (раздута), то это обычно указывает на то, что в наблюдениях все еще существует грубая ошибка. Грубая ошибка должна быть удалена из уравнивания прежде, чем вы начнете обработку с использованием скаляра.

📖 **Совет - Данные RTK и кинематики получают априорные ошибки, которые определяются не так, как для статических базовых линий. Вы должны быть более обеспокоены о статических базовых линиях с большой RF, чем о данных RTK и кинематики с большой RF.**

При выполнении уравнивания рассмотрим следующие принципы:

- При надлежащем уравнивании вы оцениваете и применяете скаляр только к случайным ошибкам. Все другие ошибки удалены или смоделированы.
- Наблюдения с большими случайными ошибками помечаются как выбросы и в большинстве случаев должны быть удалены из уравнивания.

☒ **Примечание - Масштабируйте оцененные ошибки выбросов, используя альтернативное масштабирование до исключения их из уравнивания. В некоторых случаях масштабирование оцененных ошибок позволит отбросить плохое наблюдение с помощью значения критического тау.**

Для более подробной информации по анализу и удалению выбросов, см. раздел *Минимально ограниченное или свободное уравнивание*.

Апостериорные ошибки (полученные после уравнивания).

В результате итерации получают **апостериорные ошибки** (полученные после уравнивания) для уравненных наблюдений и координат.

Эти ошибки обеспечивают:

- меру качества наблюдений и результирующих координат, основываясь на поправках из уравнивания сети
- информацию, используемую для определения, необходимо ли дальнейшее уравнивание.

Апостериорные ошибки для уравненных наблюдений – это произведение СКО единицы веса (скаляр), умноженной на априорные СКО. На этом этапе уравнивания апостериорные ошибки состоят из матрицы ошибок базовых линий GPS и ее дополнений любыми стратегиями взвешивания, используемыми в уравнивании — такими, как веса наблюдений, ошибки установки и СКО единицы веса.

Вычисление апостериорной ошибки прямое и включает многие темы, описанные в этом приложении. Формула A-2 (апостериорной ошибки наблюдений) иллюстрирует, как части уравнивания сети работают вместе для выработки конечной оцененной ошибки после уравнивания:

$$[(\text{априорная матрица ошибок}) \times \text{скаляр}] + (\text{ошибки установки})^2 \quad (\text{A-2})$$

☒ **Примечание - Для хорошо обусловленной GPS сети ошибки установки (даже правильно смоделированные легко могут быть доминирующей составляющей в апостериорном вычислении. Всегда используйте разумные оценки ошибок установки.**

📖 **Совет - Чтобы получить истинное представление о ваших ошибках измерений, не применяйте ошибки установки в вашей первой итерации уравнивания. Используйте разумные оценки ошибок установки в последующих итерациях уравнивания.**

Эллипсы ошибок координат.

Эллипс ошибок - удобное представление распространения ошибок координат. Для любого взятого опорного пункта эллипс ошибок вычисляется непосредственно из апостериорных ошибок пункта по ординате Y или долготе, абсциссе X или широте и по развороту эллипса.

На рисунке А.13 показано построение эллипса ошибок координат.

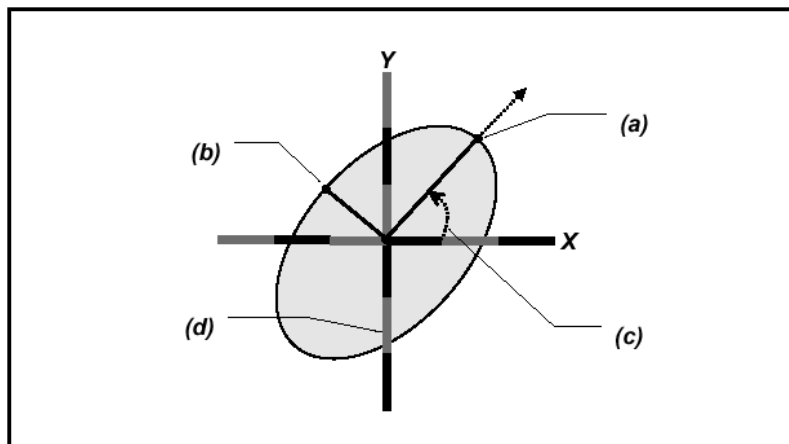


Рисунок А.13 Построение эллипса ошибок координат.

Эллипс ошибок координат - графическое представление величины и направления ошибки наших уравненных пунктов. Trimble Geomatics Office определяет и строит информацию, как указано ниже:

- представляет величину (размер) максимальной ошибки пункта, построенной вдоль длинной (главной) полуоси эллипса.
- представляет величину минимальной ошибки пункта, построенной вдоль короткой (малой) полуоси, перпендикулярной к большой.
- представляет разворот (наклон) длинной оси на станции, вычисленный от положительного направления оси X эллипса.
- представляет масштаб эллипса, используя различно окрашенные деления с размером (величиной), связанным с каждым делением.

В идеальном случае точная и хорошо обусловленная сеть будет иметь все эллипсы почти круговой формы и как можно меньших размеров. Это не всегда может быть достигнуто. При исследовании эллипсов учитывайте следующее:

- При GPS съемке часто отмечаются круговые эллипсы в результате преобладания ошибок установки, описанных выше.
- Когда эллипсы длинные и узкие, определяется направление наибольшей оцененной ошибки в направлении наклона эллипса. Это направление является также путем наименьшего сопротивления для перемещения пункта в течение уравнивания.
- Когда направление наклона эллипсов общее везде или в одной части сети, то это указывает на слабость в конфигурации сети в этом направлении. Такая слабость может быть неизбежна. Она могла бы быть облегчена дополнительными прямыми измерениями между опорными пунктами в четвертях сети, в которых находятся пункты с эллипсами.

В хорошо обусловленной геодезической сети обычно находятся удлинённые эллипсы, но ориентация удлинённых осей кажется случайной, указывая на то, что нет присущей структурной слабости, воздействующей на измерения.

Группы дисперсий.

При создании отдельной сети часто используются разные группы измерений. Измерения могут отличаться по нескольким направлениям, включая:

- Метод сбора – GPS или обычные наземные (оптические) измерения.
- Тип измерений.

При уравнивании должен быть способ учета отличающихся ошибок, связанных с этими измерениями. В Trimble Geomatics Office группы дисперсий предоставляют возможность разделить измерения.

Легко заметить, что чем более точные методы съемки используются, тем меньше ошибки измерений. В следующем примере используется съемка оптическими инструментами для пояснения, почему измерения разделяются на группы дисперсий.

Дисперсионные группы при съемке оптическими инструментами.

Как пример групп дисперсий при съемке оптическими инструментами, рассмотрим следующее. При проложении линейно-углового хода для создания планово-высотного обоснования из шести пунктов, использовались следующие методы создания высотного обоснования:

- Тригонометрическое нивелирование (вертикальные углы) с 1.0" теодолитом использовалось для определения превышений между тремя пунктами.
- Нивелир с микрометром использовался для определения превышений между другими тремя пунктами.

Данные геометрического нивелирования более точны (меньше СКО), чем тригонометрического. Вы не хотите применять такие же величины поправок (более точно, **веса**) к геометрическому нивелированию, как к тригонометрическим высотам.

Разделите две группы измерений на группы дисперсий и используйте весовую стратегию для групп дисперсий:

- При уравнивании будут применены различные скаляры к каждой группе, основанные на оцененных ошибках группы.
- Раздельные СКО единицы веса и число степеней свободы будут определены для каждой группы, позволяя выполнить анализ качества соответствия каждой группы. Это предотвратит появление больших ошибок (а следовательно большие поправки) более слабых измерений по всей сети.
- Большие ошибки останутся со слабыми измерениями, а маленькие ошибки – с более надежными измерениями.

Группы дисперсий для GPS измерений.

GPS измерения разделяются на различные типы и поэтому их нужно делит по методу измерений и типу решения. Рассмотрим следующее:

- Период наблюдений в - главный критерий верного моделирования ошибки базовой линии.
- Период наблюдений уменьшается от статики к быстрой статике, и становится очень коротким в кинематике.
- Большие ошибки обычно связываются с кинематическими измерениями из-за использования раздвижной вехи при наблюдениях на пунктах.

Вы можете предпочесть отделить более длинные базовые линии от более коротких. Два типа решения базовых линий могут иметь различные ошибки из-за:

- Использование точных эфемерид для длинных базовых линий, и не использования их для коротких базовых линий при обработке
- Влияние атмосферы на длинные линии (освобождённые от влияния ионосферы решение по сравнению с L1 фиксированным решением).

Другой фактор - различные типы решений базовых линий. Вы можете решить разделить решения базовых линий, свободные от влияния ионосферы от L1 фиксированных решений.

☒ **Примечание - Для более подробной информации по обработке базовых линий обратитесь к *Руководству пользователя модулем WAVE по обработке базовых линий Trimble Geomatics Office.***

Методы уравнивания сети.

Уравнивание сети выполняется в два главных этапа.

Первый шаг - это **минимально ограниченное** или **свободное уравнивание**, которое действует как проверка контроля качества ваших наблюдений.

Используйте его для:

- Проверки внутренней согласованности сети.
- Обнаружения грубых ошибок или плохо соответствующих наблюдений.
- Получения точных оценок ошибок наблюдений.

Второй шаг - **полностью ограниченное уравнивание**.

Используйте его для:

- Привязки сети к существующему обоснованию (ИГД - референц-эллипсоиду).
- Проверки существующего обоснования.
- Определения параметров трансформации сети (дополнительно).
- Получения точных оценок ошибок координат.

Оба шага требуются для получения полного уравнивания и обеспечения уверенности в ваших результатах. Формулировки и методы уравнивания обсуждаются в следующих разделах.

Минимально ограниченное или свободное уравнивание.

