

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ НОРМЫ И ПРАВИЛА

РУКОВОДСТВО ПО СОЗДАНИЮ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС/GPS

ГКИНП (ОНТА)-01-271-03

Обязательно для всех предприятий, организаций и учреждений, выполняющих геодезические работы

Утверждено Федеральной службой геодезии и картографии России от 13.05.2003 г. № 84-пр

Москва
ЦНИИГАиК
2003 г.

gost.e-ecolog.ru

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ РОССИИ

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ, КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ИНСТРУКЦИИ НОРМЫ И ПРАВИЛА

РУКОВОДСТВО ПО СОЗДАНИЮ И РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ ГЛОНАСС/GPS

ГКИНП (ОНТА)-01-271-03

Обязательно для всех предприятий, организаций и учреждений, выполняющих геодезические работы

Утверждено Федеральной службой геодезии и картографии России от 13.05.2003 г. № 84-пр

Москва
ЦНИИГАиК
2003 г.

УДК 528.41:629.78(083.74)

Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS. М., ЦНИИГАиК, 2003 с. 182

(Геодезические, картографические инструкции, нормы и правила)

«Руководство по созданию и реконструкции городских геодезических сетей с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS» подготовлено на основе опыта построения и реконструкции городских геодезических сетей в городах Павлово, Владимир, Нижний Новгород, Кострома, Саранск, Рузаевка, Вязники, Владимир, Саров, Москва, Тула, Тольятти, Сызрань и др. с использованием спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS, накопленного в течение последних 14 лет специалистами Верхневолжского АГП, Московского АГП и МИИГАиК.

Основой для разработки Руководства служили «Руководство по математической обработке геодезических сетей и составлению каталогов координат и высот пунктв в городах и поселках городского типа» (ГКИНП-06-233-90), «Концепция перехода топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений», «Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000 и 1:500» (ГКИНП-02-033-79) и РТМ В-01-95 «Применение приемников спутниковой системы WILD GPS System 200 фирмы Лейка (Швейцария) при создании и реконструкции городских геодезических сетей», составленный ВАГП в 1995 г. и рекомендованный для использования в предприятиях Роскартографии письмом Роскартографии № 5-15-2463 от 12.09.95 г.

В разработке Руководства принимали участие:
Андриянов В.А, Бородко А.В , Еруков С.В., Ефимов Г.Н., Копачевский В.С., Лифарь Т.В., Лобазов В.Я., Побединский Г.Г., Шабанов Е.В., Ямбаев Б.Н.

© Роскартография, 2003

Введение.

1.1 Появление принципиально новых технических средств - спутниковых геодезических приемников потребовало существенного пересмотра традиционных подходов к проблеме реконструкции городских геодезических сетей. "Концепция перехода топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений" разработана с целью обеспечить наиболее рациональное и эффективное практическое определение координат и высот пунктов земной поверхности на всей территории страны с точностями, требуемыми для решения возможно более широкого круга научно-технических и производственных задач, и не раскрывает конкретных проблем создания и реконструкции городских геодезических сетей.

В настоящее время выполнение геодезических работ в городах производится согласно «Инструкции по топографической съемке в масштабах 1:5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500» (ГКИНП-02-033-79) изд. 1982 г.

Нормативным документом, детально регламентирующим методы обработки материалов городских геодезических работ, является разработанное Московским аэрогеодезическим предприятием "Руководство по математической обработке геодезических сетей и составлению каталогов координат и высот пунктов в городах и поселках городского типа, изд. 1990 г.".

Нормативным документом, детально регламентирующим выполнение городских геодезических работ с использованием спутниковых приемников, является разработанный в 1995 г. Верхневолжским аэрогеодезическим предприятием и рекомендованный Роскартографией в качестве временного отрасле-

вого нормативного документа руководящий технический материал: "Применение приемников спутниковой системы WILD GPS System 200 фирмы Лейка (Швейцария) при создании и реконструкции городских геодезических сетей".

В настоящем Руководстве изложены сведения о спутниковых радионавигационных системах (СРНС) ГЛОНАСС и GPS, классификации спутниковых городских геодезических сетей, освещены принципы построения городской геодезической сети с использованием спутниковых технологий, этапы создания и реконструкции городских геодезических сетей.

1.2 Целью реконструкции городских геодезических сетей является повышение точности сети, надежности определения параметров преобразования между геоцентрической общеземной координатной системой, государственной и городской геодезическими системами координат и возможность формировать каталог координат пунктов во всех используемых в городе координатных системах.

Главной особенностью работ по созданию и реконструкции городских геодезических сетей является необходимость сохранения городской системы координат, в которой ранее были выполнены крупномасштабные съемки территории городов (1:500 - 1:2 000) и одновременно с этим обеспечить высокую однородную точность городской геодезической сети для решения других задач.

1.3 Периодичность реконструкции городских геодезических сетей производится в сроки, определенные для обновления топографических планов. Допускается осуществлять реконструкцию без обновления планов в случае большой утраты пунктов при интенсивном развитии городской инфраструктуры или увеличения ее территории.

1.4 Структурная схема спутниковых измерений, включает следующие этапы:

- Создание одного или нескольких исходных пунктов (ИП);

- Спутниковые измерения на пунктах каркасной сети (КС);

- Спутниковые измерения на пунктах спутниковой городской геодезической сети 1 класса (СГГС-1), в том числе на существующих пунктах ранее созданной городской геодезической сети для связи с традиционной сетью;

- Обработка результатов измерений совместно с ранее выполненными плановыми и высотными сетями.

1.4 В Руководстве приводятся принципы создания и хранения каталогов и схем в электронной форме с прилагаемым банком геодезических данных. Это дает возможность оперативного исправления при последующих топографо-геодезических работах, а также обеспечивает исходной информацией обработку геодезических измерений, цифровой картографии, ГИС технологий, для издания разнообразных каталогов и топографо-геодезических материалов, экспорта данных в различные информационные системы.

