МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный технический университет»

Кафедра кадастра недвижимости, землеустройства и геодезии

космическая геодезия

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

к выполнению лабораторных работ для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» (профиль «Геодезия») всех форм обучения

Воронеж 2022

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Уравнивание сетей геодезических измерений

Выбор проекта

Прежде всего, перед началом работы в программе необходимо выбрать проект. Для этого нужно запустить пункт меню «Файл\Выбрать Проект», в открывшемся проводнике выбрать каталог проекта «Уравнивание сетей», нажать кнопку «Добавить», ввести название проекта («Уравнивание»), подтвердить ввод имени, а затем подтвердить выбор проекта нажатием кнопки «ok».

При работе с программой наиболее удобной структурой хранения данных является следующая: в корневом каталоге диска создается папка для хранения проектов, а в ней создаются подпапки, соответствующие конкретным проектам.

Если на папку ранее был настроен Topocad, создан проект, и были изменены настройки проекта, то папка будет подсвечена в проводнике зеленым цветом.



Puc. 1.

Выбор проекта.

Настройки

После выбора проекта следует выполнить проверку настроек («Файл\Настройки»).

«Настройки системы» являются общими для всех проектов, но часть из них дублируется в «настройках проекта». При задании индивидуальных настроек проекта в каталоге проекта автоматически создается файл Topocad.pcf, содержащий введенные

значения. Настройки проекта автоматически загружаются при переключении с проекта на проект.

В первую очередь рекомендуется проверить следующее:

- порядок и наименование осей системы координат (Север, Восток, Х, Ү);

- представление угловых величин (градусы - 360);

- шаблон чертежа (для разных проектов можно использовать разные шаблоны);

- файлы библиотек УЗ (Для выполнения задания в каталоге проекта имеется библиотека system 2011).

Подробно все настройки программы описаны в инструкции.

Откройте настройки проекта и в закладке «Съемка» выполните настройку на файл с координатами исходных точек Торосаd.pp

Загрузка данных.

В Торосаd можно загрузить линейно-угловые измерения, записанные в форматах приборов SOKKIA, TRIMBLE, LEICA, NIKON, а также данные в формате LandXML и в форматированном текстовом формате с разделителями. С приборами SOKKIA, TRIMBLE, LEICA Topocad поддерживает прямую передачу данных через интерфейсный кабель RS- 232.

Кроме того, в Topocad можно загрузить измерения, выполненные цифровыми нивелирами (TRIMBLE DiNi, TOPCON DL), а также измерения ГНСС из контроллеров TRIMBLE.

Создайте новый файл «Результаты измерений» (Файл/Создать/Результаты измерений) и импортируйте в него файл «semka.sdr». Для этого запустите функцию импорта (Файл/Импорт/SOKKIA), в открывшемся диалоговом окне поставьте флаг «Данные с диска», нажмите клавишу «Ok» и в окне проводника укажите файл «semka.sdr».

В закладке «результаты измерений» после загрузки будут выведены сделанные измерения.

Раздельное уравнивание теодолитных ходов.

В базовом исполнении Topocad позволяет выполнить раздельной уравнивание теодолитных ходов. Это означает, что не только каждый ход будет рассчитываться отдельно от остальных, но и то, что угловые и линейные измерения по ходам будут уравниваться раздельно.

При уравнивании хода программа выполняет расчет координат точек в прямом направлении, затем выполняет определение линейной, угловой и высотной невязки (если в настройках хода установлен флаг «пространственный»). После определения невязок выполняется их распределение по выполненным измерениям и повторный пересчет

координат точек хода.

Если ход не один, а последующие ходы опираются на предыдущие, то расчет выполняется исходя из следующего предположения: после уравнивания хода уравненные координаты точек этого хода считаются известными и безошибочными.

В загруженных измерениях можно выделить три хода. Схема ходов представлена на Рис. 2. На этой схеме красным цветом выделены точки, координаты которых известны.

Синим цветом выделены точки, координаты которых требуется вычислить.



Puc. 2.

Схема ходов.

В первый вход включены точки S7, S5, S4, S2, S1, S3, S15.

Во второй ход включены точки S5, S9, S12, S6, S4.

В третий ход включены точки S9, S10, S14, S8, S5.

Безусловно, можно из этой сети выделить и большее количество ходов, но мы для начала остановимся на трёх, имеющих минимальную длину.

Построение хода.

Для вычисления координат точек следует начать с уравнивания первого хода.

Зайдите в меню «Съемка» и запустите функцию «Построить ход». В открывшемся окне составьте цепочку пунктов, входящих в первый ход. Обратите внимание на то, что открывшийся список необходимо очистить и при создании нового списка на точке S7 в поле «Назад» должна быть выбрана точка S15, а на точке S15 в поле «Вперед» должна быть точка S7.

Назад:	Ход	Вперед:	ОК
\$3	\$7 \$5 \$4 \$2 \$1 \$3 \$15	\$7 \$3	Отмена
			Добавить

Рис. 3.

Построение первого хода.

Вычисление хода

Для подтверждения построения хода нажмите кнопку «Ok». Перед уравниванием хода зайдите в меню «ход» и активируйте команду «настройка». В открывшемся окне установите флаг «создать схему». После этого активируйте команду «вычислить» меню «ход».

спосоо привна	ки		Выниолит
Полный		Y	Отмена
-		-	Справка
Учет Поправок			
Длина		*	
Пространстви	анный		
ОРП Первый	a mean	Первая Станці	19
Имя Тчк:	S15	Имя Тчк:	\$7
X:	33675.151	×	33687.922
	770 242	v.	200 569
Y	110.042	1.5	
Y: H:	165.825	H:	165.955
Ү: Н: Посл.Станция	165.825	Н:	165.955
Ү: Н: Посл. Станция Имя Тчк;	165.825 S15	н: ОРП Последни Имя Тчк:	165.955 и
Ү: Н: Посл.Станция Имя Тчк; Х:	165.825 515 33675.151	н: ОРП Последни Имя Тчк: Х:	165.955 0 57 33687.922
Ү: H: Посл.Станция Имя Тчк: Х: У:	165.825 515 33675.151 779.342	н. Н: ОРП Последни Има Тчк: Х: У:	165.955 (A 57 33687.922 700.569

Рис. 4.

Настройки уравнивания.