Минимально ограниченное уравнивание - это уравнивание с только одним опорным пунктом, который устанавливается фиксированным в геодезической сети. Удержание одного опорного пункта устанавливает **сдвиг** наблюдений к правильному местоположению в пределах выбранных ИГД. Отсутствие фиксации опорного пункта вынуждает программное обеспечение выполнять **свободное уравнивание**. Свободное уравнивание выполняется на условии минимизации смещения координат по всей сети. Это равноценно среднему смещению координат равному 0 (нулю) по всем измерениям.

Минимально ограниченное или свободное уравнивание действуют вместе как проверка качества сети. Такое уравнивание помогает установить плохие наблюдения в сети. Если наблюдение не соответствует остальной части наблюдений, то оно выделяется как **выброс**. Минимально ограниченное или свободное уравнивание также проверяет, насколько хорошо наблюдения скреплены вместе как единое целое.

Примечание - Выполнение минимально ограниченного уравнивания использует WGS-84 в качестве ИГД уравнивания. Так как все GPS наблюдения выполнены на ИГД WGS -84, то уравнивание наблюдений должно быть тесно связано с ИГД WGS -84.

Минимально ограниченное уравнивание - это итеративный процесс:

- Выполняется уравнивание для проверки наблюдений на внутреннюю согласованность и оценки ошибок всех наблюдений. Если найдены плохие наблюдения, они проявляются как выбросы в гистограмме нормализованных поправок.
- Удаляются эти наблюдения (одному за раз, начиная с самого большого) так, чтобы статистика сети не была искажена.
- Выполняется уравнивание снова ; ошибки оцениваются по новой.

При последующем уравнивании оцененная ошибка может быть перемасштабирована для того, чтобы получить более реалистические оценки ошибки.

Повторяйте процесс, пока результаты не станут удовлетворять следующим условиям:

- Все выбросы удалены из сети.
- Наблюдения имеют наиболее точные оценки ошибки из возможных.
- Наблюдения уравнены таким образом, чтобы они хорошо соответствовали друг другу.

В течение итеративного процесса для оценки продвижения используются два статистических параметра метода наименьших квадратов:

- СКО единицы веса - показывает, насколько хорошо измерения, вместе с соответствующими им оценками ошибок, работают вместе. Как только ошибка единицы веса приближается к 1.00, ошибки наблюдений становятся правильно оцененными и все наблюдения получают соответствующие им поправки.
- Тест Хи-квадрат - обычно, если ошибка единицы веса приближается 1.00, то тест Хи-квадрат оценок ошибок сети, степени свободы и уровня доверия проходят. В этом месте вы убеждаетесь, что наблюдения в сети работают вместе и что в сети не осталось никаких больших ошибок.

Как только минимально ограниченное уравнивание завершается, переходите к полностью ограниченному уравниванию, чтобы согласовать наблюдения с принятыми местными ИГД.

Полностью ограниченное уравнивание.

Полностью ограниченное уравнивание преобразовывает сеть наблюдений в систему опорных пунктов сети. Как только эти опорные пункты в сети фиксируются, могут быть определены уравненные координаты (по ИГД проекта) для всех других пунктов сети. Используйте этот шаг для проверки, что существующее обоснование вместе хорошо согласовано.

Минимально ограниченное уравнивание показало, что наблюдения согласованы друг с другом и определена достаточно жесткая сеть. Полагаем, что если любые большие ошибки присутствуют в полностью ограни-

ченном уравнивании, то их источник - неоднородные опорные пункты (величины). Любой не соответствующий сети опорный пункт не должен быть зафиксирован (ограниченным).

При проектировании сети хорошей практикой является использование минимум трех опорных пунктов в плане и четырех пунктов по высоте, поскольку:

- Два плановых и три высотных пункта требуются для определения параметров преобразования.
- Дополнительный плановый и высотный пункт может использоваться для проверки согласованности уравнивания и определения параметров преобразования.

Добавление дополнительных опорных пунктов создает большую уверенность в вычисленных параметрах.

В полностью ограниченном уравнивании начинайте фиксировать опорные координаты для того, чтобы определить, насколько хорошо жесткая сеть наблюдений соответствует обоснованию. По существу, уравнивание определяет, соответствует ли сеть наблюдений сети фиксированных опорных пунктов, давая некоторую оценку ошибок. Эта оценка ошибок - оценка вместе с примененным скаляром и ошибками установки. После этого вычисляются параметры преобразования, чтобы дать возможность наблюдениям соответствовать обоснованию.

☒ **Примечание - Измерения выполняются в ИГД WGS -84. Вы должны обеспечить опорные координаты (точки) в ваших местных ИГД, которые позволят при уравнивании определить изменение ИГД, используя вычисленные параметры преобразования.**

Аналогия трансформации.

Эта аналогия поможет вам понять определения параметров преобразования при полностью ограниченном уравнивании. В простое преобразование включается три параметра: **разворот, масштаб и отклонение.**

Определение разворота.

Разворот сети (ИГД) может быть определен, фиксируя два плановых опорных пункта:

- Представьте себе сеть как линии и обозначенные пункты на куске *резинового полотна*. Используем этот образ, чтобы учесть любое растяжение или сужение (масштабирование), которое может произойти.
- Вообразите заданную сеть обозначенных опорных пунктов, отмеченных на стене.
- Используйте гвоздь для того, чтобы скрепить пункт на *резиновом полотне* с первым опорным пунктом с тем же самым именем на стене.
- Позвольте *полотну* свободно повиснуть. Это ориентирует ее в непредсказуемом направлении.
- Теперь прибейте (зафиксируйте) второй пункт на *полотне* к пункту с тем же самым именем на стене. Полотно немного развернется, чтобы два пункта выстроились в линию.

Это разворот, необходимого для совмещения наших двух сетей вместе и позволяющего наблюдениям соответствовать опорным пунктам. Разворот вычислен, но не проверен.

- Прикрепите третий пункт на *полотне* к стене, для контроля разворота. Вы можете определить, насколько далеко гвоздь находится от точки с тем же самым именем на стене.
- Если гвоздь находится близко к точке на стене (нет больших ошибок), то вы можете быть уверены, что разворот определен правильно. Эта проверка одинакова для всех параметров, определяемых в течение полностью ограниченного уравнивания.

Определение масштаба.

Масштаб сети может быть вычислен, фиксируя один высотный пункт в дополнение к двум плановым пунктам. Это понятие становится немного более сложным. Продолжим вышеупомянутый пример:

- Представьте часть бумаги и стены как кривые поверхности, поскольку вы знаете, что земля и модели, используемые для вычислений координат – не плоские.
- Поскольку вы фиксируете первый высотный пункт, то возможно бумага будет в 10 см от стены. (Полотно может также быть на 10 см за поверхностью стены). Это - различие между двумя эллипсоидами, которые задают ваши ИГД.
- Поскольку вы перемещаете полотно вдалеке от стены, все еще удерживая плановые пункты, горизонтальные расстояния между пунктами станут больше (и меньше, если полотно перемещается за поверхностью стены).
- Различие, или отношение, между двумя расстояниями определяется как масштабный коэффициент. Определение проверяется дополнительными плановым и высотным опорными пунктами.

Определение отклонения

Поскольку вы фиксируете дополнительные высотные опорные пункты в сети, то определяете **наклон** сети (по высоте). Наклон – это разность углов между поверхностью эллипсоида одних ИГД (WGS-84) и поверхностью эллипсоида других ИГД. Продолжим вышеупомянутый пример:

- Теперь представьте стену не только как изогнутую, но также и как наклонную поверхность. Этот наклон - различие между двумя поверхностями эллипсоида.
- Смоделируйте этот наклон, зафиксировав дополнительные высотные пункты. Поскольку вы фиксируете высотные пункты на бумаге, определяется отношение к наклону стены. Измерение этого наклона - отклонение вашей сети (по высоте).

Фиксируя два высотных пункта, определяется отклонение в одном направлении.

Фиксируя три высотных пункта, определяется плоская поверхность и отклонения во всех направлениях. Добавление большего количества пунктов позволяет проверить ваше определение по высоте.

Параметры трансформации определяются, позволяя вам получить координаты урвненных пунктов в ваших местных ИГД. Полностью ограниченное уравнивание завершено.

Глоссарий

В данном разделе объяснены некоторые термины, используемые в этом руководстве.

1-sigma (1 сигма)

Среднеквадратическое отклонение от среднего. О точности измерений следует говорить с некоторой долей вероятности. Точность 1 сигма означает получение результата с указанной точностью с вероятностью 68%.

a posteriori errors (апостериорные ошибки)

Априорные ошибки, умноженные на среднеквадратическую ошибку единицы веса (RF) полученную в результате уравнивания.

a priori errors (априорные ошибки)

Уровень ошибок, оцененный перед уравниванием.

AASHTO

Американская Ассоциация Автомагистральных и Транспортных предприятий.

accuracy (точность)

Близость измерения к истинному значению измеряемой величины.

adjusted values (уравненные значения)

Значения, полученные в результате устранения ошибок измерений в процессе уравнивания сети.

Adjustment (уравнивание)

Процесс определения и применения поправок к измерениям с целью уменьшения ошибок.

Adjustment convergence (сходимость уравнивания)

Когда результат уравнивания удовлетворяет указанным допускам на остаточную погрешность в пределах определенного числа итераций.

Adjustment datum (поверхность уравнивания)

Поверхность относимости (ИГД, система координат) используемая в текущей итерации при уравнивании сети. ПО Trimble Geomatics Office позволяет Вам выбрать либо систему координат проекта, либо WGS-84.