1.5 В приложениях к Руководству приведены примеры схем спутниковых сетей, формул обработки, образцы оформления отчётных материалов с использованием ЭВМ. Компьютерные элементы оформления касаются применяемых в документах текстов и шрифтов к ним, а также таблиц, каталогов координат, условных знаков, этикеток.

2 Общая часть

2.1 Общие сведения о городских геодезических сетях

2.1.1 Назначение городских геодезических сетей

Высокоточная городская геодезическая сеть предназначена для обеспечения практических задач:

- топографической съемки и обновления планов города всех масштабов;
- землеустройства, межевания, инвентаризации земель;
- топографо-геодезических изысканий на городской территории;
- инженерно-геодезической подготовки объектов строительства;
- геодезического изучения локальных геодинамических природных и техногенных явлений на территории города;
- навигации наземного и частично воздушного, водного транспорта.

2.1.2 Классификация сетей

2.1.2.1 Ранее созданные классические наземные городские геодезические сети построенные в соответствии с основными положениями прошлых лет (1928-1931 гг., 1954-1961 гг.), инструкцией по городским съемкам издания 1940г., инструкцией ГКИНП-02-033-79 по методу построения подразделяются на следующие виды:

- триангуляция;
- трилатерация;
- полигонометрия.

По точности взаимного положения пунктов городские геодезические сети ранее подразделялись на следующие классы и разряды:

Таблица 1

Класс триангуляции, полигонометрии (ГГС)	Разряд триангуляции городов	Разряд (класс) городской полигонометрии	Относительная ошибка стороны (хода городской полигонометрии)	
			базисной стороны сети	слабой стороны сети
1			1:400 000	1:150 000
2	I		1:300 000	1:250 000
3	II		1:200 000	1:120 000
4	III		1:200 000	1:70 000
		4 класс	1:25 000	
		1	1:10 000	
		2	1:5 000	

2.1.2.2 В настоящем Руководстве принята следующая классификация городских геодезических сетей:

2.1.2.2.1 Спутниковые сети

Таблица 2

Тип сети	Точность определения координат, см	Относительная ошибка определения линий не грубее	Значения средних погрешностей взаимного положения пунктов, мм
исходный пункт (ИП)	1 - 2	1:1 000 000	-
каркасная сеть (КС)	1 - 2	1:500 000	15
спутниковая городская геодезическая сеть 1 класса (СГГС-1)	1 - 2	1:150 000	20
спутниковая городская геодезическая сеть 2 класса (СГГС-2)	1 - 2	1:150 000	-

Значения средних погрешностей взаимного положения любых пунктов спутниковых городских геодезических сетей не должны превышать 30 мм.

Однородная высокая точность городских геодезических сетей достигается применением обоснованных оптимальных методов спутниковых наблюдений и соответствующих методов их обработки, а также за счет использования оптимальной геометрии расположения пунктов, их равномерной плотности и максимально возможного совмещения старой и новой геодезических сетей.

Один или несколько исходных пунктов (ИП) создаются в городах площадью не менее 100 кв. км с населением не менее 500 тысяч человек и при наличии перспективы преобразования их в пункты ФАГС, ВГС или постоянно действующие пункты для навигационных систем.

Для населенных пунктов площадью до 20 кв. км допускается объединение исходных пунктов (ИП) и пунктов каркасной сети (КС). Наблюдения при этом выполняется по программе пунктов каркасной сети.

После завершения переуравнивания дальнейшее развитие спутниковых городских геодезических сетей выполняется по методике СГГС-1, но с присвоением класса СГГС-2. Только при очередном цикле реконструкции сети, когда пункты СГГС-2 включаются в уравнивание всей городской сети, они переходят в СГГС-1. Спутниковая городская геодезическая сеть 2 класса (СГГС-2) создается в виде исключения при необходимости создания геодезического обоснования на отдельных участках территории города.

2.1.2.2.2 Традиционные сети

	Относительная ошибка	**Средняя квадратическая погрешность измерения угла по невязкам в ходах и полигонах**	**Допустимая угловая невязка**
полигонометрия 4 класса	1:25 000	2"	5" $\sqrt{n}$
полигонометрия 1 разряда	1:10 000	5"	10" $\sqrt{n}$

Полигонометрия 2 разряда создается в виде исключения при необходимости создания геодезического обоснования на отдельных участках территории города.

Пункты городской триангуляции должны быть заменены пунктами спутниковой сети. В случае их утраты пункты спутниковой сети совмещаются с ближайшими к ним (по примыкающим ходам) пунктами полигонометрии. Таким образом, ранее созданная сеть городской триангуляции перекрывается СГГС и теряет свое значение. При этом переуравнивание сетей городской триангуляции прошлых лет исключается, т.к. исходными пунктами для переуравнивания старой сети служат пункты спутниковой сети, в том числе совмещенные с пунктами городской триангуляции.

2.1.3 Плотность.

Плотность пунктов создаваемой (реконструируемой) городской геодезической сети должна удовлетворять следующим требованиям:

- Один или несколько исходных пунктов (ИП) создаются в городах площадью не менее 100 кв. км с населением не менее 500 тысяч человек и при наличии перспективы

преобразования их в пункты ФАГС, ВГС или постоянно действующие пункты для навигационных систем.

- Для населенных пунктов площадью до 20 кв. км допускается объединение исходных пунктов (ИП) и пунктов каркасной сети (КС). Наблюдения при этом выполняются по программе пунктов каркасной сети.

- Плотность КС составляет 1 пункт на 40- 100 кв. км. городской геодезической сети, но в любом случае не менее трех пунктов.

- Плотность СГГС-1 составляет 1 пункт на 5-40 кв. км. городской геодезической сети.

- Плотность СГГС-2 должна удовлетворять текущие потребности городского геодезического обоснования.

Общая плотность закрепленного городского геодезического обоснования должна соответствовать:

- плотно застроенная территория не менее – 16 пунктов на 1 кв. км.
- слабо застроенная территория не менее – 4 пункта на 1 кв. км.
- незастроенная территория не менее – 1 пункт на 1 кв. км.