После запуска вычислений выводится окно с возможностью установить параметры уравнивания. В частности, можно указать способ привязки: полный, висячий или координатная привязка (но обязательно с одним примычным углом). В графе «учет поправок» можно установить способ учета поправок: не учитывать (без поправок), распределить невязку только в измеренные расстояния (линейный), распределить невязку и в расстояния и в углы (длина). Флаг в поле «пространственный» свидетельствует о том, что будет также уравниваться ход тригонометрического нивелирования.

Координаты исходных точек загружаются автоматически из рр-файла.

Обратите внимание, в данном случае имеется замкнутый ход, но всё равно уравниваться он будет как полный. Просто будет дублирование координат исходных пунктов в начале и конце хода.

Установите способ привязки «полный», учет поправок «длина» и нажмите кнопку «Вычислить».

После запуска вычислений откроется окно с результатом вычислений по каждой точке.

В этом окне выводятся уравненные координаты выбранной точки хода; «поправки» -разность между координатами точек из прямого расчета и уравненными координатами; расхождения между измеренными прямо и обратно расстояниями и превышениями.

Для точек, координаты которых требовалось вычислить должен быть установлен флаг «Добавить в РР-файл». В таком случае координаты будут добавлены в каталог исходных пунктов.

Нажмите кнопку «Готово».

Имя точки S5	×		Готово
Соорд	Поправки	Расх. Вперед/Назад	Отмена
< 33705.843	×: 0.103	Расст. 0.013	Справк
659.644	Y: -0.020	Прев. 0.004	<u> </u>
1: 165.882	H: -0.069		
Добавить в РР-	райл		

Puc. 5

Уравнивание.

После нажатия этой кнопки будет сформирован чертеж со схемой хода. Координаты

точек будут добавлены в файл рр.

Вывод ведомости.

Для вывода отчета достаточно находясь в файле данных хода запустить функцию «Печать» меню «Файл». Заполнение отчета программа выполняет по подготовленному заранее шаблону. Все шаблоны доступны для редактирования.

лал фа	йла: 1.trv			Си	стема коорди	інат: (Lokalt)
Органи Объект	зация ГСИ						
Bang	Измеренный	Дирекционный	Измеренное	Уравненное	Вычисленные	координаты	
пункі	Угол	Угол	Расстояние	Расстояние	×	Y	
1	2	3	4	5	6	7	
S15		279°12'32"		79.8015			
S7	194°26'25"	293°38'57"	44.617	44.6765			
S5	235°52'50"	349°31'47"	44.390	44.3624	33705.843	659.644	
S4	247°09'30"	56%1116"	32 192	32 1850	33749.467	651.583	
S2	282°43'06"	150974770	37 507	37 5291	33767.143	678.479	
S1	124°45'32"	10 4909/5 4"	00 702	00 70 45	33732.012	691.680	
S3	271°20'55"	104 09 54	99.703	99.7045	33707.613	788.353	
	263%11/43"	195*30'49"	33.689	33.6894			
S15	200 41 40						



Ведомость первого хода.

Сохраните файл с данными хода под именем «1».

С помощью меню «Окно» сделайте активным файл sur результатов измерений. Постройте ход №2. Для этого повторите выше описанные действия. Порядок следования точек второго хода следующий: S5 с ориентированием на S4, S9, S12,

S6, S4 с ориентированием на S5. Выполните уравнивание второго хода.

Организ Объект	ация ГСИ				стени коорди	nan (Eokan
_	Измеренный	Лирекционный	Измеренное	Уравненное	Вычисленные	координаты
Пункт	Угол	Угол	Расстояние	Расстояние	X	Y
1	2	3	4	5	6	7
34 35	305°58'58"	169°31'47"		44.3624		
39	291°44'12"	295°30'44"	101.706	101.6916	33749.642	567.869
312	204°52'41"	47 °14 56" 72 °17 37"	33.749 54.055	33.7759 54.0634	33772.570	592.670
36	277°13'57"	169°21'34"	40.390	40.3901	33789.163	644.125
54	180°10'13"	169°31'47"	44.387	44.3624		
			0.000			
	Nb = 5	fb = 61"	U.UUU Σ = 318,646		fs = -0,003 м	

Puc. 7

Ведомость второго хода.

Сохраните файл с данными хода под именем «2».

Снова сделайте активным файл sur результатов измерений. Постройте ход №3.

Порядок следования точек второго хода следующий: S9 с ориентированием на S5, S10, S14, S8, S5 с ориентированием на S9. Выполните уравнивание второго хода.

Организ Объект	ECH			Си	стема коорди	нат: (Lokalt)
	ация і Си					
Пункт	Измеренный Угол	Дирекционный Угол	Измеренное Расстояние	Уравненное Расстояние	Вычисленные	координаты ∨
1	2	3	4	5	6	7
S5		295°30'44"		101.6916		
S9	63°46'03"	179°16'47"	34 164	34 1229		
S10	259°25'32"	258°42'20"	46.928	46.9156	33715.522	568.297
S14	28°00'15"	106°42'35"	38.614	38.6319	33706.334	522.290
S8	157°15'03"	83°57'38"	100.913	100.9134	33695.226	559.291
S5	31 °33 '06"	20582014.48	101 701	101 0010		
		295-30'44"	101.701	101.6916		
S9			0.000			

Puc. 8

Ведомость третьего хода.

Таким образом, все три хода были уравнены.

При раздельном нестрогом уравнивании ходов единственными параметрами, которые можно проконтролировать являются длина хода, количество сторон (углов), форма хода, угловая невязка и линейная невязка. Суть уравнивания при этом состоит в распределении вычисленных угловой и линейной невязок независимо друг от друга. Угловая невязка распределяется поровну во все углы, а линейная в каждую сторону хода пропорционально её длине.

Следует отметить, что на самом деле угловая и линейная невязки взаимосвязаны.

Например, если ошибка допущена в угловых измерениях, то она приведет к увеличению не только угловой невязки, но и линейной.

В третьем ходе на станции S14 введите в отсчет по горизонтальному кругу вперёд

277°48'10" вместо 277°47'10", что приведет к угловой ошибке в 1', и заново выполните уравнивание хода (при повторном уравнивании снимите флаг в поле «Добавить в pp-файл»). Оцените характеристики хода.