Adjustment styles (стили уравнивания)

Установленные в Trimble и определяемые пользователем наборы параметров для уравнивания сети.

algebraic sign (алгебраический знак)

Знак (+ или -) связанный со значением, который определяет его как положительное или отрицательное число.

algorithm (алгоритм)

Совокупность действий предназначенных для решения проблемы в течение определённого числа этапов.

almanac (альманах)

Данные, передаваемые спутником GPS, в которые включена информация об орбитах всех спутников, поправки часов, и атмосферных параметров задержки. Альманах облегчает поиск спутников. Орбитальная информация – это подмножество эфемеридных данных с уменьшенной точностью.

ambiguity (неоднозначность)

Неизвестное целое число циклов восстановленной приёмником фазы несущей, содержащихся в серии непрерывных измерений. Приёмник с высочайшей точностью определяет фазу несущей в пределах цикла. Однако он не имеет никакой информации относительно числа целых циклов между спутником и приёмником. Этот неизвестное число длин волн между спутником и антенной и есть неоднозначность. Также известная как целочисленная неоднозначность или целочисленное смещение.

annotation (подпись)

Текст, который описывает запись в базе данных. Для выбора и редактирования подписи, используйте окно *Свойства*. Подпись – всегда активен - любые поля данных вновь разворачиваются в случае изменения исходного объекта.

antenna height (высота антенны)

Высота фазового центра GPS антенны над определяемой точкой.

Неисправленная высота антенны измеряется от определяемой точки до обозначенной на антенне точки, затем исправляется приведением к отвесной линии вручную или автоматически в ПО.

antenna phase correction (антенная фазовая поправка)

Фазовый центр GPS антенны не является ни физической, ни стабильной точкой. Положение фазового центра GPS антенны изменяется в зависимости от направления сигнала спутника. В большинстве случаев изменение фазового центра зависит от высоты возвышения спутника. Моделирование этих изменений положения фазового центра антенны позволяет одновременно использовать различные типы антенн. Антенные фазовые поправки - не имеют особого значения, когда используются одинаковые антенны, так как общие ошибки взаимно компенсируются.

Anti-Spoofing (AS) (Шифрование кодовых данных)

Возможность, которая позволяет министерству обороны США передавать зашифрованный Y-код вместо P-кода. Y-код предназначен для использования санкционированными пользователями (прежде всего военными). AS используется с Избирательным Доступом для ограничения использования полной точности GPS гражданскими пользователями.

APC

Фазовый Центр Антенны

Электронный центр антенны. Он часто не соответствует физическому центру антенны. Радиосигнал измеряется в APC.

В окне *Свойства* высотной отметкой точки может быть отметка APC. Если отметка указана как APC, то это - высота APC, а не закреплённой на местности точки.

autonomous positioning (автономное координирование)

Режим работы, в котором GPS приёмник в одиночку по спутниковым данным вычисляет положение точки в реальном времени, независимо от данных получаемых базовой станцией. Автономное координирование – это наименее точная процедура координирования, GPS приёмник может выполнить определение местоположения с СКО в плане ± 100 м если активизирован Избирательный Доступ, и $\pm 10 - 20$ м если не активизирован. Также называется абсолютным координированием и координированием точки.

azimuth (азимут)

Геодезическая величина - угол образованный горизонтальным направлением на точку и северным направлением меридиана. Применительно к GPS измерениям, относится к нормальному сечению.

base station (базовая станция)

Антенна и приёмник, установленные на точке с известными координатами. Используется для кинематики в реальном времени (RTK) или дифференциальных измерений. Данные могут быть записаны в базовой станции для последующей обработки. Референц-станция Trimble, такая как ПО Trimble Reference Station (TRS), или Trimble Universal Reference Station (URS) и приёмник в режиме базовой станции - примеры базовых станций.

В практике GPS измерений, Вы измеряете и вычисляете базовые линии (т. е. положение одного приёмника относительно другого). Базовая станция выступает в роли положения, от которого вычисляются все другие координаты определяемых точек.

baseline (базовая линия)

Положение точки относительно другой точки. В GPS измерениях, это – положение одного приёмника относительно другого. Когда данные от этих двух приёмников объединятся, результатом будет трёхмерный вектор между двумя станциями.

baseline processor (программа обработки базовых линий)

Компьютерная программа, которая вычисляет базовые линии по спутниковым измерениям. Может использоваться как для постобработки на персональном компьютере, так и для обработки в реальном времени в приёмнике. WAVE (Весовая Оценка Вектора Неоднозначности) – это программа обработки базовых линий Trimble.

baud (бод)

Единица измерения скорости передачи данных (из одного двоичного цифрового устройства в другое) используемая при описании последовательной связи.

bivariate (двумерная)

Математическая функция, описывающая поведение двумерных случайных ошибок в эллипсе ошибок для:

northing (x) /easting (y)

широты / долготы

X / Y

CAD styles (Стили CAD)

Стили CAD определяют вид точек, линий, дуг, кривых, текста, и подписей в проекте. Стил, например, может быть составлен из символа, типа линии, цвета или шрифта. Определения стилей хранятся в проекте.

Для того чтобы использовать стили в нескольких проектах, определите стили в шаблоне проекта.

calibrated site (калиброванный район работ)

Определение района работ, в котором использовано существующее определение системы координат плюс поправки за трансформацию. Это позволяет наилучшим образом приблизить GPS данные к конкретному району. Дополнительные поправки за трансформацию необходимы, потому что система координат предназначена для применения на очень большой площади. Не учитываются искажения местных координат.

Необходим для наилучшего соответствия с существующей опорной сетью, дополнительные поправки за трансформацию позволяют исправлять искажения местных координат. Эти дополнительные поправки действительны только на ограниченной территории. Это объясняет терминологию «район работ».

ПО Trimble Geomatics Office может вычислить дополнительные поправки за трансформацию необходимые для наилучшего согласования с опорной сетью и сохранить эти определения в базе данных систем координат.

calibration coordinates (калибровочные координаты)

Координаты WGS-84 (эллипсоидальные широта/долгота/высота) вычисленные в процессе уравнивания сети с минимальными ограничениями, затем сохраненные для последующего использования для GPS калибровки.

Калибровочные координаты используются как определённые с помощью GPS координаты, которые при выполнении калибровки связаны с плоскими прямоугольными координатами какой-либо точки.

Cartesian coordinates (Декартовы координаты)

См., Earth-Centered-Earth-Fixed – геоцентрические Декартовы (прямоугольные) координаты.

chi-square test (критерий хи-квадрат)

Полная статистическая оценка результатов уравнивания сети. Это - проверка суммы квадратов весов поправок, числа степеней свободы и критической вероятности 95% или более.

Цель этой оценки состоит в том, чтобы отклонить или принять гипотезу о том, что предсказание ошибок выполнено правильно.

clock offset (смещение часов)

Постоянная разность шкал времени двух часов. В GPS, обычно относится к смещению между часами спутника и часами приёмника.

closure (невязка)

Согласованность между измеренными и известными элементами геодезической сети.

CMR

Компактная Запись Измерения

Спутниковое сообщение, передаваемое базовым приёмником и используемая для кинематики в реальном времени (RTK) для вычисления базовой линии от базы до ровера.

Coarse Acquisition (C/A) code (Грубый код (C/A))

Код псевдослучайного шума (PRN), которым модулирован сигнал L1. Этот код помогает приёмнику вычислить расстояние до спутника.

code (код)

Код GPS – это код псевдослучайного шума (PRN), которым модулируются несущие сигналы GPS.

C/A код несекретен и доступен гражданским пользователям.

P код также известен и несекретен, но в случае необходимости может быть зашифрован для целей национальной безопасности.

Кодовые измерения – это основа GPS навигации и координирования. Код также используется вместе с измерением фазы несущей для получения более точного решения базовой линии.

component (составляющая, приращение координат)

Одно из трёх геодезических измерений используемых для определения трёхмерного положения базовой линии между двумя точками с известными координатами. Та же самая базовая линия может быть определена азимутом, превышением и расстоянием (по эллипсоидальным координатам); дельта X, дельта Y и дельта Z (по прямоугольным пространственным Декартовым координатам); и дельта x, дельта y и дельта h (по плоским местным прямоугольным координатам).

constellation (созвездие)

Определенный набор спутников, используемых для вычисления координат: три спутника для определения планового положения, четыре спутника для определения трехмерного положения.

Все спутники, одновременно находящиеся в поле зрения GPS приёмника. Оптимальное созвездие – это созвездие с самым низким PDOP. См. также PDOP.

constrained (несвободная, ограниченная, условная)

Величина (измерение и координаты), значение которой в процессе уравнивания принимается за истинное (фиксация значения).

constraint (условие, ограничение)

Внешние ограничения (условия), наложенные на уравниваемые величины (измерения и координаты) в процессе уравнивания.

control point (пункт геоосновы)

Закреплённая на местности точка, координаты которой определены или находятся в процессе определения с помощью геодезических измерений.

conventional observation (обычное измерение)

Измерение, полученное в поле с помощью тахеометра или теодолита.

Система координат (система координат)

Набор параметров, которые позволяют трансформировать GPS координаты (на эллипсоиде WGS-84) в координаты на плоскости (в проекции) с ортометрическими отметками (над геоидом).

Состоит из параметров трансформации, модели геоида и определения картографической проекции.

Набор параметров трансформации определяется в базе данных системы координат. В этот набор входит определение координатной поверхности, являющейся основой системы координат, в которую выполняется трансформация.

Вы можете связать существующую модель геоида с системой координат, но можно также указать превышения геоида над референц-эллипсоидом. Используйте утилиту Trimble Система координат Manager для определения модели геоида в базе данных системы координат.

Вы можете связать с системой координат несколько типов картографических проекций (например, поперечная Меркатора или параллельная Ламберта). В разных странах и регионах для достижения оптимальных результатов (минимизация искажений) используются различные типы картографических проекций. Картографические проекции позволяют проецировать широту и долготу на соответствующую координатную поверхность для получения прямоугольных координат. Отметки для координат в проекции получают с помощью модели геоида, связанной с системой координат.