2.2 Необходимость реконструкции городских геодезических сетей

Необходимость периодической реконструкции геодезических сетей городов, созданных на основе использования традиционных и спутниковых технологий, возникает по следующим причинам:

- геодезические работы в городах выполнены в разное время различными организациями с различным качеством и в соответствии с различными нормативно-техническими документами;

- большое количество пунктов городской геодезической сети систематически утрачиваются в результате хозяйственной деятельности;

- государственная геодезическая сеть в районе города может иметь относительную погрешность взаимного положения пунктов 1 - 2-го классов порядка 1:300 000 при расстояниях между пунктами 20 – 30 км, что в 3-5 раз ниже точности спутниковых измерений;

- появление в различных организациях города современных высокоточных геодезических приборов (спутниковые приемники, светодальномеры и электронные тахеометры) приводит к противоречиям между точностью выполняемых измерений и точностью существующей в городе геодезической основы;

- в городах могут быть две и более местных систем координат и высот, особенно на присоединенных территориях;

- параметры образования местных систем координат не всегда заданы корректно.

Перечисленные выше факты должны быть выявлены на этапе сбора изученности и при необходимости в результате измерения контрольных линий.

Работы по цифрованию и обновлению материалов крупномасштабных съемок, выполнение топографо-геодезических, землеустроительных и иных работ, связанных с использованием городской координатной основы без проведения экспертизы качества городской геодезической сети запрещаются.

В случае обнаружения расхождений координат или взаимного положения пунктов более 100 мм в ходе проверки качества ранее исполненной городской геодезической сети, работы по цифрованию и обновлению материалов крупномасштабных съемок, выполнение топографо-

геодезических, землеустроительных и иных работ, связанных с использованием городской координатной основы, должны быть приостановлены до завершения реконструкции городской геодезической сети. Продолжение работ допускается только при наличии возможности введения необходимых поправок в их результаты после завершения реконструкции городской геодезической сети.

2.3 Общие сведения о спутниковых радионавигационных системах (СРНС) ГЛОНАСС, GPS и применяемые типы спутниковых приемников

Спутниковые радионавигационные системы GPS, ГЛОНАСС созданы в соответствии с требованиями, определяемыми их двойному военному и гражданскому предназначению (глобальность, непрерывность, независимость от гидрометеорологических условий, времени суток и года и т. д.). Геодезическое применение систем GPS, ГЛОНАСС основано на дифференциальном методе фазовых спутниковых измерений, при которых участвуют не менее двух приемников и четыре или более спутников.

Высокая точность навигационных определений спутниковых радионавигационных систем GPS, ГЛОНАСС достигается функционированием трех подсистем:

- сеть навигационных спутников;
- наземное управление сети навигационных спутников;
- аппаратура потребителей.

Основные характеристики сети навигационных спутников СРНС ГЛОНАСС и GPS приведены в таблице 4.

Таблица 4

ПАРАМЕТРЫ	ГЛОНАСС	GPS
Проектное число спутников	24	24
Число орбитальных плоскостей	3	6
Высота орбит относительно центра масс, км	25 500	26 600
Способ разделения сигналов	частотный	кодовый
Несущая частота L-1 мгц L-2 мгц	1602,6-1615,5 1246,4-1256,5	1575,4 1227,6
Система пространственных координат	ПЗ-90	WGS-84 (МГС-84)
Тип эфемерид	Геоцентрические координаты и их производные	Модифицированные кеплеровы элементы

Подсистема наземного управления сети навигационных спутников представляет собой комплекс наземных средств, предназначенных для контроля за работоспособностью спутников, систематического уточнения эфемерид каждого спутника, синхронизации часов спутников, периодического обновления содержания навигационных сообщений и их трансляцию спутникам.

Подсистема аппаратуры потребителей, представлена различными типами приемников и программного обеспечения обработки спутниковых измерений. Типы и группы геодезических спутниковых приемников приведены в таблице.

Таблица 5

Тип приемника	Группа	Число каналов не менее	Частоты	Точность
Двухсистемные двухчастотные и более	1	24	L1/L2(GPS)+ L1/L2(ГЛОНАСС)	3 мм+ $1*10^{-6}$ D
Односистемные двухчастотные	2	9	L1 L2(GPS) или L1/L2(ГЛОНАСС)	(3-5) мм + $1*10^{-6}$ D
Односистемные одночастотные	3	9	L1(GPS) или L1(ГЛОНАСС)	10 мм+ $2*10^{-6}$ D

Для производства работ по наблюдению исходных пунктов (ИП) спутниковых городских геодезических сетей допускается применять двухчастотные двухсистемные спутниковые приемники 1 группы.

На каркасных сетях (КС) и спутниковых городских геодезических сетях 1 класса (СГГС-1) допускается выполнение работ с применением спутниковых приемников 1 и 2 группы.

На спутниковых городских геодезических сетях 2 класса (СГГС-2) допускается выполнение работ с применением спутниковых приемников 1 и 2 группы и в виде исключения допускается выполнение работ с применением спутниковых приемников 3 группы.

Комплекты спутниковых приемников должны быть сертифицированы для применения на территории РФ, зарегистрированы в ТИГГН и Госсвязьнадзоре и метрологически аттестованы в установленном порядке.

2.4 Особенности закрепления пунктов спутниковой городской геодезической сети.

2.4.1 Исходный пункт

Исходный пункт (ИП) представляет собой взаимосвязанную систему основных и контрольных центров, на которые распространяются требования, предъявляемые к пунктам ФАГС или ВГС. Долговременная сохранность и стабильность центров ИП должна быть обеспечена закладкой центров типа 161 или 162, по возможности совмещенными с существующими центрами государственного нивелирования I-II класса. Допускается размещение центра ИП на крыше здания. Создание таких центров должно осуществляться по специальным проектам, в которых обосновывается пригодность выбираемых зданий для выполнения долговременных высокоточных спутниковых измерений, особенности закрепления на них центров, прорабатываются вопросы рационального размещения спутниковой приемной аппаратуры, возможности организации электропитания, условия проведения на таких пунктах спутниковых наблюдений с учетом минимального воздействия факторов, мешающих приему спутниковых сигналов (радиопомехи, экранировка принимаемых сигналов, наличие отражающих объектов).