Организ Объект	зация ГСИ					
	Ижеренный	Пирекционный	Имеренное	Уравненное	Вычисленные г	вординаты
Пункт	Угол	Угол	Расстояние	Расстояние	х	Y
1	2	3	4	5	6	7
S5 S9	63%552"	295°30'44"		101.6916		
S10	2599242	179°16'36"	34.164	34.0142	22745 624	559 309
010	200 20 12	258°39'48"	46.928	46.9226	337 15.631	500.290
314	20 10 39	106°46'27"	38.614	38.6415	33706.407	522.291
58	157*12"11"	83*58'38"	100.913	100.9134	33695.255	559.288
S5	31 *32 '06"	295°30'44"	101.701	101.6916		
S9			0.000			
		A 71"	E 100.075			

Puc. 9

Ведомость третьего хода с грубой ошибкой.

Вместе с угловой невязкой изменилась и линейная, хотя в измеренные расстояния ошибок мы не вводили. Из этого следует сделать вывод о том, что данный способ уравнивания является сильно упрощенным и для высокоточных работ не подходит.

Совместное уравнивание сетей измерений.

В Торосаd имеется дополнительный модуль «Уравнивание сетей», в котором реализован метод многогруппового совместного уравнивания сетей линейно-угловых измерений по методу наименьших квадратов параметрическим способом.

Данный метод уравнивания подходит как для отдельных ходов, так и для сетей измерений, состоящих из ходов и засечек.

Суть метода состоит в формировании системы параметрических уравнений поправок для сети измерений. Используя основное условие метода наименьших квадратов –минимум суммы квадратов поправок помноженных на веса, переходят системе нормальных уравнений. Из решения системы нормальных уравнений получают поправки в значения параметров.

Для оценки точности в данном методе используются элементы корелляционной матрицы, получаемой в процессе вычислений. Помимо этого в модуле «Уравнивание

сетей» имеется ряд дополнительных тестов, позволяющих проанализировать сеть измерений на наличие ошибок.

Загрузка данных.

Для загрузки данных модуль «Уравнивание сетей» использует файл sur результатов измерений. То есть для того, чтобы загрузить измерения в модуль уравнивания, необходимо предварительно загрузить данные в sur файл. Ручной ввод данных тоже поддерживается. Следует отметить, что в модуль уравнивания сетей следует загружать только те измерения, которые относятся к планово-высотному обоснованию. Прочиеизмерения загружать в модуль не следует, так как их уравнивание не требуется – они

рассчитываются как полярные пункты из sur файла после уравнивания сети и получения уравненных координат точек планово-высотного обоснования.

Закройте все открытые файлы кроме sur файла, в который ранее были загружены данные из формата sdr. В этом файле в закладке «Результаты измерений» выведена информация по станциям и сделанным на этих станциях измерениям (Рис. 10).

Метаданные Исходные	очки Результ	аты измере	ний Координат	ы Данные ни	велирования GPS	данные GPS коор	рдинаты Пр	осмотр (Съемка	, Координат	ты, GPS, GPS координ	аты, Исходные
51 52	Тип	Станции: Изв	естная СТН 🔽	Температура		Прибор: По	умолчанию	~			
1		Имя: S1		Давление		🗹 Вычисл. вы	юты				
4 5		Kou: ST	*	Оператор		🗌 Высота из	обр. визирования				
9	Вы	с. инстр.: 1.54	10	Дата	20.01.2012	Исп. Коорд	цинаты Станции Ісод для орментиров	ки (нет ОРП)			
6	⊂ Koo	рдинаты Стан	ции			E Flore Flope o					
13	×	1000.000	Y: 1000.000	H: 100.000	Нач. Оточ.: О	00'00'' Ди	p.9: 0*00'00''				
4	- Don	павки									
4		Длина: Нет	✓ Пр	овкция: Нет	🗸 Эллипсоид:	Нет 💌	П. призмы: Нет	~			
5	Про	SM: <bce td="" town<=""><td>w v</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></bce>	w v								
		Ориентация	Тип Съемки	Имя Тчк	Гор.У	Верт.У	Гор. прол.	Накл. расст.	Превыш	Выс отр. Код Тчк	Контр. ка
	1	Нет	Точка	S3	275"09'29"	89"38'52"		99.7100		1.600 OP	
	2	Нет	Точка	\$2	150"23'44"	90"20'44"		37.5140		1.600 OP	
	3	Нет	Точка	1	281*18'57''	89"36"43"		23.0140		1.600	
	4	Нет	Точка	2	279"34'56"	89"33'28"		26.8490		1.600	
	6	Нет	Точка	3	276"10"22"	89"33'29"		26.7030		1.600	
	6	Нет	Точка	4	269'09'41''	89'53'56''		26.5110		1.600	
	7	Нет	Точка	5	252*58'29''	89"31"36"		28.1600		1.600	
	8	Нет	Точка	6	250*05'26''	90"20"11"		27.9110		1.600	
	9	Нет	Точка	7	251*49'45''	89"57"23"		28.0470		1.600	
	10	Нет	Точка	8	251*50*17**	89"27"58"		30.4140		1.600	
	- 0	Нет	Точка	9	249*42'01"	88*55'52''		31.4250		1.600	
	12	Нет	Точка	10	245*58'35''	90*02'03''		32.8800		1.600	
	13	Нет	Точка	11	242"56'34"	90"28'36"		33.7250		1.600	
	14	Нет	Точка	12	241*35*11**	90*18'58''		30.2710		1.600	
	15	Нет	Точка	13	240'04'48''	90*41*35**		29.7240		1.600	
	16	Нет	Точка	14	234*53'47"	90*05'02''		25.7180		1.600	
	17	Нет	Точка	15	236"39"14"	90"31"51"		24.4090		1.600	
	18	Нет	Точка	16	239*41*11*	90*47'50''		24.1920		1.600	
	19	Нет	Точка	17	240'53'49"	91*03'58''		24.0270		1.600	
	20	Нет	Точка	18	240"16'38"	89*47'04''		22.9700		1.600	
	21	Нет	Точка	19	242*08*15*	90"31"20"		23.1080		1.600	
	22	Нет	Точка	20	243"04'49"	91*13*19"		24.3150		2.200	
	23	Нет	Точка	21	250"09'49"	91*11'30"		27.0940		2.200	
	24	Нет	Точка	22	251*50'04''	89"57"44"		27.1780		1.600	
	25	Нет	Точка	23	233"32'38"	89"56'03"		25.7650		1.600	
	26	Нет	Точка	24	220*24105**	90"18'49"		25,9000		1 600	



Результаты измерений.