Утилита Trimble Система координат Manager позволяет Вам знакомиться, редактировать и добавлять определения систем координат.

correlated (коррелированные)

Говорят о двух или более измерениях (или полученных величинах), которые имеют, по крайней мере, один общий источник ошибки.

covariance (ковариация)

Мера корреляции ошибок между двумя измерениями или полученными величинами. Также относится к недиагональным членам (то есть не к дисперсии) дисперсионно-ковариационной матрицы.

covariance matrix (ковариационная матрица)

Матрица, определяющая дисперсию и ковариантность измерений. Диагональные элементы – это дисперсии, а все члены по обе стороны от диагонали – ковариации.

covariant values (значения ковариации)

Это - публикация распространившихся (вычисленных) апостериорных ошибок азимута, расстояния и высоты между парами опорных точек, полученных в результате уравнивания сети. Термин ковариация указывает на то, что в вычислении используются ковариационные члены дисперсионно-ковариационной матрицы уравненных опорных точек.

current view (текущее окно)

С помощью команды *Window / New Window (Окно / Новое окно)* Вы можете открыть более одного окна для ознакомления с базой данных. Каждое из этих окон может иметь различные параметры настройки окна. Текущее окно – это окно, раскрытое в настоящий момент, и оно идентифицируется по заголовку активного окна.

cycle slip (срыв цикла)

Прерывание захвата (приёма) сигнала спутника. В этом случае в течение постобработки необходимо переопределить число целых циклов между спутником и приёмником – разрешить неоднозначность.

data logging (регистрация данных)

Процесс регистрации спутниковых данных в файле, записанном в приёмнике, контроллере с ПО Trimble Survey Controller, или на PC карте.

data message (сообщение данных)

Сообщение, включенное в сигнал GPS, в котором содержится информация о местоположении и техническом состоянии спутников, а также все временные поправки.

datum (референц-эллипсоид, ИГД – Исходные Геодезические Данные)

Математическая модель поверхности земли наилучшим образом представляющая часть или всю поверхность геоида. Она определяется зависимостью между поверхностью эллипсоида и точкой, на топографической поверхности выбранной в качестве начала координат. Обычно эта поверхность называется геодезическим эллипсоидом.

Размер и форма эллипсоида и расположение центра эллипсоида относительно центра земли, обычно определяются параметрами эллипсоида.

datum defect (дефект ИГД)

Неизвестные несоответствия между двумя наборами координат в разных системах, которые могут быть исправлены только с помощью трансформации системы координат в процессе уравнивания сети.

datum transformation (параметры трансформации ИГД)

Определение параметров трансформации, которые используются для преобразования координат точки, определенных на одной координатной поверхности (системе координат) в координаты на другой координатной поверхности (системе координат).

В ПО Trimble Geomatics Office есть несколько различных методов трансформации системы координат:

По семи параметрам

По трём параметрам (называемая трансформацией Молоденского)

Datum Grid (Трансформация на плоскость)

Множественная регрессия

Обычно процесс трансформации, преобразующий данные, полученные в системе координат WGS-84 (GPS методами) в координаты на плоскости, используемые для геодезических и картографических работ (картографические поверхности) в различных регионах земного шара.

de-correlate (де-корреляция)

Служит для устранения ковариации между измерениями. Может быть выполнена с помощью детальной ортогональной трансформации или с помощью раздельного планового и высотного уравнивания.

deflection of the vertical (отклонение по вертикали)

Глоссарий.

Разность углов между верхним направлением отвесной линии (вертикалью) и перпендикуляром (нормалью) к эллипсоиду.

degrees of freedom (степени свободы) мера избыточности сети.

delta elevation (превышение) разность отметок между двумя точками.

delta height (дельта высоты – превышение над референц-эллипсоидом) высотная составляющая GPS базовой линии в ПО Trimble Geomatics Office. Это - разность высот или изменение высоты.

delta N, delta E, delta U (дельта x, дельта y, дельта h)

Приращения плоских прямоугольных координат.

delta X, delta Y, delta Z (дельта X, дельта Y, дельта Z)

Приращения прямоугольных пространственных (Декартовых) координат.

Differential positioning (Дифференциальное координирование)

Точное определение относительного положения двух приёмников, которые одновременно отслеживают одни и те же спутники.

DOP

Снижение Точности

Индикатор качества GPS координат. Учитывается расположение каждого спутника относительно других спутников созвездия и их расположение относительно GPS приёмника. Низкое значение DOP указывает на более высокую вероятность получения результатов с высокой точностью. Стандартные DOP-ы для GPS работ:

PDOP пространственное положение (три координаты)

HDOP плановое положение (две плановые координаты)

RDOP

VDOP высотное положение (только высота)

TDOP время (только смещение шкал времени)

Doppler shift (Эффект Доплера)

Очевидное изменение частоты сигнала, вызванное относительным движением спутников и приёмника.

double differencing (вторая разность)

Арифметический метод вычисления разности фаз несущей вычисленных в процессе одновременного измерения двумя приёмниками, отслеживающими одни и те же спутники. Этот метод позволяет исключить ошибки часов спутников и приёмника.

DTM (ЦММ)

Цифровая Модель Местности

Трёхмерное электронное представление местности.

dual-frequency (двухчастотный)

Тип приёмника, который использует сигналы L1 и L2 спутников GPS. Двухчастотный приёмник может более точно вычислять местоположения на больших расстояниях и в неблагоприятных условиях измерений, потому что компенсирует ионосферные задержки.

Earth-Centered-Earth- Fixed (ECEF)

Декартова система координат, используемая опорным каркасом WGS-84. В этой системе координат, центр системы расположен в центре масс земли. Ось Z совпадает со средней осью вращения земли, а ось x проходит через 0° N и 0° E. Ось y перпендикулярна плоскости образованной осями x и z.

Easting (y (восток))

Значение координаты в системе плоских прямоугольных координат отсчитываемое в восточном направлении, слева направо по сетке координат.

elevation (отметка, ортометрическая отметка)

Высота над средним уровнем моря или высота над геоидом. Иногда называется ортометрической отметкой.

elevation mask (маска по высоте возвышения)

Угол возвышения спутника над горизонтом, значение которого обычно устанавливается равным 13°. Если приёмник отслеживает спутник находящийся выше, то Вы избежите интерференции, вызванной зданиями, деревьями и переотражением.

Trimble не рекомендует отслеживать спутники находящиеся ниже 13°.

ellipsoid (эллипсоид)

Математическая модель земли, образованная вращением эллипса вокруг его малой оси. Малая ось эллипса – это полярная ось, а главная ось – это экваториальная ось.

В определение эллипсоида входят длины обеих осей или длина главной оси и сжатие.

Две величины определяют эллипсоид; это обычно длина главной полуоси и сжатие

$$f = (a - b) / a,$$

где b - длина главной полуоси.

ellipsoid distance (эллипсоидальное расстояние)

В ПО Trimble Geomatics Office, это - длина нормального сечения между двумя точками.

Эллипсоидальное расстояние – это не геодезическое расстояние.

ellipsoid height (эллипсоидальная высота, эл. высота)

Расстояние, измеренное по нормали, от поверхности эллипсоида до точки.

entities (объекты)

Первичные графические элементы, которые Вы можете рассматривать и выбирать в графическом окне.

Объекты, имеющиеся в ПО Trimble Geomatics Office – это точки, линии, дуги, кривые, текст и подписи.

ephemeris (эфемериды)

Набор данных, который описывает положение астрономического объекта как функцию времени. Каждый GPS спутник периодически передает эфемериды, описывающие его предсказанное положение в ближайшем будущем, загружаемые Сегментом Управления. Программы для постобработки могут также использовать точные эфемериды, которые описывают точное положение спутника в момент выполнения измерений.

epoch (эпоха)

Интервал измерений GPS приёмником. Эпоха изменяется в зависимости от типа измерений:

для измерений в реальном времени значение этой величины устанавливается равным одной секунде.

для выполнения измерений с постобработкой значение эпохи может быть установлено в диапазоне от одной секунды до одной минуты.

epoch interval (интервал эпохи)

Интервал в измерениях, используемый GPS приёмником; также называется циклом.

error (ошибка)

Разность между измеренным значением величины и её истинным значением. Геодезические ошибки, в общем, разделяются на три категории: грубые ошибки, систематические ошибки, и случайные ошибки. Для обнаружения и устранения грубых и систематических ошибок используется оценка точности по методу наименьших квадратов, а для определения и должным образом распределения случайных ошибок используется уравнивание по методу наименьших квадратов.

error ellipse (эллипс ошибки)

Эллипс ошибки координат – это графическое представление величины ошибки определения положения точки после уравнивания сети.

events (события)

Запись случившегося события, например закрытия затвора фотограмметрической камеры. GPS приёмник может регистрировать метку события, содержащую время и алфавитно-цифровой подпись, введенный с помощью клавиатуры, описывающий событие. Событие может быть вызвано вручную с помощью клавиатуры или электрическим входным сигналом на одном из портов приёмника.

FastStatic (Быстрая статика)

Метод GPS измерений, использующий для сбора необработанных GPS данных время стояния на определяемой точке до 20 минут, после чего должна быть выполнена заключительная постобработка для дости-

жения точности менее сантиметра. Обычно время стояния изменяется в зависимости от числа спутников (SVs) в поле зрения:

4 SVs - 20 минут*

5 SVs - 15 минут*

6 или более SVs - 8 минут*

(*с интервалом эпох 15 секунд)

Файл Feature and Attribute Library (*.fcl) (Библиотека топокодов и атрибутов)

Текстовый файл, который содержит определения кодов, атрибутов, стилей CAD и управляющих кодов.

feature codes (топокоды, коды элементов местности)

Фразы или сокращения, которые описывают элементы местности, на которой выполняются измерения.

field codes (полевые коды)

Специальные команды, которые инструктируют ПО Trimble Geomatics Office о вставке информации в отчёты, файлы и подписи.