Стабильное положение основного центра относительно контрольного проверяется высокоточными геодезическими измерениями с периодичностью не реже одного раза в 2 года. Программа наблюдений разрабатывается с учетом местных геодинамических условий и согласуется с ЦНИИГАиК.

Основной и контрольные центры ИП должны иметь согласованную с органами землеустройства. архитектуры и градостроительства охранную зону, позволяющую выполнять спутниковые наблюдения в благоприятных условиях.

2.4.2 Пункты каркасной сети

Пункты каркасной сети (КС) должны быть максимально совмещены с исходными пунктами ранее созданной городской сети и ближайшими пунктами государственной сети. В качестве совмещенных пунктов КС предпочтительно выбирать существующие пункты глубокого заложения либо надстройки на зданиях.

Закладка дополнительных пунктов производится в исключительных случаях центрами глубокого заложения. Тип центра вновь заложенных пунктов устанавливается в зависимости от физико-географических условий и глубины промерзания грунта в соответствии с требованиями «Правил закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей».

2.4.3 Пункты спутниковой городской геодезической сети 1 и 2 класса

Пункты спутниковой городской геодезической сети 1 класса (СГГС-1) должны быть максимально совмещены с сохранившимися пунктами городской триангуляции 1, 2 и 3 классов, а также с основными узловыми пунктами городской полигонометрии и пунктами высокоточных сетей специального назначения (геодезическая сеть для строительства метрополитена, нивелирная сеть и др.). Закладка дополнительных пунктов производится в необходимых случаях для обеспечения необходимой плотности сети.

Центры пунктов СГГС-1 представляют собой центры существующих пунктов, предпочтительно глубокого заложения либо надстройки на зданиях. Вновь закладываемые центры должны быть центрами глубокого заложения или стенными парами. Тип центра вновь заложенных пунктов устанавливается в зависимости от физико-географических условий и глубины промерзания грунта в соответствии с требованиями «Правил закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей».

Пункты спутниковой городской геодезической сети 2 класса (СГГС-2) должны быть максимально совмещены с сохранившимися пунктами городской полигонометрии, пунктами высокоточных сетей специального назначения (геодезическая сеть для строительства метрополитена, нивелирная сеть и др.) и пунктами съемочной сети. Закладка дополнительных пунктов производится в необходимых случаях для обеспечения необходимой плотности сети. Центры совмещенных и вновь закладываемых пунктов СГГС-2 могут быть центрами как глубокого, так и мелкого заложения, стенными парами или надстройками на зданиях.

Пункты спутниковой городской геодезической сети всех классов должны удовлетворять требованиям долговременной сохранности и стабильности положения. Факторы, мешающие приему спутниковых сигналов (радиопомехи, экранировка принимаемых сигналов, наличие отражающих объектов) должны быть выявлены и устранены или сведены к минимуму.

2.5 Принципы построения городской геодезической сети с использованием спутниковых технологий

До начала проведения работ в целях обеспечения преемственности геодезической информации должен быть выполнен анализ существующих на территории города геодезических построений и установлена их точность. Реальная точность взаимного положения пунктов существующей городской сети и государственной геодезической сети вокруг города определяется сравнением длин контрольных линий, полученных из спутниковых измерений и вычисленных по значениям координат пунктов.

Один или несколько исходных пунктов (ИП), устанавливающих связь с общеземной геоцентрической системой координат, должны быть определены относительно не менее трех близлежащих пунктов ФАГС, ВГС либо международных постоянно действующих пунктов. ИП должны иметь перспективную возможность переоборудования их в постоянно действующие пункты ФАГС или ВГС. Для вычислений используется информация об измерениях на международных постоянно действующих пунктах или на пунктах ФАГС соответствующая времени наблюдений на ИП.

В спутниковой геодезической сети необходимо выделить каркас в объеме не менее 3 пунктов для создания высокоточного геодезического обоснования городской сети и для связи с государственной сетью. На указанных пунктах должны быть выполнены спутниковые измерения, обеспечивающие их взаимное положение с повышенной точностью. Пункты каркасной сети (КС) должны быть максимально совмещены с исходными пунктами ранее созданной

городской сети и ближайшими пунктами государственной сети. Это обеспечит передачу государственной системы координат на пункты городской сети с максимально возможной, в настоящее время, точностью. Результаты измерений на пунктах каркасной сети для включения в государственную геодезическую сеть передаются в предприятие Роскартографии, ответственное за уравнивание государственной геодезической сети.

При построении спутниковой городской геодезической сети необходимо использовать максимальное количество одновременно работающих спутниковых приемников, что позволяет за счет избыточных измерений повысить точность и надежность результатов наблюдений.

Пункты спутниковой городской геодезической сети (СГГС) должны быть максимально совмещены с сохранившимися пунктами городской триангуляции, основными узловыми пунктами городской полигонометрии и высокоточных сетей специального назначения (геодезическая сеть метростроя, нивелирная сеть и др.). Закладка новых пунктов производится в необходимых случаях для обеспечения требуемой плотности сети. Центры пунктов СГГС по возможности должны быть глубокого заложения для надежного хранения высоты. Взамен утраченных пунктов городской триангуляции необходимо создать пункты спутниковой сети на месте пункта триангуляции, либо на месте ближайшего узлового пункта полигонометрии. Все ходы полигонометрии, опирающиеся на утраченные пункты триангуляции необходимо привязать к пункту СГГС.

В местной системе координат спутниковая городская геодезическая сеть должна обрабатываться как условно свободная от исходных пунктов каркасной сети, перевычисленных в местную систему координат (МСК). Ориентировка

сети должна была максимально приближена к городской. Анализ расхождений координат на совмещенных пунктах и подбор новых параметров МСК с целью согласования высокой точности спутниковых измерений и сохранения местной системы координат, принятой при создании топографических планов масштаба 1:500, выполняется несколькими приближениями.