Слева приведен список станций, справа – информация по каждой из станций. Для каждой из станций можно назначить тип: известная, обратная засечка, точка хода. Если в памяти прибора была сохранена информация о координатах станции, а также данные ориентирования, то будут заполнены поля в группе «Координаты Станции», а тип станции будет «Известная».

Если установлены флаги «Исп. Координаты Станции» и «Исп. Гор. Угол для ориентировки», то эти данные будут использованы для расчета координат полярных точек. Так как в нашем случае необходимо использовать данные, полученные в результате уравнивания, следует снять на всех станция эти флаги.

Для того, чтобы во время расчета был вычислен ориентирный угол, то необходимо напротив измерений на другие станции установить тип «ОРП» и Ориентация «Да». Это поможет также и фильтровать измерения при загрузке их в модуль уравнивания.

Выполните описанные выше действия на всех станциях. Сохраните sur файл результатов измерений.

Создайте новый файл «Уравнивание».

Выполните импорт данных измерений из сохраненного файла sur(Файл/Импорт/Файл). При этом программа выдаст предложение во время загрузкифильтровать станции и измерения на станциях по типу, а также указать прибор из

библиотеки, находящейся в системных настройках. Необходимо указать тип станции для импорта «Исх.Точки», тип измерений для импорта «ОРП».

CORRECT OF	SET 💌
акой тип станц	ии импортировать?
🗹 Исх. Точки	
🔲 Обр. Засечка	3
🗹 Точки Хода	
Нивелирова	ние
Сакой тип измер 🔽 ОРП	ений Вы хотите импортировать?
Точка	
Другое	
— Другое — ОРП если ма — Среднее из г	DXHO

Puc. 11

Импорт измерений.

Просмотр измерений.

После загрузки измерений активна закладка «Измерения». В этой закладке перечислены все выполненные измерения.

Изме	рения Т	очки При	боры П	араметры	Сводка	Схемы	Результаты	Отчет		14							
	СТочки	На Точк	Серия №	ор. Угол	ерт. Угол	стояние	Выс. Прибора	с. Отражателя	Прибор	Атм.	Поп	авление	Темп,	Bec. Ф. Pacc.	Вес. Ф. Угол	Превыш	Испол
1	\$1	S3	1	275*09'2	89*38'52	99.7100	1.540	1.600	По умо 😪	Дa	*	1013.00	20.000	1.000	1.000	1.000	ΓK, Pa
2	S1	S2	1	1 50°23'44'	' 90°20'44'	37.5140	1.540	1.600	По умолча	⊦Да		1013.000	20.000	1.000	1.000	1.000) FK, Pa
3	S2	S1	1	1 }30°23'43'	89*39'06'	37.5010	1.655	1.600	По умолча	⊦Да		1013.000	20.000	1.000	1.000	1.000) FK, Pa
4	S2	S4		1 47°39'11'	' 89°25'13'	32.1960	1.655	1.600	По умолча	н Да		1013.000	20.000	1.000	1.000	1.000) FK, Pad
5	S1	S3	3	2?75*09'29'	' 89°38'47'	99.6970	1.540	1.600	По умолча	нДа		1013.000	20.000	1.000	1.000	1.000) FK, Pa
6	S1	S2		2 50°24'10'	' 90°20'27'	37.5100) 1.540	1.600	По умолча	⊦Да		1013.000	20.000	1.000	1.000	1.000) FK, Pad
1	S4	S2		1 27*39'39'	90°42'54'	32.1920	1.622	1.600	По умолча	⊦Да		1013.000	20.000	1.000	1.000	1.000) FK, Pa
8	S4	S5		1 340°31'56'	89°25'01'	44.3890	1.622	1.600	По умолча	⊦Да		1013.000	20.000	1.000	1.000	1.000	TK, Pa

Puc. 12

Таблица измерений.

В таблице измерений перечислены все «вектора» сети – измерения с точки на точку.

Для каждого измерения содержится следующая информация:

- имена точек;

- серия измерений – если на одной и той же точке выполняется повторная установка инструмента, то необходимо разделить измерения на серии (при загрузке серии назначаются автоматически);

- непосредственно сами измерения (отсчеты по ГУ, ВУ, наклонное расстояние, направление, превышение, проложение – в зависимости от того что было записано в память прибора);

- высота прибора и отражателя;

- прибор – позволяет учесть неравноточность выполненных измерений;

- учет атмосферной поправки и параметры атмосферы для её учета (давление и температура), для разных типов приборов используются разные формулы учета атмосферных поправок:

Leica ppm=281.5-((0.29035* pressure)/(1+0.00366* temp));

Trimble/Geodimeter ppm=275-((79.53*pressure)/(273+temp));

Topcon ppm=279.6-((79.53*pressure)/(273.2+temp));

Sokkia Laser ppm=282.59-((0.2942*pressure)/(1+0.003661*temp));

Sokkia Reflector ppm=278.96-((0.2904*pressure)/(1+0.003661*temp));

- использовать или нет для измерения поправку за переход на поверхность относимости и поправку за переход на плоскость в проекцию Гаусса-Крюгера;

 весовые факторы для измеренных углов, расстояний и превышений – в норме веса

измерений для уравнивания рассчитываются как величины обратные ошибке единицы веса измерения, но пользователь с помощью весового фактора может повлиять на назначение веса, достаточно назначить весовой фактор 0.5 и измерение будет оказывать в два раза меньшее влияние на измерения;

- состав измерений, которые будут использованы при уравнивании – пользователь имеет возможность отключить не всю строку измерений, а отдельные компоненты.

Все загруженные данные доступны для редактирования и ручного ввода. Измерениязагружать необязательно. При необходимости всё можно ввести вручную.

Ввод координат исходных пунктов.

Перейдите в закладку «Точки».