Полевые коды используются для передачи информации базы данных в ASCII импорт/экспорт/отчёт операциях.

final solution (заключительно решение)

Когда постобработка используется для получения GPS векторов, в частности при обработке измерений полученных методом статика, программа обработки базовых линий использует ряд методов обработки и комбинацию GPS измерений. Вообще говоря, каждое последующее решение лучше предыдущего. Заключительное решение предоставляет наилучшую оценку GPS вектора между двумя точками.

fixed (фиксированное)

См. constrained (несвободное).

fixed coordinates (фиксированные координаты)

Координаты точки, остающиеся постоянными в течение уравнивания сети.

fixed solution (фиксированное решение)

Решение полученное, когда программа обработки базовых линий достаточно уверенно способна разрешить неоднозначность для выбора одного набора целочисленных значений по качеству превосходящего другой. Решение называется фиксированным, в отличие от плавающего, потому что найдены надлежащие целочисленные значения числа длин волн, значения с плавающей точкой которых было получено в начальной стадии обработки.

flattening (сжатие)

Математическое выражение отношения длин главной и малой полуосей.

flattening inverse (обратное сжатие)

Значение обратное сжатию - более лёгкое для чтения и редактирования.

float solution (плавающее решение)

Решение полученное, когда програма обработки базовых линий неспособна, достаточно уверенно разрешить неоднозначность. Это решение называется плавающим, потому что полученная неоднозначность имеет дробное значение – с плавающей точкой.

free Уравнивание (свободное уравнивание)

Выполнение уравнивания сети без фиксации точек. В уравнивании используются внутренние ограничения.

frequency distribution (частотата распределения)

Размер и разброс невязок в наборе данных. Графически представляется в виде гистограмм.

fully constrained (полностью несвободное)

Уравнивание сети, при котором координаты всех пунктов, являющихся частью опорной сети более высокого класса, удерживаются фиксированным, т. е. равными каталожным значениям. Используется для сгущения сетей и развития новой сети от старой.

GDOP Геометрическое Снижение Точности

Зависимость между ошибками определения положения пользователя и времени и ошибками определения дальностей до спутников. См. также DOP.

geodetic azimuth (геодезический азимут)

Угол между геодезическим меридианом и тангенсом (касательной) к геодезической линии, проходящей через определяемую точку, измеренный в плоскости перпендикулярной к нормали эллипсоида проходящей через определяемую точку. Отсчитывается по часовой стрелке от северного направления меридиана.

geodetic datum (геодезический эллипсоид)

Математическая модель поверхности земли наилучшим образом представляющая часть или всю поверхность геоида. Она определяется зависимостью между поверхностью эллипсоида и точкой, на топографической поверхности выбранной в качестве начала координат. Размер и форма эллипсоида и расположение центра эллипсоида относительно центра земли, обычно определяются параметрами эллипсоида.

Для удовлетворения специфическим условиям в конкретных регионах были созданы различные референц-эллипсоиды. Например, европейские карты часто основаны на Европейском референц-эллипсоиде 1950 (ED-50). Карты Соединенных Штатов часто основаны на Североамериканских референц-эллипсоидах 1927 или 1983 (NAD-27, NAD-83). Все координаты GPS основаны на эллипсоиде WGS-84.

Geographic (geodetic) coordinates (Географические (геодезические) координаты)

Широта, долгота, и высота относительно поверхности эллипсоида.

geoid (геоид)

Эквипотенциальная поверхность силы тяжести, которая наиболее близко аппроксимирует средний уровень моря. Это - не однородная математическая форма, а неправильная фигура в общем напоминающая эллипсоид.

Вообще, высотные отметки точек измеряются относительно геоида. Однако, высоты точек, определённых GPS методами – это высоты относительно эллипсоида WGS-84 (математической фигуры).

Зависимость между эллипсоидом WGS-84 и геоидом должна быть определена по измерениям, т. к. нет никакого однозначного математического определения, которое могло бы описать эту зависимость. Вы должны использовать обычные методы геодезических измерений отметок над геоидом, а затем сравнить результаты с высотой над эллипсоидом WGS-84 в той же самой точке.

Выполнив большое количество измерений превышений геоида над эллипсоидом WGS-84 (геоидальные превышения), могут быть созданы файлы геоидальных превышений. Это позволит интерполировать геоидальные превышения в промежуточных точках. Файлы, содержащие эти геоидальные превышения называются моделью геоида. По координатам WGS-84, которые по расположению совпадают с моделью геоида, можно интерполировать геоидальные превышения в нужной точке.

geoid model (модель геоида)

Математическое представление геоида для конкретного района, или для всей земли. ПО использует модель геоида для получения геоидальных превышений.

geoid observation (геоидальные измерения)

Геоидальные превышения, с соответствующими ошибками, полученные с помощью модели геоида. Модуль уравнивания сети Trimble Geomatics Office обрабатывает их так же, как и любые измерения с соответствующими ошибками. После завершения уравнивания, в результатах будут учтены геоидальные превышения.

geoid separation (геоидальные превышения)

Расстояние между эллипсоидом и геоидом в данной точке.

geomatics (геоматика)

Проектирование, сбор, хранение, анализ, представление и поиск пространственной информации. Пространственная информация может быть получена из нескольких источников, включая GPS и обычные методы измерений. Геоматика интегрирует традиционную геодезию с новейшей технологией и помогает Вам быстро и легко решать всевозможные задачи.

GPS

Глобальная Навигационная Система

GPS основана на созвездии из двадцати четырёх (24) спутников, облетающих по орбите землю на очень большой высоте.

GPS baseline (GPS базовая линия, вектор)

Трёхмерное измерение между парой станций, для которых получены одновременные GPS данные и обработано с помощью разностных методик.

Представлена приращениями координат дельта X, дельта Y, и дельта Z; или азимутом, расстоянием и превышением.

GPS Измерения (GPS измерения)

GPS базовая линия с соответствующими ошибками. В результате уравнивания в GPS измерения вносятся поправки.

GPS raw data (необработанные GPS данные)

Данные, полученные GPS приёмником для последующей обработки. Это может быть .dat файл (формата Trimble) или RINEX файл.

GPS time (GPS время)

Шкала времени, используемая системой NAVSTAR GPS. GPS время основано на Всемирном Скоординированном Времени (UTC), но без добавления периодического *прыжка секунды*, для исправления за период вращения земли.

grid (сетка координат, система прямоугольных координат на плоскости)

Двумерная плоская система прямоугольных координат, например картографическая проекция.

grid conversion (преобразование сетки координат)

Преобразование между географическими и координатами в картографической проекции.

grid distance (расстояние по сетке координат, на плоскости, в проекции)

Расстояние между двумя точками, вычисленное по плоским прямоугольным координатам.

ground distance (расстояние на уровне земли)

Расстояние (горизонтальное расстояние, исправленное за кривизну земли) между двумя точками на поверхности земли.

HDOP

Снижение Точности в Плани

height measurement rod (стержень для измерения высоты)

Измерительный прибор, поставляемый вместе с внешней GPS антенной и используемый для измерения высоты антенны над точкой.

HI

Высота инструмента. Синоним высоте антенны для GPS измерений.

histogram (гистограмма)

Графическое представление размера и распределения поправок полученных в результате уравнивания сети.

Horizontal control point (Пункт плановой геоосновы)

Точка, имеющая только плановые координаты. Отметка или высота над эллипсоидом имеют более низкую точность или неизвестны.

horizontal distance (горизонтальное расстояние, горизонтальное проложение)

Расстояние между двумя точками, вычисленное в горизонтальной плоскости на высоте любой из точек.

horizontal position (плановое положение)

Точка только с плановыми координатами.

independent (независимые)

Фрагмент сети (подсеть), измерения и пункты геоосновы не связанные геометрией или источниками ошибок. Этот термин - противоположность коррелированным данным.

inner constraint (внутреннее ограничение, условие)

Уравнивание сети, выполненное без фиксации координат точек. ПО Trimble Geomatics Office использует центр тяжести сети в качестве внутреннего ограничения (условия).

integer ambiguity (целочисленная неоднозначность)

Целое число циклов фазы несущей в псевдодалности между GPS спутником и GPS приёмником.

integer search (поиск целого, целочисленных значений)

Процесс обработки GPS базовой линии либо в реальном времени, либо в постобработке, требует фиксированных решений целого для поиска наилучшего из возможных результатов. ПО, которое обрабатывает GPS измерения используется для получения базовых линий, выполняет поиск целочисленных значений для получения, фиксированного целочисленного решения. Поиск включает анализ различных комбинаций целочисленных значений и выбор наилучших результатов.

iono free (иносферно свободное)

Иносферно свободное решение (IonoFree)

Решение, в котором используется комбинация GPS измерений для моделирования и удаления воздействия ионосферы на GPS сигналы. Это решение часто используется для определения сетей высшего класса, особенно при измерении длинных базовых линий.

ionosphere (ионосфера)

Полоса атмосферы, состоящая из заряженных частиц на высоте от 80 до 120 миль над земной поверхностью. Она воздействует на точность GPS измерений, если выполняются измерения длинных базовых линий с помощью одночастотных приёмников.

Ionospheric modeling (ионосферное моделирование)

Задержка по времени, связанная с изменениями ионосферы, касающаяся частоты GPS сигнала и воздействующая на сигналы L1 и L2 по разному. При использовании двухчастотных приёмников, измерения фазы несущей обеих частот может использоваться для моделирования и устранения большей части воздействия ионосферы. Если двухчастотные измерения не доступны, то для исправления воздействия ионосферы может быть использована ионосферная модель, передаваемая GPS спутниками. Использование полученной от спутников модели, однако, не столь эффективно как использование двухчастотных измерений.

Iteration (итерация)

Полный набор вычислений в процессе уравнивания, в который включено составление уравнений поправок, нормальных уравнений, уравнивание координат и вычисление остаточных погрешностей.

kinematic surveying (кинематические измерения)

Метод GPS измерений, использующий короткое время стояния на точке (Отсановился и пошёл), при условии приёма сигналов по крайней мере 4-х спутников. Может выполняться в реальном времени или с постобработкой для получения результатов с точностью около одного сантиметра.

known point initialization (инициализация на исходном пункте)

Для инициализации кинематических измерений используется точка с известными координатами. Если есть два исходных пункта, то программа обработки базовых линий может решить обратную геодезическую задачу между двумя пунктами и получить инициализированный вектор. Этот вектор, с известными приращениями координат базовой линии (составляющими), используется для разрешения неоднозначности. Если программа способна успешно разрешить эту неоднозначность, то возможно фиксированное решение, наилучшее для кинематических измерений.