Для уравнивания городской сети в государственной системе координат (ГСК) используются новые координаты всех исходных пунктов ГГС, полученные после включения КС города в сеть ГГС при очередном этапе уравнивания. Результаты уравнивание сети в ГСК должны удовлетворять точности съемок мелких масштабов.

2.6 Этапы создания и реконструкции городских геодезических сетей

2.6.1 Основными этапами создания и реконструкции городских геодезических сетей являются:

- предпроектное обследование пунктов и контрольные измерения;
- проектирование;
- рекогносцировка, обследование и закладка пунктов;
- полевые наблюдения и предварительная обработка результатов на исходном пункте;
- камеральная обработка спутниковых наблюдений на исходном пункте;
- полевые наблюдения и предварительная обработка результатов на пунктах каркасной сети;
- камеральная обработка спутниковых наблюдений на пунктах каркасной сети;

- передача данных спутниковых наблюдений на пунктах каркасной сети для включения в государственную геодезическую сеть;

- полевые наблюдения и предварительная обработка результатов на пунктах спутниковой городской геодезической сети (СГГС);

- камеральная обработка спутниковых наблюдений на пунктах СГГС;

2.6.2 Определение координат исходных пунктов производится с использованием статического режима. Программа спутниковых наблюдений аналогична программе работ на пунктах ФАГС и ВГС. Сеанс наблюдений не менее 5 суток при условии, что имеется возможность получения информации об измерениях на ближайших (не менее 3-х) пунктах ФАГС, ВГС либо международных постоянно действующих пунктов, относящейся к тому же интервалу времени.

2.6.3 Спутниковые наблюдения на пунктах каркасной сети выполняются для высокоточного определения взаимного положения исходных пунктов городской геодезической сети и для надежной связи городской и государственной систем координат. Спутниковые наблюдения на пунктах каркасной сети выполняются сетевым методом, с использованием статического режима и, как правило, одновременно на всех пунктах каркасной сети. Допускается выполнение наблюдений несколькими перекрывающимися зонами, на которые делится вся создаваемая каркасная сеть. Смежные зоны должны иметь не менее 3 общих пунктов.

Программа спутниковых наблюдений должна состоять из сдвоенных, равных по времени сеансов наблюдений продолжительностью не менее 3 часов каждый.

К наблюдениям привлекается возможно большее число приемников при возможно меньшем разнообразии типов приемников и антенн.

2.6.4 Наблюдения на пунктах СГГС-1 и СГГС-2 выполняются сетевым и совмещенным методами с использованием статического режима и, как правило, несколькими перекрывающимися зонами, на которые делится вся создаваемая сеть. Смежные зоны должны иметь не менее 3 общих пунктов.

Программа спутниковых наблюдений должна состоять из сдвоенных, равных по времени сеансов наблюдений продолжительностью не менее 1,5 часов каждый.

2.6.5 Окончательная обработка состоит из следующих основных процессов:

- редуцирование результатов наблюдений в местную систему координат;
- анализ и минимизация расхождений на совмещенных пунктах;
- подготовка предложений и согласование с ТИГГН параметров изменения «ключа» местной системы координат;
- совместное уравнивание городских геодезических сетей работ разных лет;
- составление каталога в цифровой и традиционной форме;
- сдача материалов.

Технологическая схема обработки городской геодезической сети приведена в приложении 13.

2.6.5.1 На первом этапе необходимо создать и обработать каркасную сеть с максимально возможной точностью и передать материалы для включения в государственную геодезическую сеть в предприятие Роскартографии, от-

ветственное за уравнивание государственной геодезической сети данной территории.

2.6.5.2 На втором этапе необходимо создать и обработать спутниковую городскую геодезическую сеть.

2.6.5.3 Окончательные координаты КС и СГГС в государственной системе получают после включения КС в государственную геодезическую сеть (ГГС).

2.6.6 Для завершения работ по реконструкции городской геодезической сети необходимо выполнить следующие работы:

- приведение существующей городской системы высот к государственной Балтийской системе высот 1977 г. для исключения разночтений в высотах при высокоточных измерениях и инженерно-геодезических работах;

- организация периодических измерений на исходном пункте городской сети, преобразование его в постоянно-действующий пункт города и интеграция его в ФАГС или ВГС;

- организация мониторинга городской сети - постоянное обследование пунктов, периодическое повторение измерений на исходном пункте городской сети и пунктах спутниковой сети для целей уточнения координат и использования этих данных в решении задач инженерной геодезии при проектировании, строительстве и слежении за деформациями инженерных сооружений.

3 Предпроектное обследование пунктов и контрольные измерения.

3.1 Предпроектное обследование пунктов.

3.1.1 В процессе предпроектного обследования должны быть установлены:

-сохранность исходных пунктов ранее созданной городской геодезической сети;

- сохранность исходных и узловых пунктов полигонометрии;

- пригодность этих пунктов для спутниковых определений;

- круглосуточная доступность пунктов;

- степень утраты пунктов городской геодезической сети.

3.1.2 Материалы предпроектного обследования должны быть максимально получены из отчетов по ранее выполненным работам. Выполнение полевых работ осуществляется только в крайних случаях.

3.2 Контрольные измерения.

3.2.1 Контрольные измерения выполняются для определения реальной точности существующей городской геодезической сети. Контрольные измерения выполняются между исходными пунктами ранее созданной городской геодезической сети, исходными и узловыми пунктами полигонометрии, ближайшими пунктами государственной геодезической сети.

3.2.2 Контрольные измерения должны быть максимально получены из отчетов по ранее выполненным рабо-

там с использованием современных высокоточных геодезических приборов (спутниковые приемники, светодальномеры и электронные тахеометры). Выполнение полевых работ осуществляется только в необходимых случаях.

4 Проектирование геодезических работ. Сбор топографо-геодезических материалов.