Изм	ерения То	ки Прибо	ры Параметр	ры Сводка	Схемы Р	езультаты	Отчет								
	Имя Тчк	Код Тчк	Известное Х	Известное Ү	вестное Н	Известно	ш. Центр. Х	Ош. Центр. Ү	ш. Центр. Н	численное Х	исленное Ү	исленное Н	скп х	СКП Ү	СКП Н
1	S1	ST	33 732.012	691.680	165.312	Нет									
2	S3	OP	33 707.613	788.353	165.921	Нет									
3	S2	OP	33 767.143	678.479	165.032	Нет									
4	S4	OP	33 749.467	651.583	165.354	Нет									
5	S5	OP	33 705.843	659.644	165.745	Нет									
6	S6	OP	33 789.163	644.125	164.867	Нет									
7	S7	OP 🗸	33687.922	700.569	165.955	Bce 🗸 🗸									
8	S8	OP	33 695.226	559.291	165.858	Нет									
9	S9	OP	33 749.642	567.869	165.627	Нет									
10	S10	OP	33 715.522	568.297	165.216	Нет									
11	S12	OP	33 772.570	592.670	165.411	Нет									
12	S13	ST				Нет									
13	S14	OP	33 706.334	522.290	165.843	Нет									
14	S15	OP	33 675.151	779.342	165.825	Bce									

Puc. 13

Таблица точки.

В таблицу точек загружаются координаты точек из pp-файла в графу «Известное». В поле известно устанавливается что именно использовать при вычислениях – плановые координаты, отметку или и то и другое. Безусловно, координаты могут быть введены и вручную.

Для всех точек, кроме S7 и S15, установите «Нет» в поле «Известно».

Помимо координат точек можно ввести ошибку центрирования, которая будет учтена при уравнивании и оценке точности. Например, нормальное значение ошибки центрирования для обычного штатива составляет 3 мм, для станции, определяемой из обратной засечки – 0.

После завершения уравнивания будут заполнены поля «Вычисленное» с вычисленными координатами точек и «СКП» со значением СКП определения координат точек.

Ввод точностных характеристик сети.

Перейдите в закладку «Приборы».

Изм	ерения То	чки Приборы Па	араметры С	Сводка Сх	емы Резу	льтаты От	гчет		
	Имя	Тип Инстр.	Точн. ГУ	Точн. ВУ	эчн. Расст.	PPM	евыш., mm/sqrt(km)	ш. Центр. ХҮ	Iш.Центр. Z
(1)	SET	Нивелир Sokkia	0°00'02''	0*00'02"	0.003	3.000		0.000	0.000
2	По умолча	н Тахеометр Leica	0*00'03''	0°00'03''	0.003	3.000		0.000	0.000

Puc. 14

Таблица приборы.

В этой закладке выводится информация по точностным характеристикам использованного оборудования, тип инструмента устанавливает формулу для учета атмосферных поправок. Эти данные используются при назначении весов измерений в

качестве ошибки единицы веса. Это означает, что корректность задания этих величин непосредственно влияет на результат уравнивания. Приборов может быть несколько, в таком случае их неравноточность будет учтена при выполнении уравнивания путем назначения разных весов измерений.

Установите угловую точность на уровне 2 секунд, линейную – 2 мм + 2 ррт.

Ввод параметров уравнивания.

Перейдите в закладку «Параметры».

В закладке параметры имеется три подраздела: Общие, Дополнительно, Настройка отчета.

Общие параметры.

Общие настройки – возможность выбора типа сети, которая будет уравниваться: плановая сеть, высотная сеть либо и та и другая. Но в любом случае плановая и высотная сети уравниваются раздельно друг от друга. Для высотной сети можно выбрать, какие из измерений включать в уравнивание – тригонометрическое нивелирование (выполненное наклонным лучом - тахеометр), геометрическое нивелирование (выполненное горизонтальным лучом - нивелир) либо и то и другое совместно.

ип Урав	ивания			
О Выст	808			
О Планс	во-высотное			
Гип Высо	пого Уравнив	ания		
ОТольк	о Геометричес	koe		
О Толык	о Тригонометр	ическое		
. Геоне	трическое и Тр	игонометрическ	.08	

Puc. 15

Параметры уравнивания – общие.

Дополнительные параметры.

В дополнительных параметрах задаются непосредственно параметры уравнивания.

Имеется шесть блоков быстрых настроек: использовать настройки проекта; местная система координат; настройки пользователя; неизвестная система координат; свободное уравнивание; свободное, местная система. По умолчанию всегда установлен блок «Использовать настройки проекта». Кроме выбора блока параметров, имеется возможность включить использование ошибки центрирования при уравнивании в априорной и апостериорной оценке точности вычисленных координат точек.

Установите активным блок параметров «Использовать настройки проекта».

Использовать настройки проекта.

В настройках проекта имеется возможность выбора системы координат проекта и ввода её параметров. Система координат может быть «Локальная» без дополнительно введенных параметров либо в проекции Гаусса-Крюгера с вводом параметров проекции.

Если выбрана СК проекции Гаусса-Крюгера, то во все измерения будут вноситься поправки за редуцирование линий на плоскость и поверхность относимости, в противном случае этого не произойдет. При этом координаты исходных точек считаются безошибочными (если не введена ошибка центрирования), масштаб сети фиксированный.

Для наиболее корректного уравнивания сети обязательно иметь данные о параметрах

Быстр. Исп. Настро	йки Проекта 🛛 💌	(Lokalt)	
Поправки			
R Кривизны: 6399000.000	Ү смещение: 0.000		
Отм.Пов.Относ. 0.00	Рефракция: 0.140		
Ср. Отметка: 0.00			
Доп. Настройки	Своб. Местная Сист	гема	
Свободный М-б	Станция:	~	
Свободное Уравнивание	Ориентир:	×	

проекции используемой системы координат.

Puc. 16

Параметры уравнивания – дополнительно, исп. Настройки проекта. **Местная система координат.** В данном случае уравнивание выполняется так, как оно было бы выполнено при установленной для проекта системе координат типа «Локальная». Дополнительно пользователь имеет возможность ввести значение коэффициента рефракции.

Быстр. Местная Сис	тема Координат 🛛 👻		
Поправки			
В Кривизны: 6389000,000	Ү смещение: 0.000		
Отм.Пов.Относ. 0.00	Рефракция: 0.140		
Ср. Отметка: 0.00			
Доп. Настройки	Своб. Местная Сист	ема	
Свободный М-б	Станция:	~	
Свободное Уравнивание	Ориентир:		

Puc. 17

Параметры уравнивания – дополнительно, местная система координат.

Настройки пользователя.