L1

Первичная несущая L-диапазона, используемая GPS спутниками для передачи спутниковых данных. Её частота - 1575.42 МГц. Она модулируется C/A кодом, P кодом и навигационным сообщением.

L2

Вторичная несущая L-диапазона, используемая GPS спутниками для передачи спутниковых данных. Её частота - 1227.6 МГц. Она модулируется P кодом и навигационным сообщением.

label (метка)

Информация, которую Вы можете назначать точкам в проекте. Они появляются рядом с точками, помогая Вам легко их идентифицировать. Метки видны как в режиме Съёмка, так и в режиме План.

Вы можете использовать заранее созданные в ПО Trimble Geomatics Office метки для маркирования точек (например, с их названиями, кодами и высотами).

Глоссарий.

Метки оформлены тем же шрифтом и размером как и подсказки, вид которых настраивается средствами Microsoft Windows.

Для назначения меток точкам в базе данных, используйте команду *Вид / Метки точек*.

layers (слои)

Место, для хранения сгруппированных данных.

Таким образом, организация данных в слои облегчает управление данными. В проекте может находиться любое число слоев. Для назначения или переназначения объекта слою, используйте окно *Свойства*. Название слоя может состоять из не более чем 100 буквенно-цифровых символов.

least squares (метод наименьших квадратов – мнк)

Математический метод для уравнивания результатов измерений, основанный на теории вероятности. Согласно этому методу уравнивания, сумма квадратов весов поправок минимальна.

level of confidence (доверительный интервал)

Мера доверия к результатам, выраженная в процентах или сигмах.

level of significance (уровень значимости)

Выражение вероятности. Считают, что ошибка одна-сигма (среднеквадратическое отклонение) имеет уровень значимости 68%. Для одномерных ошибок, 95% уровень значимости выражается 1.96 сигмой, а процент уровня значимости выражается 2.576 сигмами.

local ellipsoid (референц-эллипсоид)

Эллипсоид, указанный в качестве системы координат. Сначала координаты WGS-84 трансформируются на этот эллипсоид, а затем трансформируются в плоские прямоугольные координаты.

local geodetic coordinates (местные геодезические координаты)

Широта, долгота и высота точки. Координаты в системе координат референц-эллипсоида.

local geodetic horizon - LGH (местный геодезический горизонт)

В любой точке, плоскость на эллипсоидальной высоте данной точки, которая параллельна касательной к эллипсоиду плоскости в этой точке. Координаты в местном геодезическом горизонте выражены значениями North (x), East (y) и Up (h). LGH используется для разворота приращений в Декартовой системе координат, перед приведением базовой линии на эллипсоид. Азимуты, вычисленные по приращениям на LGH должны быть исправлены за асимметрию в процессе приведения на эллипсоид.

loop closure (замыкание полигона)

Замыкание полигона предоставляет возможность обнаружить ошибки измерений в пределах сети.

Для замыкания полигона нужно выбрать точку, с которой было выполнено одно или более измерений - исходную, добавить одно из этих измерений к координатам точки и вычислить координаты второй точки по этим измерениям. Этот процесс повторяется один или более раз по полигону, в итоге возвратившись к исходной точке. Если бы не было никаких ошибок в измерениях, то последние вычисленные координаты были бы точно такими же, как и исходные. Вычитая вычисленные координаты из исходных получаем невязку. Поделив эту невязку на длину линии получим ошибку, выраженную в долях миллиона (ppm) – относительную ошибку.

Эта методика может быть также использована для двух различных точек, когда координаты обеих точек известны с высокой точностью. Называется также замыканием теодолитного хода.

major axis (главная ось)

См. эллипсоид.

mapping angle (картографический угол)

Угол между линией параллельной осевому меридиану зоны и изображением меридиана на плоскости в данной точке. Также называется сближением меридианов.

mapping projection (картографическая проекция)

Строгое математическое выражение кривой поверхности эллипсоида на плоскости в прямоугольной системе координат.

mean sea level (средний уровень моря)

Средняя высота поверхности океана на всех стадиях прилива и отлива. Используется в качестве отсчётной поверхности для отметок.

minimally constrained (минимально ограниченное)

Уравнивание сети, при котором накладывается только достаточное количество условий для определения используемой системы координат. Используется для определения последовательности измерений.

minor axis (малая ось)

См. эллипсоид.

modeling (моделирование)

Выражение измерений и соответствующих ошибок математически и геометрически на некоторой координатной поверхности, такой как эллипсоид.

multipath (переотражение)

Интерференция (подобная «призракам» (помехам) на телевизионном экране), которая происходит когда GPS сигналы достигают антенны различными путями. Сигнал, прошедший путь отличный от прямого увеличивает ошибку определения псевдодальности. Переотражение может происходить от объектов, находящихся вблизи антенны.

narrow-lane (узкая фазовая дорожка)

Линейная комбинация измерений фазы несущих L1 и L2 (L1 + L2), которая полезна для исключения воздействия ионосферы на измеренные базовые линии. Эффективная длина волны узкой фазовой дорожки - 10.7 сантиметра.

NAVDATA

NAVDATA – это 1500-битное навигационное сообщение, передаваемое каждым спутником. Это сообщение содержит системное время, временные поправки, параметры модели ионосферной задержки, и эфемериды спутников и их техническое состояние. Информация используется, для обработки GPS сигналов с целью определения положения и скорости пользователя.

network (сеть)

Набор базовых линий. См. также подсеть.

Network Adjustment (уравнивание сети)

Решение системы уравнений составленных для распределения невязки путём минимизации сумм квадратов взвешенных поправок в измерения.

Методику уравнивания, которая используется в ПО Trimble Geomatics Office одни называют вариацией (изменением) координат, другие методом косвенных измерений.

network status (статус сети)

Обозначает то, что в уравнивание будут включены специфические измерения.

Network (сеть) означает, что они включены в уравнивание, non-network (не-сеть) - что исключены из уравнивания.

NMEA

Национальная Ассоциация производителей Морской Электроники

Стандарт NMEA 0183 определяет интерфейс для морских электронных навигационных устройств. Этот стандарт определяет ряд *строк*, называемых NMEA строками, которые содержат навигационные подробности, такие как координаты.

Большинство GPS приёмников Trimble могут выводить координаты в виде NMEA строк.

normal (нормаль)

В геодезии, прямая перпендикулярная к поверхности.

normal distribution curve (кривая нормального распределения)

Графическая иллюстрация теоретического распределения случайных величин вокруг её предполагаемого значения согласно теории вероятности. Используется в гистограммах.

northing (x (север))

Составляющая плоских прямоугольных координат, отсчитываемая к северу по осевому меридиану.

observation residual (поправка в измерение)

Поправка, применяемая к измерению, определяемая в результате уравнивания.

Измерения (измерения)

См. surveying Измерения (геодезические измерения).

occupation time (время стояния)

Период времени необходимый для достижения успешного результата обработки GPS базовой линии. Изменяется в зависимости от методики измерений, типа используемого GPS приёмника, и точности получения конечных результатов. Время стояния может изменяться от пары секунд (кинематическая съёмка) до нескольких часов (создание опорных геосетей или наблюдения за деформациями, которые требуют точности и стабильности наивысшего уровня).

origin (начало координат)

Пересечение осей в системе координат. Точка начала отсчёта координат.

orthometric height (ортометрическая высота, отметка)

Расстояние между точкой и поверхностью геоида. Обычно называется отметкой.

OTF search method (метод поиска OTF)

Для обработки GPS базовых линий, в реальном времени или с постобработкой, необходимо фиксированное решение для получения наилучших результатов. (См. integer search (поиск целого)).

Ранее этот поиск выполнялся по измерениям ползунным двумя стационарно установленными приёмниками. Современные приёмники и ПО могут использовать измерения, полученные во время передвижения приёмника. Поскольку приёмник перемещается, данные описываются как полученные *Непрерывно* («на лету») (OTF), и поиск целого по этим данным - *поиском OTF*.

Outlier (выброс, резко выделяющееся значение)

Измерение, которое идентифицировано в результате статистического анализа как имеющее слишком большую поправку по сравнению с предварительно оцененной ошибкой. Термин происходит от графического положения измерения на гистограмме.

over-determined (сверх определённая)

Сеть, для которой выполнено больше измерений чем, необходимо для вычисления координат сети. Имеет отношение к избыточности.

P-code (P-код)

Точный код, передаваемый GPS спутниками. Каждый спутник имеет уникальный код, которым модулированы обе несущие L1 и L2. P-код заменяется Y-кодом в случае активизации шифрования кодовых данных (Anti-Spoofing).

parameter (параметр)

Независимая переменная, выражающая координаты точек на линии или поверхности. См. неизвестные величины.

parity (чётность)

Форма проверки ошибок, используемая при хранении и передачи двоичных данных. Варианты проверки могут быть следующими: Even (Чётность), Odd (Не чётность) или None (Нет проверки).

PDOP

Снижение Точности определения Положения

Безразмерный критерий, выражающий зависимость между ошибкой определения положения пользователя и ошибкой координат спутника. Геометрически, PDOP пропорционален 1 деленной на объём пирамиды, образованной линиями исходящими из приёмника до четырех наблюдаемых спутников. Значения оцениваются на «хорошо» если они менее, например 3. Значения более 7 оцениваются недостаточными. Таким образом, маленький PDOP связан с широко расположенными на небесной сфере спутниками.

PDOP связан с плановым и высотным DOP:

$$PDOP^2 = HDOP^2 + VDOP^2$$

PDOP cutoff (отсечка по PDOP)

Параметр приёмника, определяющий максимально возможное для координирования значение PDOP. Когда геометрическая ориентация спутников ухудшается и PDOP превысит значение маски, приёмник остановит процесс вычисления местоположения.