4.1 Сбор и анализ геодезической обеспеченности.

4.1.1 Получение задания и сбор материалов ранее выполненных работ является первым этапом создания технического проекта, который является документом, определяющим содержание, объем, затраты, основные технические условия, сроки, организацию выполнения проектируемых работ и сметную стоимость работ.

4.1.2 Сбор материалов геодезической обеспеченности производится в подразделениях, выполнявших ранее геодезические работы на данном объекте, в группе изученности проектно-вычислительного бюро (ПВБ), цехе приемки и хранения материалов (ЦПХМ) предприятия, территориальной инспекции государственного геодезического надзора (ТИГГН), городских отделах архитектуры, маркшейдерских отделах, земельных комитетах и др.

При этом собираются следующие материалы:

- топографические карты и планы города;
- материалы геодезического обследования на данном объекте по ранее выполненным работам;
- выписки из каталогов координат и высот пунктов на объект работ;
- сведения о центрах исходных пунктов, их состоянии;

- сведения о центрах и состоянии пунктов ранее проложенных сетей;

- выписки из отчетов ранее выполненных геодезических работ (наименование работы, шифр объекта, инвентарный номер отчета, год выполнения, наименование организации-исполнителя работ, оценка точности работ, каталог пунктов, участвующих в работе, схема);

- справки о системах координат и высот, применяемых на объекте.

4.1.4 Все собранные материалы систематизируются для предварительного анализа и составления технического проекта.

4.1.3 На основе собранного материала выполняется анализ с целью установления:

1 Качественных характеристик и плотности существующей сети.

2 Возможности использования пунктов ранее выполненных работ, отвечающих требованиям к пунктам создаваемой сети взамен запроектированных.

3 Возможности построения проектируемой сети, связанные с различными технологиями спутниковых измерений (сетевой, лучевой и совмещенный методы). См. Приложение 1.

4.2 Проектирование геодезических работ.

Проектирование городских геодезических сетей включает следующие стадии работ:

- Изучение задания на проектирование геодезической сети и особых требований, которые должны быть выполнены при ее построении.

- Изучение района предстоящих геодезических работ.

- Выбор схемы проектируемой сети.

- Выбор метода построения геодезической сети в данном районе и его экономическое обоснование.

- Разработка предложений и мероприятий, содействующих успешному выполнению отдельных видов работ.

- Оформление технического проекта.

4.2.1 Выбор схемы проектируемой сети.

4.2.1.1 Предварительная графическая схема проектируемой сети составляется на топографических картах, масштаб которых позволяет выдержать угловые и линейные параметры создаваемой сети, как правило, на листах топографической карты масштаба 1:100 000. Топографические карты и планы более крупных масштабов используют для разработки отдельных частей проекта.

4.2.1.2 Выбор схемы проектируемой сети осуществляется исходя из анализа собранных в процессе работ исходных материалов, условий технического проекта, а также исходя из условий получения соответствующего класса создаваемой сети и выбора методов построения сети. Треугольники в сети должны быть по возможности равноугольными, а минимальное значение угла в сети должно быть не менее 20° и не более 160°.

4.2.1.3 После составления предварительной схемы выбираются пункты существующей геодезической сети соответствующего класса и наносятся на карту. На карту наносятся только те пункты, выбор которых не нарушает геометрических характеристик создаваемой сети.

4.2.1.4 По крупномасштабным картам и планам анализируется местоположение пунктов, включенных в городскую геодезическую сеть на предмет наличия вокруг них препятствий. Для каждого пункта, на котором отмечаются ограничения обзора наблюдаемых спутников из-за наличия тех или иных препят-

ствий. строится полярная диаграмма видимости небосвода с нанесением на нее экранирующих препятствий.

4.2.1.5 На схеме выбирается местоположение пунктов опорных и перемещаемых спутниковых приемников.

4.2.1.6 Согласно выбранной схеме составляется графическая часть проекта создаваемой сети, при этом показываются все связи при наблюдениях на пунктах.

4.2.2 Выбор технологии выполнения работ.

4.2.2.1 При выборе технологии выполнения работ необходимо руководствоваться следующими требованиями:

- Для достижения однородной высокой точности необходимо проектировать минимальное количество классов и разрядов при совмещении старой и новой геодезических сетей.

- При построении спутниковой городской геодезической сети необходимо использовать максимальное количество одновременно работающих спутниковых приемников, что позволяет за счет избыточных измерений повысить точность и надежность результатов наблюдений.

- При проектировании сети, с использованием лучевого метода, предусмотреть выполнение спутниковых наблюдений на каждом определяемом пункте дважды с контролем сходимости получаемых результатов.

4.2.2.2 Для пунктов с ограниченным обзором небосвода из-за наличия тех или иных препятствий, время для проведения сеансов наблюдений выбирается на основе анализа полярной диаграммы препятствий, дополненной траекториями движения спутников с указанием времени их прохождения по нанесенной на диаграмму траектории. Для организации синхронных наблюдений это время согласуется со временем проведения спутниковых

измерений на всех других пунктах, участвующих в планируемом сеансе наблюдений.

4.2.2.3 Необходимо предусмотреть мероприятия по определению параметров перехода между разными координатными системами и их согласованию.

4.2.3 Оформление технического проекта.

4.2.3.1 Технический проект должен включать в себя пояснительную записку, графическую и сметную части.

4.2.3.2 Пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- Обоснование технического проекта: нормативные документы, геодезическая изученность, краткая физико-географическая характеристика объекта работ, проектируемые работы, объемы работ, системы координат и высот.
- Сведения о ранее выполненных работах: наименование пунктов геодезического обоснования, наименование работы, наименование организаций, выполнивших работу, год выполнения, оценка точности, системы координат и высот.
- Технология выполнения работ с обоснованием выбранной схемы и способов измерений.
- График выполнения работ с подробным изложением порядка и времени выполнения работ на пунктах.
- Критерии оценки точности полученных результатов.
- График выполнения работ и сдачи готовой продукции.