Поправки будут вноситься в зависимости от настроек, выполненных пользователем по параметрам, введенным пользователем. То есть для учета поправок пользователь сам должен в таблице измерений включить учет поправок для векторов. А для того, чтобы поправки учитывались корректно, необходимо ввести радиус кривизны поверхности, удаление от осевого меридиана по оси Y, отметку поверхности относимости и среднюю отметку проекта. Дополнительно доступны две настройки: «свободный масштаб» и «Свободное уравнивание». Если установить флаг «Свободный масштаб», то масштабный коэффициент при уравнивании не будет фиксированным. «Свободное уравнивание» - уравнивание замкнутых полигонов без участия координат исходных пунктов – проверка внутренней сходимости полигонов.

Быстр. Настройки Г	Іользователя	~			
Поправки					
R Кривизны: 6389000.000	Ү смещение:	0.000			
тм.Пов.Относ.: 0.00	Рефракция:	0.140			
Ср. Отметка: 0.00					
Доп. Настройки	Своб. Местна	я Систем	a		
Свободный М-б	Станция:		194		
Свободное Уравнивание	Ориентир:	~			

Puc. 18

Параметры уравнивания – дополнительно, настройка пользователя.

Неизвестная система координат.

При уравнивании поправки не вносятся как и в местной системе координат, но масштаб не фиксируется. Это означает, что в процессе уравнивания вычисляется масштабный коэффициент, позволяющий вписать свою сеть в сеть исходных пунктов, подобрав масштабный коэффициент, изменяющийся при удалении от осевого меридиана.

Быстр. Неизвестна	я Система Коорди 💌		
Поправки			
R Кривизны: 6389000.000	Y смещение: 0.000		
тм.Пов.Относ. 0.00	Рефракция: 0.140		
Ср. Отметка: 0.00			
Доп. Настройки	Своб. Местная Сис	гема	
🕑 Свободный М-б	Станция:	×.	
Свободное Уравнивание	Ориентир:	×	

Puc. 19

Параметры уравнивания – дополнительно, неизвестная система.

Свободное уравнивание.

Это уравнивание сети по внутренней сходимости без учета координат исходных пунктов. Такое уравнивание позволяет освободиться от влияния ошибок исходных пунктов и проверить внутреннюю сходимость полигонов. Данный метод работает только при наличии замкнутых полигонов. Вычисленные координаты пунктов недостоверны.

Быстр. Свободное 4	равнивание 🛛 🎽		
Поправки			
R Кривизны: 6389000.000	Ү смещение: 0.000		
тм.Пов.Относ. 0.00	Рефракция: 0.140)	
Ср. Отметка: 0.00			
Доп. Настройки	Своб. Местная Сис	тема	
Свободный М-б	Станция:	*	
Свободное Уравнивание	Ориентир:	~	

Puc. 20

Параметры уравнивания – дополнительно, свободное уравнивание.

Свободное, местная система.

Аналог свободного уравнивания, но фиксируются координаты одного исходного пункта и направление на другой пункт. Также позволяет проверить внутреннюю сходимость результата, но вычисленные координаты точек при этом более достоверны.

Быстр. Свободное,	Местная Система 💌		
Поправки			
R Кривизны: 6389000.000	Ү смещение: 0.000		
тм.Пов.Относ. 0.00	Рефракция: 0.140		
Ср. Отметка: 0.00			
Доп. Настройки	Своб. Местная Сист	гема	
Свободный М-б	Станция:	~	
🕑 Свободное Уравнивание	Ориентир:	~	

Puc. 21

Параметры уравнивания – дополнительно, свободное уравнивание, местная система.

Настройки отчета.

По умолч. Минимум	1 Bce			
Исходные координаты	Измерения (коррект.)	Beca		
Вычис. координаты	🔲 Измерения (уравн.)	🔲 Дир. Углы		
СКО точки	🗹 Уравнивание	🗹 Длина		
Эллипс ошибок	🔲 Поправки			
] Ошибка Центр.	🔲 Априорная ошибка	Наим. опред. ошибка		
] Статистика	🗹 Уровни Сигма	Наибольшее влияние		
🛾 Обзор Уравнивания	СКО измерений	Относ. избыток		

Puc. 22

Параметры уравнивания – настройки отчета.

В этом подразделе можно выбрать элементы, которые будут включены в отчет.

Включите «Все» компоненты отчета.

Уравнивание.

Для запуска уравнивания достаточно выполнить функцию Уравнивания/Выполнить

или перейти в закладку «Схемы» и подтвердить запуск уравнивания.

Запустите уравнивание.

Уравнивание выполняется по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Суть этого метода заключается в составлении параметрических уравнений поправок и решении этой системы. Решение выполняется в несколько итераций. На каждой из итераций выполняется расчет поправок в приближенные значения параметров и их внесение. Таким образом, значения параметров уточняются на каждой итерации.

Расчет продолжается до тех пор, пока не будет достигнута сходимость на субмиллиметровом уровне. Обычно расчет выполняется в 1-3 итерации. Максимальное допустимое число итераций установлено на уровне 20. Если после выполнения 20 итераций сходимость не достигнута, выводится соответствующее сообщение.

Перейдите в закладку «Сводка».

Измерения	Точки	Приборы	Параметры	Сводка	Схемы	Результаты	Отче
Плановое ур	авн.:	Уравниван	ие содержит	попрешнаст	ти (до 10	CKD).	
Значение	К:		0.42	9			
CKO:			274	0 (НМК	: 1.228)		
Макс, нев	язка рас	стояния:	0.01	3			
Макс, нев	язка Гор	. Упла:	0'00'11)''			
Макс, СКЕ) точки:		0.01	Z			
Высотное ур Энэчение I СКО: Макс. выс Макс. СКС	оавн.: К: :отная не) точки:	Не рассчит авязка:	ано.				
			Резуль	таты	Teope	тич	
К-во измера	ний с си	г ма 0-1:	31	47.692%	43	67%	
К-во измере	ний с си	гма 1-2:	13	67.692%	18	95%	
К-во измере	ний с си	г ма 2-3:	13	87.692%	4	100%	
К-во измере	ений с си	игма 3+:	В	12.308%			
Макс, урове Мин, относи	нь сигм пельный	а: 4 избыток:	4.040 0.095				
Contract of the or		recommended.	0.000				

Puc. 23

Сводка.

В закладке «Сводка» приведена сводная информация по результатам уравнивания.