PDOP mask (маска по PDOP)

Самое высокое значение PDOP, при котором приёмник вычисляет координаты.

phase center (фазовый центр)

См. antenna phase correction (антенная фазовая поправка).

phase center models (модели фазового центра)

Модель используется для исправления GPS сигнала, в зависимости от типа антенны. Коррекция основана на возвышении спутника над горизонтом и моделирует электрические изменения в фазовом центре антенны. Эти модели полезны для устранения ошибок в случае одновременного использования антенн разного типа. См. также antenna phase correction (антенная фазовая поправка).

plumbing (горизонтирование)

Выравнивание антенны или прибора по вертикальной линии (отвесной линии) перпендикулярной к эквипотенциальной поверхности силы тяжести.

point positions (положение точки)

См. autonomous positioning (автономное координирование).

postprocess (постобработка)

Обработка спутниковых данных на компьютере после полевых измерений.

ppm

Миллионная часть

Стандартизированное представление ошибки масштаба в измерениях расстояния. Ошибка 1 PPM приводит к ошибке в результатах измерения в 1 мм на каждые 1000 метров расстояния.

precise ephemeris (точные эфемериды)

См. ephemeris (эфемериды).

precision (точность)

Мера того, как близко случайные величины имеют тенденцию группироваться вокруг вычисленного значения. Высокая точность подразумевает маленькие поправки. Обычно выражается как часть чего то, или по другому, как миллионная часть чего то (относительная ошибка).

PRN

Псевдослучайное число

Последовательность цифровых 1 и 0, которые распределены случайным образом подобно шуму, но может быть точно воспроизведена. PRN коды имеют низкое значение автокорреляции для всех задержек или отставаний кроме того, когда они точно совпадают.

Каждый NAVSTAR спутник может быть идентифицирован по его уникальным C/A и P кодам псевдослучайного шума, поэтому термин PRN иногда используются в качестве другого названия GPS спутника или SV.

probability (вероятность)

Статистически - процентное отношение, выражающее то, что часть гипотетического числа измерений попадет в определенные границы. Иногда называется уровнем значимости.

probable value (вероятное значение)

Уравненное значение для измерений и других величин, учитывая, что выравнивание было выполнено правильно. Наиболее близкое приближение к наиболее истинному из возможных значений.

project (проект)

ПО Trimble Geomatics Office работает с данными в проектах. Вы можете рассматривать проект как рабочее пространство, в котором Вы трудитесь. Новые проекты всегда создаются с помощью существующих шаблонов и наследуют все элементы шаблона. С этого момента, вся новая работа сохраняется только в новом проекте.

Проект содержит все необработанные измерения, вычисленные точки, определение системы координат, рабочие линии, текст и CAD стили.

project datum (система координат проекта)

Исходные данные, связанные с проектом в ПО Trimble Geomatics Office. Все местные координаты отображаются в этой системе координат.

projection (проекция)

Используется для создания карты на плоскости, которая представляет поверхность земли или часть этой поверхности.

propagated error (распространяющаяся ошибка)

Вычисленная ошибка, полученная в результате оценки ошибок измерений и выраженная в координатах. Распространяющиеся координатные ошибки могут, в свою очередь, быть распространены в относительные ошибки азимута, расстояния и превышения между точками.

A Quality Acceptance test (тест на приемлемость качества)

Один или более тестов для оценки качества, выполняемых над необработанными GPS измерениями, для определения удовлетворяют ли значения установленным допускам. Эти тесты или удаляют данные из дальнейшей обработки или отмечают данные, для которых необходимо улучшение качества.

QC records (QC записи)

Записи Контроля качества

QC записи содержат информацию о качестве измеренных GPS координат. Они сохраняются в записи точки.

ratio (отношение)

В течение инициализации, приёмник определяет целое число длин волны для каждого спутника. Для определенного набора целых чисел, он исходит из вероятности того, что это правильный набор.

Отношение – это отношение вероятности правильности наилучшего в настоящий момент набора целых чисел к вероятности правильности следующего наилучшего набора. Таким образом, высокое отношение указывает, что наилучший набор целых чисел - намного лучше, чем любой другой набор. Это дает нам уверенность, что он правилен. Отношение должно быть более 5 для новой точки и OTF инициализаций.

RDOP

Относительное Снижение Точности

Real-Time kinematic (кинематика в реальном времени)

Метод GPS измерений в реальном времени использующий короткий период стояния на точке (остановился и пошёл), при условии приёма сигналов по крайней мере от 4 спутников. Этот метод требует радиоканала для связи между базой и ровером.

Rectangular coordinates (прямоугольные координаты)

Координаты в любой системе, в которой оси пересекаются под прямым углом.

K reduced column profile (K приведенный столбец профиля)

Сокращенная версия нормальных уравнений, в которых уравнения переупорядочены, для уменьшения памяти компьютера, необходимой для хранения всех отличных от нуля элементов.

redundancy (избыточность)

Количество измерений, которого достаточно для того, чтобы опорная сеть стала «переопределённой», или получила большее количество измерений, чем необходимо для строгого вычисления координат точек.

redundant baselines (избыточная базовая линия)

Базовая линия, измеренная на точке, которая уже была включена в сеть с помощью других измерений. Избыточная базовая линия может быть или независимо переизмерена ранее, или измерения на точке выполнены с другой базы. Она избыточна, потому что предоставляет больше информации, чем необходимо для уникального определения точки. Избыточные измерения очень полезны, в том случае если они обеспечивают проверку качества предыдущих измерений.

redundant observation (избыточное измерение)

Повторное измерение, или измерение, которое способствует «переопределению» сети.

reference factor (RF)

Глоссарий.

См. standard error of unit weight (среднеквадратическая ошибка единицы веса).

reference frame (опорный каркас)

Система координат референц-эллипсоида.

reference station (референц-станция)

Базовая станция.

reference variance (коэффициент дисперсия)

Квадрат коэффициента относимости.

relative errors (относительные ошибки)

Ошибки и точность, выраженные для и между парами уравненных пунктов сети.

residual (поправка)

Обработка или уравнивание измерений для замыкания опорной сети. Также, любая разность между измеренным и вычисленным значением одной и той же величины.

RINEX

Формат Независимого Обмена данными

Стандартный формат файла необработанных GPS данных используемый для обмена файлами из приёмников различных фирм - изготовителей.

RMS (среднеквадратическое отклонение)

Среднеквадратическое отклонение выражает точность измерений на точке. Это - радиус круга ошибки, в пределах которого находятся приблизительно 70% всех координат. Может быть выражено в единицах измерения расстояния или в циклах длины волны.

rotated meridian (разворот меридиана)

Зональная константа для картографической поперечной проекции Меркатора.

rotation (разворот)

В трансформации угол, на который разворачиваются оси координат вокруг начала координат.

rover (ровер)

Любой передвигающийся GPS приёмник с полевым контроллером, который выполняет измерения в поле. Положение передвигающегося приёмника может быть дифференциально-исправлена относительно стационарно установленного базового GPS приёмника.

RTCM

Радио Технические Комиссия по Морским Услугам.

Комиссия образованная для определения дифференциального канала связи для дифференциальной коррекции в реальном времени измерений выполняемых передвигающимся GPS приёмником. Существует два типа RTCM дифференциальных корректирующих сообщений, но все GPS приёмники Trimble используют более новый протокол RTCM типа 2.

RTK

Кинематика в реальном времени

Тип GPS измерений.

satellite geometry (спутниковая геометрия)

Положение и движение GPS спутников в течение GPS измерений.

scalar (скаляр)

В мнк, величина, применяемая к дисперсиям (расхождениям) (ошибки), на основании необходимого доверительного интервала.

scalar weighting (назначение веса скаляру)

Процесс применения скаляра к оцененным ошибкам для надлежащего назначения весов измерениям. В ПО Trimble Geomatics Office существуют три типа скаляров:

По умолчанию означает, что установлен скаляр 1.00, начальная оценка ошибки, остаётся той же самой

Глоссарий.

Альтернативный означает, что установлен скаляр равный RF из предыдущего уравнивания

Пользовательский означает, что Вы можете ввести значение скаляра

Скаляр применяется к ошибкам измерений с помощью одного из следующих методов:

Все измерения

Каждое измерение

Группы дисперсий

scale (масштаб)

Множитель, используемый для координат и других линейных переменных таких как параметры картографических проекций и трансформаций.

SDMS

Система Управления Данными Измерений

Набор определений форматов для хранения измерений. Этой системой управляет AASHTO.

Selective Availability (S/A) (Избирательный Доступ (S/A))

Искусственное снижение точности сигнала GPS спутников Министерством Обороны США. Ошибка в положении, вызванная S/A может достигать до 100 метров.

semimajor axis (главная полуось)

Половина главной оси эллипсоида.

semiminor axis (малая полуось)

Половина малой оси эллипсоида.

session (сеанс)

Период, в течение которого один или более GPS приёмников регистрирует спутниковые данные.

set-up error (ошибка установки на станции)

Ошибка в центрировании трегера или измерения высоты инструмента на станции.

sideshot (полярное направление)

Базовая линия измеренная без избыточности.

sigma (сигма)

Математическое обозначение или термин среднеквадратической ошибки.

single-frequency (одночастотный)

Тип приёмника, который использует только сигнал L1 GPS. Нет никакой компенсации за воздействие ионосферы.

site calibration (калибровка района работ)

Процесс вычисления параметров, в котором устанавливается зависимость между координатами WGS-84 (широта, долгота и высота над эллипсоидом) определенными с помощью GPS измерений и местными каталожными координатами в проекции и с отметками над средним уровнем моря. Параметры используются, для вычисления местных прямоугольных координат по координатам WGS-84 (и наоборот) в реальном времени при использовании методов RTK измерений.

skyplot (небесный график)

Полярный график, на котором показана часть видимых спутников на выбранный период времени. Высота возвышения спутника представлена радиальным расстоянием, а азимут представлен угловым размером. Результат изображает путь спутника, который был бы виден наблюдателю, если он находился бы непосредственно над определяемой точкой.

solution types (типы решений)

Описание, как данных, так и методов используемых для получения базовых линий в процессе GPS измерений. Обычные типы решений: кодовое, плавающее и фиксированное. Названия этих типов характеризуют методы, используемые программой обработки базовых линий для получения решения базовых линий. Типы решений также могут такими: L1, L2, с широкой фазовой дорожкой, с узкой фазовой дорожкой или ионосферно-свободное. Названия этих типов характеризуют путь, с помощью которого комбинируются GPS из-

мерения для достижения специфических результатов. Для получения дополнительной информации, см. справочники по обработке GPS измерений.

slope distance (наклонное расстояние)

Расстояние в плоскости, параллельной превышению между точками.