4.2.3.3 Графическая часть проекта оформляется на картах с указанием местоположения пунктов опорных и перемещаемых спутниковых приемников и связующих сторон проектируемой сети. Для нанесения графического проекта на карты используются условные обозначения и их цветовое соотношение, приведенное в приложении.

4.2.3.4 В сметной части рассчитывается время работы на одном пункте во время одного сеанса включения с использованием действующих нормативов времени и общее время работы с учетом количества пунктов сети и проектируемого количества приемников. Стоимость работ определяется с использованием действующих сметных расценок.

4.3 Составление рабочего проекта.

4.3.1 Перед выездом на полевые работы исполнитель обязан составить рабочий проект и представить его на утверждение в установленном порядке (начальник партии, главный инженер экспедиции, начальник ОТК, главный инженер предприятия).

4.3.2 В рабочем проекте подробно освещаются разделы "Проектируемые работы", "Организация работ", в которых исполнитель описывает исходные данные для выполнения работ, порядок и последовательность их выполнения.

4.3.3 При составлении графической части проекта на карты более крупного масштаба выносятся пункты создаваемой СГГС, выбранные в качестве основных и резервных.

4.3.4 Непосредственно перед началом работ на основе использования спутниковых приемников и прилагаемых к ним обрабатывающих программ уточняются графики изменения геометрического фактора и количества наблюдаемых спутников на период выполнения работ для каждого пункта с тем, чтобы выбрать благоприятные для измерения интервалы времени. Графики составляются на период работы из расчета один график на семь-десять дней, в остальные периоды время для наблюдений выбирается интерполированием.

4.3.5 При рабочем проектировании уточняется выбор пунктов для расстановки приемников. Выбор местоположе-

ния опорного пункта должен обеспечивать бесперебойную работу установленного на нем приемника для получения надежных результатов измерений. Пункты, включаемые в проектируемую спутниковую геодезическую сеть должны удовлетворять следующим требованиям:

- Отсутствие экранирующих препятствий выше 15° над горизонтом.

- Отсутствие отражающих поверхностей, которые могли бы создавать многопутность.

- Отсутствие мощных радио и телевизионных передатчиков или других излучающих радиотехнических устройств.

- Отсутствие движущегося транспорта.

4.3.6 Выявляются предварительные интервалы времени с хорошими показателями геометрического фактора на каждый день наблюдений в течение всего периода. Интервалы уточняются в процессе работ по мере получения нового альманаха эфемерид (информационный файл, передаваемый совместно со спутниковым сигналом, содержащий эфемериды всех спутников, в дальнейшем "альманах").

4.3.7 Составляются схемы препятствий на пункты, вокруг которых имеются препятствия для прохождения спутниковых сигналов. Порядок работы при камеральном определении препятствий следующий:

На крупномасштабной карте палеткой определяется азимут на крайние точки препятствия. Определяя азимут, учитывают склонение линий километровой сетки и склонение магнитного азимута на период определения угла. Точность измерения угла палеткой 1°. При помощи масштабной линейки и измерителя измеряется расстояние до препятствия с точностью 0.2 мм в масштабе карты и, используя информационную нагрузку карты (высота зданий, деревьев и

др.), определяется высота препятствия. Угол наклона вычисляется по формуле:

$$\alpha = \text{arctg } h/S.$$

где h - высота препятствия, S - расстояние до препятствия.

Все результаты для каждого пункта, на котором обзор наблюдаемых спутников ограничивается наличием вблизи от пункта препятствий, заносятся в таблицу. По результатам заполнения таблицы составляется абрис препятствий на пункте (см. приложение 2).

4.3.8 Устанавливается время работы на пунктах с препятствиями, для этого составляются индивидуальные для каждого пункта графики понижения геометрического фактора (приложение 3). По графикам выбирается время для работы на пунктах.

4.3.9 Составляется программа наблюдений на конкретные дни, сопоставляя положения пунктов (опорного и перемещаемого), графики изменения геометрического фактора на период работы и на отдельные пункты с препятствиями, схему измерения пунктов в сети.

4.3.10 Выбираются оптимальные пути перемещения между пунктами.

4.3.11 Составляется рабочий проект на топографических картах. В проекте отображаются все проектируемые связи при совместной работе спутниковых приемников, а также схемы существующей и проектируемой геодезической сети города.

4.3.12 Составляется пояснительная записка, включающая следующие разделы:

1 Проектируемые работы с указанием всех пунктов, участвующих в наблюдениях и их связей.

2 Программа работ на объекте с указанием периода и времени работы на пунктах, маршрутах перемещения между пунктами на объекте.

3 Распечатанные графики изменения геометрического фактора и количества наблюдаемых спутников на период проведения работ, а для пунктов, подверженных влиянию экранирующих препятствий - полярные диаграммы видимости небосвода с нанесением на них зон экранирования и траекторий движения наблюдаемых спутников.

4 Организация и технология выполнения работ с обоснованием выбора метода измерений и длительности сеансов наблюдений.

5 Полевые работы

5.1 Рекогносцировка, обследование пунктов и особенности закладки пунктов спутниковых городских геодезических сетей.

Полевые работы по рекогносцировке, обследованию и закладке пунктов производятся только после утверждения рабочего проекта и согласования его с городскими коммунальными службами, землепользователями и другими организациями, интересы которых затрагиваются. Закладка пунктов без согласования с городскими службами запрещается.

5.1.1 Рекогносцировка

5.1.1.1 Рекогносцировка является первым и обязательным этапом полевых работ. В процессе рекогносцировки выполняют:

- уточнение проекта сети для максимального совмещения пунктов проектируемой сети с плановыми и высотными пунктами ранее созданных сетей;

- выбор места закладки новых пунктов;

- согласование выбранных мест закладки с учетом типов применяемых центров.

В большинстве случаев рекогносцировка и обследование проводятся одновременно.

5.1.1.2 Не следует размещать пункты внутри металлических ограждений, рядом с высокими зданиями, большими деревьями, а также другими сооружениями, способными экранировать прямое прохождение радиосигналов от спутников.