Для того, чтобы уравнивание было возможным, количество измерений должно превышать минимально необходимое для определения координат точек. Самая первая строка Сводки – коэффициент К. Этот коэффициент характеризует избыточность измерений. Он рассчитывается как отношение количества избыточных измерений к общему числу измерений. Если избыточных измерений нет, то коэффициент избыточности равен 0. Нормальное значение этого коэффициента для сетей сгущения составляет 0.1 – 0.2, а для опорных геодезических сетей рекомендуется 0.5 и выше.

Ниже приведено значение СКО – ошибка единицы веса, характеризующая точность сети, а также её ожидаемое значение.

Далее выводится значение максимальных поправок, введенных по результатам уравнивания в измеренные величины, а также максимальное значение СКП определения координат точки для сети.

Далее приведена сводная информация по уровням «сигма». «Сигма» - отношение апостериорной СКП к априорной. Уровень «Сигма», равный 1 соответствует наличию ошибок на уровне инструментальной точности, равный 2 соответствует наличию случайных ошибок, превышающих значение инструментальной точности, равный 3 и более соответствует наличию грубых ошибок, сильно превышающих инструментальную точность.

Максимальный уровень сигма – самое большое значение по сети.

Минимальный относительный избыток – минимальное значение относительного избытка – величины характеризующей «избыточность» каждого отдельно взятого измерения.

Исходя из приведенной статистики видно, что в нашей сети имеются ошибки, значительно превышающие инструментальную точность.

Перейдите в закладку «Точки».

Изме	рения Точ	ки Прибој	ры 🛛 Параметр	ры 🛛 Сводка 🗍	Схемы Р	езультаты	Отчет								
	Имя Тчк	Код Тчк	Известное Х	Известное Ү	вестное Н	Известно	ш. Центр. Х	Ош. Центр. Ү	ш. Центр. Н	численное Х	исленное Ү	исленное Н	СКП Х	СКП Ү	СКП Н
1	ļ\$1	ST 🗸	33732.012	691.680	165.312	Нет 🔽				33731.991	691.680		0.006	0.005	
2	S3	OP	33707.613	788.353	165.921	Нет				33707.610	788.349		0.005	0.002	
3	S2	OP	33767.143	678.479	165.032	Нет				33767.096	678.483		0.006	0.006	
4	S4	OP	33749.467	651.583	165.354	Нет				33749.400	651.591		0.006	0.005	
5	S5	OP	33705.843	659.644	165.745	Нет				33705.741	659.661		0.003	0.004	
6	S6	OP	33789.163	644.125	164.867	Нет				33789.101	644.141		0.006	0.007	
7	S7	OP	33687.922	700.569	165.955	Bce									
8	S8	OP	33695.226	559.291	165.858	Нет				33695.223	559.299		0.009	0.007	
9	S9	OP	33749.642	567.869	165.627	Нет				33749.642	567.913		0.009	0.006	
10	S10	OP	33715.522	568.297	165.216	Нет				33715.483	568.355		0.009	0.006	
11	S12	OP	33772.570	592.670	165.411	Нет				33772.532	592.699		0.008	0.007	
12	S13	ST				Нет									
13	S14	OP	33706.334	522.290	165.843	Нет				33706.355	522.324		0.012	0.007	
14	S15	OP	33675.151	779.342	165.825	Bce									

Puc. 24

Уравненные координаты точек.

После выполнения уравнивания заполнены поля с уравненными координатами точек, а также со значением СКП определения координат точек. Проанализируйте данные.

Обратите внимание на то, что загруженные из pp-файла координаты, вычисленные путем уравнивания ходов, отличаются от уравненных координат.

Перейдите в закладку «Схемы».



Puc. 25

Схема сети.

В закладке «Схемы» отображается схема сети. На схеме черными линиями показаны линии связи между точками, синими стрелками показаны направления сделанных угловых измерений, а перпендикулярными линиям штрихами – измерений расстояний. Красные эллипсы на точках – эллипсы ошибок. В случае выполнения высотного уравнивания будут показаны гистограммы высотных ошибок.

Перейдите в закладку «Результаты».

ī		Γ.	. L	< 1 m	Ĺ	la la	T	0 1								
1	Изме	оения Т	очки Пр	иборы Па	араметры С	ьводка Схемы Рез	ультаты	Отчет								
l		С точки	На точку	Тип Набл.	Корр. набл.	Попр. в Изм.	Поправка	СКО уравн.	СКО исх.	Сигма	Мин. Ошибка	Влияние	Отн. избыток	Bec	Дир. Угол	Длина
l	1	S1	S3	Гор. Уг.	0*00'00'	' 00'00'	-0°00'07'	0*00'08''	0*00'03''	2.0	0°00'17''	0.0039	0.27	1000000	104°09'19''	100
l	2	S1	S2	Гор. Уг.	235°14'15'	' 0°00'00'	0°00'07'	0*00'08''	0*00'03''	2.0	0°00'17''	0.0039	0.27	1000000	339°23'48''	38
l	3	S2	S1	Гор. Уг.	0°00'00'	' 0°00'00'	0°00'00'	0*00'08''	0*00'03''	0.0	0°00'25''	0.0068	0.13	1000000	159°23'48''	37
l	4	S2	S4	Гор. Уг.	77°15'28'	' 0°00'00''	-0°00'00'	0*00'08''	0*00'03''	0.0	0*00'25''	0.0068	0.13	1000000	236°39'15''	32
l	5	S1	S3	Гор. Уг.	0*00'00'	' 0°00'00'	0°00'06'	0*00'08''	0*00'03''	2.0	0°00'17''	0.0039	0.27	1000000	104°09'19''	100
l	6	S1	S2	Гор. Уг.	235°14'41'	' 0°00'00'	-0°00'06'	0*00'08''	0°00'03''	2.0	0°00'17''	0.0039	0.27	1000000	339°23'48''	38
l	7	S4	S2	Гор. Уг.	0*00'00'	' 0°00'00'	-0°00'02'	0*00'08''	0°00'03''	0.5	0°00'25''	0.0067	0.13	1000000	56°39'15''	32
l	8	S4	S5	Гор. Уг.	112°52'17'	' 0°00'00'	0°00'05'	0*00'08''	0°00'03''	1.7	0°00'20''	0.0049	0.21	1000000	169°31'39''	44
l	9	S4	S6	Гор. Уг.	292*43'05'	' 0°00'00'	-0°00'04'	0*00'08''	0*00'03''	1.2	0*00'26''	0.0070	0.12	1000000	349°22'18''	40
l	10	S5	S4	Гор. Уг.	0*00'00'	' 0°00'00'	-0°00'02'	0*00'08''	0*00'03''	0.6	0°00'19''	0.0045	0.23	1000000	349*31'39''	44
	11	S5	S7	Гор. Уг.	124°00'32'	' 0°00'00'	0*00'02'	0*00'08''	0°00'03''	0.7	0°00'27''	0.0074	0.11	1000000	113°32'16''	45
1	12	S5	S8	Fop. Yr.	274*29'18'	' 0°00'00'	0°00'01'	0*00'08''	0*00'03''	0.3	0°00'17''	0.0039	0.27	1000000	264*01'00''	101

Puc. 26.