SNR

Отношение сигнал-шум

Мера силы спутникового сигнала. SNR лежит в диапазоне от 0 (отсутствие сигнала) до около 35.

standard error (среднеквадратическая ошибка, СКО)

Статистическая оценка ошибки, согласно которой 68 процентов от бесконечного числа измерений будет теоретически иметь абсолютные погрешности менее или равные этому значению.

standard error of unit weight – RF (среднеквадратическая ошибка единицы веса)

Мера величины поправок в измерения при уравнивании сети по сравнению с предварительной оценкой точности ошибок измерений.

State Plane Coordinates (Государственные координаты на плоскости)

Специальные определения поперечной Меркатора и конформной Ламберта проекций, принятые в соответствии с законодательными актами в США. Существует один набор зон для NAD-27, и другой для NAD-83.

static (surveying) (статика (измерения))

Метод GPS измерений, использующий длительные периоды стояния на точках (в некоторых случаях часы) для получения необработанных GPS данных, затем выполняется постобработка для достижения точности менее сантиметра.

static network (статическая сеть)

Статическая сеть описывает геометрию и порядок, в котором определяются (статика и быстрая статика), организуются и обрабатываются GPS базовые линии. Программа обработки базовых линий сначала исследует проект, определяя точки с координатами самого высокого качества, а затем выполняет обработку сети, опираясь на эти точки. Результат – это набор статических базовых линий, которые получены, по точным исходным координатам.

status (статус)

Каждый измеренный и введенный набор координат точки имеет такой показатель как статус (вкладка *Summary (Итоги)* окна *Свойства*).

Статус может быть Enabled (включено), Enabled as check (включено в качестве контрольной) или Disabled (отключено):

«Включённые» измерения и координаты всегда используются в перевычислении для определения вычисленного положения точки.

«Включённые в качестве контрольных» измерения и координаты используются только, если нет никаких включённых

«Отключённые» измерения и координаты никогда не используются.

stochastic model (стохастическая модель)

Общее основание методов используемых для оценки ошибок в процессе уравнивания сети.

subnetwork (подсеть, часть сети)

Набор базовых линий связанных вместе общими исходными пунктами, и независимый от любых других базовых линий. В ПО Trimble Geomatics Office, сеть может состоять из одной или более подсетей, а любая отдельная подсеть может состоять как из нескольких, так и из одной базовой линии и двух исходных пунктов.

Super-trak (супер-трэк)

Патентованный Trimble метод обработки сигнала L2, в случае шифрования P-кода.

Surveying observation (геодезические измерения)

Измерения, выполненные на или между пунктами геоосновы с помощью геодезического оборудования, включая GPS приёмники и обычное оборудование.

SV

Спутниковый Аппарат (или космический аппарат)

symbols and line types (типы условных знаков и линий)

Символы и типы линий используются с помощью утилит Trimble Symbol и Line Type Editor (Редактор символов и редактор типов линий). Используйте эти редакторы для создания новых символов и типов линий, а также для редактирования существующих. Символы хранятся в библиотеках символов, а типы линий хранятся в библиотеках типов линий.

ПО Trimble Geomatics Office использует текущие системные библиотеки символов и типов линий. При сохранении отредактированной библиотеки Вы можете сделать библиотеку системной (если она уже не является таковой).

systematic errors (систематические ошибки)

Ошибки, происходящие из определённого источника и имеющие определённый знак и величину, в последовательности связанных измерений.

tau (value) (тау (величина))

Значение, вычисленное по внутренней частоте распределения, основанной на числе измерений, степенях свободы и данного процента вероятности (95%). Это значение используется при уравнивании сети для определения рассогласования с другими измерениями. Если поправка в измерение превысит тау, то оно будет помечено как выброс. Известны как тау-линии на гистограмме нормализованных поправок, вертикальные линии слева и справа от осевой вертикальной линии.

tau criterion (тау критерий)

Статистическая методика Аллена Попа для обнаружения резко отличающихся измерений - выбросов.

TDOP

Снижение Точности определения Времени

terrestrial observation (наземные измерения)

Наземное измерение – это полевое измерение, выполненное с помощью ручного лазерного дальномера или тахеометра.

TOW

Время Недели

GPS время в секундах, в полночь с субботы на воскресенье.

tracking (трэкинг)

Процесс приема и распознавания сигналов от спутника.

transformation (трансформация)

Разворот, смещение и масштабирование сети для перехода из одной системы координат в другую.

transformation group (группа трансформации)

Выбранная группа измерений, используемая для вычисления параметров трансформации, уникальных для этой группы измерений. Как правило, измерения в пределах группы – одного и того же типа с похожими ошибками и выполнены с помощью общего метода.

transformation parameters (параметры трансформации)

Набор параметров, полученных для уравнивания сети или указанных пользователем, которые позволяют перейти от одной координатной поверхности к другой. В случае GPS измерений вычисляются параметры трансформации для перехода от координат WGS-84 к местным.

tribrach (трегер, подставка)

Устройство, используемое для размещения и центрирования GPS антенн и других геодезических приборов на штативах.

tropo correction (тропосферная поправка)

Поправка, применяемая к спутниковому измерению для исправления тропосферной задержки.

tropo model (тропосферная модель)

Глоссарий.

Сигналы GPS задерживаются тропосферой. Период задержки изменяется в зависимости от температуры, влажности, давления, высоты станции над уровнем моря и высотой возвышения GPS спутников над горизонтом. Исправление кодовых и фазовых измерений для учёта этой задержки может быть выполнено с помощью тропосферной модели.

Univariate (одномерность)

Математическая функция, описывающая поведение одномерных случайных ошибок, в:

углах

расстояниях

превышениях

отметках

высотах над эллипсоидом

URA

Точность определения Дальности Пользователем

Мера ошибок, которые могут быть вызваны техническим состоянием спутников и Избирательным Доступом (S/A). URA 32 метров указывает на то, что включен S/A. Значение URA устанавливается Сегментом Управления и передаётся спутниками.

unknowns (неизвестные величины)

Вычисленные поправки в координаты и параметры трансформации. Также используются для вычисления невязки измерений.

US National

Правительственное агентство Соединенных Штатов, которое обслуживает геодезические опорные сети в пределах США и подконтрольных территорий.

US Survey Foot (американские геодезические футы)

1200/3937 метра. Официальная единица измерения длины в системе NAD-27.

UTC

Всемирное Скоординированное Время

Эталон времени, основанный на местном солнечном среднем времени на Гринвичском меридиане. См. также GPS время.

variance (дисперсия)

Квадрат среднеквадратической ошибки.

variance component estimation (оценка составляющей дисперсии)

Метод наименьших квадратов для оценки относительной погрешности различных частей сети.

variance group (группа дисперсий)

Одна из групп измерений, для которых при уравнивании сети выполнена оценка составляющей дисперсии.

variance-covariance matrix (дисперсионно-ковариационная матрица)

Набор чисел, выражающих дисперсии и ковариации в группе измерений.

VDOP

Снижение Точности по Высоте

vector (вектор)

Трёхмерная линия между двумя точками.

vertical (вертикаль)

Подобна нормали, за исключением того, что вычисляется от касательной плоскости до геоида вместо эллипсоида.

vertical adjustment (уравнивание по высоте)

Уравнивание сети состоящей только из высотных измерений и координат.

vertical control point (репер – точка с высотной отметкой)

Точка только с высотной отметкой. Плановые координаты имеют более низкую точность или неизвестны.

WAVE

Программа Весовой Оценки Вектора Неоднозначности

WAVE – это программа обработки базовых линий Trimble. Она вычисляет GPS вектора по измерениям, выполненным статикой, быстрой статикой или кинематикой.

weight (вес)

Величина обратно пропорциональная дисперсии измерения.

weighting strategy (стратегия назначения весов)

Совокупность значений, используемая для пополнения дисперсионно-ковариационной матрицы в ПО Trimble Geomatics Office.

weights (веса)

Набор весов или значения обратные элементам дисперсионно-ковариационной матрицы коррелированных измерений.

WGS-84

Мировая Геодезическая Система (1984)

Математический эллипсоид, используемый GPS начиная с января 1987.

wide-lane (широкая фазовая дорожка)

Линейная комбинация L1 и L2 измерений фазы несущей (L1 - L2). Это полезно для их низко эффективной длины волны (86.2 см) и для обнаружения целочисленных неоднозначностей при измерении длинных базовых линий.

X, Y и Z

В геоцентрической Декартовой системе координат, X относится к направлению оси координат, исходящей из начала системы координат в направлении Гринвичского меридиана; Y к оси исходящей из начала координат под 90° к оси X в плоскости меридиана и ось Z направленной к полюсу. В прямоугольных системах координат, X относится к оси восток - запад, Y к оси север - юг и Z к высотной оси.

Y-code (Y-код)

Y-код – это зашифрованная форма информации, содержащейся в P-коде. Спутники передают Y-код вместо P-кода, когда активизирован Anti-Spoofing.

zenith delay (зенитальная задержка)

Задержка сигнала GPS спутника наблюдаемого в зените, вызванная тропосферой. Поскольку спутник приближается к горизонту путь сигнала проходящего через тропосферу становится больше, что увеличивает задержку.