Результаты уравнивания.

В закладке «Результаты» отображается полная информация по уравниванию измеренных величин. Выведены сами значения сделанных измерений, вычисленные поправки, СКП априорно и апостериорное, «Сигма», Мин.Ошибка, Влияние, Относительный избыток, назначенный измерению вес. Ранее не описаны две величины –Мин. Ошибка и Влияние. Мин. Ошибка – это минимальная выявляемая ошибка, то есть ошибка соответствующая уровню 3 «Сигма». Влияние – это максимальное влияние ошибки измерения, которое она оказывает на вычисление координат точек.

В закладке «Отчет» сведена вся информация, которая была выбрана в Параметрах уравнивания в подразделе «Настройка Отчета».

В отчете помимо описанного выше приведены такие характеристики, как число избыточных измерений, масштабный коэффициент, количество итераций, кол-во измерений, параметры эллипсов ошибок.

Анализ результата.

Судя по приведенным характеристикам сети, она содержит большие относительно инструментальной точности ошибки измерений. Но вместе с тем, стоит задаться вопросом: какова цель выполнения всех этих измерений? А цель сделанных измерений – развитие обоснования с целью выполнения тахеометрической съемки для создания плана масштаба 1:500. Исходя из этого, можно сделать вывод, что точки сети должны быть определены не хуже 0.1 мм в масштабе плана. 0.1 мм в масштабе 1:500 составляет 5 см на местности. Оценка точности позволяет сделать вывод о том, что мы не превысили этот уровень.

Теперь обратите внимание на то, что уравнивание было выполнено в соответствии с настройками проекта, но мы их не изменяли, а это означает, что сеть была уравнена как с установленным блоком параметров «местная система координат». То есть поправки за приведение линий на поверхность относимости и плоскость не были внесены.

Координаты точек были интерпретированы как безошибочные. Хотя, на самом деле, в них могут содержаться ошибки, а координаты точек даны в местной системе координат проекции Гаусса-Крюгера и в случае значительного удаления от осевого меридиана масштабный коэффициент может быть значителен.

Перейдите в закладку «Параметры» и в подразделе «Дополнительно» выберите «Свободное уравнивание». Повторно запустите уравнивание.

Просмотрите Сводку и оценку точности определения координат пунктов. Нетрудно заметить, что при условии свободного уравнивания исходя из внутренней сходимости измерений, точность определения уравненных координат находится на приемлемом для нас уровне, хотя и есть значительное количество измерений, сильно выходящих за уровень в 3 сигма.

Изме	рения То	ки Прибо	ры Параметј	ры Сводка	Схемы Р	езультаты	Отчет								
	Имя Тчк	Код Тчк	Известное Х	Известное Ү	вестное Н	Известно	ш. Центр. Х	Ош. Центр. Ү	ш. Центр. Н	численное Х	исленное Ү	исленное Н	скп х	СКП Ү	СКП Н
1	S1	ST 🗸	33732.012	691.680	165.312	Нет 🔽				33731.990	691.683		0.004	0.004	
2	S3	OP	33707.613	788.353	165.921	Нет				33707.609	788.357		0.004	0.005	
3	S2	OP	33767.143	678.479	165.032	?Нет				33767.097	678.485	i	0.004	0.004	
Ļ	S4	OP	33749.467	651.583	165.354	Нет				33749.400	651.590	1	0.004	0.002	
5	S5	OP	33705.843	659.644	165.745	і Нет				33705.741	659.660	I	0.003	0.003	
6	S6	OP	33789.163	644.125	164.867	'Нет				33789.102	644.140	I	0.004	0.003	
7	S7	OP	33687.922	700.569	165.955	і Все				33687.922	700.566		0.003	0.004	
8	S8	OP	33695.226	559.291	165.858	8 Нет				33695.222	559.295	i	0.003	0.005	
9	S9	OP	33749.642	567.869	165.627	'Нет				33749.643	567.910	I	0.003	0.003	
10	S10	OP	33715.522	568.297	165.216	Нет				33715.483	568.352		0.003	0.004	
11	S12	OP	33772.570	592.670	165.411	Нет				33772.533	592.697		0.004	0.004	
12	S13	ST				Нет									
13	S14	OP	33706.334	522.290	165.843	8 Нет				33706.355	522.319		0.003	0.005	
14	S15	OP	33675.151	779.342	165.825	і Все				33675.150	779.350	I	0.004	0.005	

Puc. 27.

Уравненные координаты и оценка точности, свободное уравнивание.

Такие значения характеристик свидетельствуют о том, что необходимо внесение поправок за редуцирование линий на плоскость и поверхность относимости, либо имеются ошибки в исходных пунктах.

В Торосад имеется функция «Поиск Грубых Ошибок». Эта функция доступна из меню «Уравнивание», а также из контекстного меню схемы. Работа этой функции основана на том предположении, что значение СКП измерения из уравнивания (апостериорное) недолжно превышать априорное значение СКП этого измерения более чем в три раза. Чем более они отличаются, тем выше вероятность того, что это измерение содержит грубую ошибку. Если запустить эту функцию после уравнивания сети со стандартными параметрами, то самое большое значение отношения апостериорного значения СКП к априорному значению будет в измерении между исходными пунктами. Это подтверждает предположение о том, что либо требуется учет поправок, либо точность определения координат исходных пунктов недостаточна.

Выполните уравнивание со свободным масштабом. Проанализируйте результат.

Обратите внимание на масштабный коэффициент в Отчете.