Наличие на существующих пунктах металлических или деревянных сигналов и пирамид нежелательно.

Не рекомендуется размещать пункты вблизи от различного рода отражающих поверхностей.

5.1.2 Обследование пунктов

5.1.2.1 При обследовании должны быть установлены следующие сведения:

- пригодность пунктов городских геодезических сетей для спутниковых определений координат;

- круглосуточная доступность пунктов;

- долговременная сохранность и стабильность закрепления центров;

- отсутствие на пунктах препятствий, закрывающих горизонт выше 15°.

5.1.2.2 При обследовании должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- расчищена площадка вокруг пункта от растительности, мешающей прохождению радиосигналов от спутников;

- демонтирован наружный знак; при отсутствии возможности выполнять измерения с центра пункта, должна быть сделана отметка о необходимости измерений при внецентренном положении спутникового приемника;

- на пунктах, где для спутниковых наблюдений не удается создать достаточно благоприятные условия, должна быть сделана отметка о необходимости дополнительного времени для сеанса наблюдений, которое должно быть согласовано со временем наблюдений на других пунктах.

5.1.2.3 В процессе обследования отыскание пункта геодезической сети производится с помощью топографической карты и карточек абрисов пунктов ранее выполненных работ, инструментально с помощью традиционных геодезических методов или с использованием навигационных спутниковых приемников.

5.1.2.4 Пункт считается утраченным, если обнаружены явные признаки уничтожения центра.

Допускается отнесение пункта к категории "не найден", когда имеются препятствия доступа к центру пункта (асфальт, тротуарная плитка и т.п.)

5.1.2.5 При обследовании верхний центр пункта осторожно вскрывается так, чтобы не было нарушено его положение. Если верхний центр отсутствует или утрачена его марка, вскрывается нижний центр. С марки сохранившегося центра снимается оттиск.

5.1.2.6 При полевом обследовании одновременно собирается информация о наличии и местоположении экранирующих препятствий путем определения азимутов и углов наклона на препятствия инструментально с помощью теодолита и буссоли, либо компасом и эклиметром-высотомером.

Точность определения азимута и угла наклона 20'.

Все результаты записываются в журнал и заносятся в абрис препятствий. Примеры журнала и абриса приведены в приложении 2.

5.1.2.7 По окончании работ по рекогносцировке и обследованию сдаются следующие материалы:

- Карточки обследования геодезических пунктов с оттисками марок центров.
- Акты сдачи геодезических пунктов для наблюдения за сохранностью (обследованных и восстановленных (сохранившихся) пунктов).
- Акты об утрате геодезических пунктов.
- Схема обследования геодезических пунктов.
- Журналы и абрисы препятствий.
- Объяснительная записка.

5.1.3 Особенности закладки пунктов спутниковых городских геодезических сетей.

5.1.3.1 Закладка новых пунктов до необходимой плотности осуществляется на основании технического задания и рабочего проекта, уточненного по материалам рекогносцировки и обследования.

5.1.3.2 Выбранные в натуре места закладки пунктов закрепляются в соответствии с рабочим проектом и требованиями данного руководства, ориентирные пункты не устанавливаются.

5.1.3.3 Центры вновь закладываемых пунктов КС должны быть типа 161 или 162 либо надстройки на зданиях.

5.1.3.4 Центры вновь закладываемых пунктов СГГС-1 должны быть типа 161, 162, надстройки на зданиях или стенные пары типа 143.

5.1.3.5 Центры вновь закладываемых пунктов СГГС-2 должны быть типа 158, 162, стенные знаки типа 143 или надстройки на зданиях.

5.1.3.6 Центры, установленных на здании пунктов, закрепляются марками, заложенными в тур или в верхнее перекрытие. Рекомендуется на турах вместо марки устанавливать приспособление для принудительного центрирования спутниковых приборов и съемные визирные цели. (См. «Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети, Москва, ЦНИИГАиК, 2001г»)

5.1.3.7 Закрепление пунктов спутниковой городской геодезической сети на застроенной части производят группой из двух-трех стенных знаков в капитальные здания, обеспечивая долговременную сохранность знаков и удобный доступ во время измерений. В качестве рабочего центра используют пункт старой сети или центр временного закрепления в месте, удобном для спутниковых наблюдений.

5.1.3.8 На незастроенных территориях при создании СГГС на расстоянии от 1 до 3 м от центра пункта устанавливается опознавательный железобетонный столб или столб из асбоцементных труб с якорем. Для лучшего опознавания выступающая часть столба маркируется краской. Металлические охранные пластины с надписью "Геодезический пункт. Охраняется государством" цементируются в столб.

5.1.3.9 На застроенной территории опознавательные столбы не устанавливаются. На застроенной территории над центром устанавливается чугунный колпак с крышкой и опорными бетонными кольцами или кирпичной кладкой, заменяющей их. По возможности делается маркировка.

5.1.3.10 Металлические части знаков должны быть защищены от коррозии антикоррозийным покрытием.

5.1.3.11 При закладке пунктов одновременно собирается информация о наличии и местоположении экранирующих препятствий.

5.1.3.12 По окончании работ по закладке сдаются следующие материалы:

- рабочий проект закладки геодезических пунктов;
- список заложенных геодезических пунктов;
- абрисы местоположения геодезических пунктов с оттисками марок центров;
- журналы и абрисы препятствий;
- акты сдачи заложенных геодезических пунктов для наблюдения за сохранностью;
- схема закладки геодезических пунктов;
- объяснительная записка.

5.2 Привязка исходного пункта к общеземной геоцентрической системе координат.

5.2.1 Общие сведения.

Используемые в геодезии спутниковые координатные определения базируются на применении дифференциальных методов, позволяющих определять разности геоцентрических координат между пунктами. Вместе с тем конечными результатами создаваемой сети должны быть полные значения координат пунктов в той или иной координатной системе. Исходя из этого, возникает необходимость иметь в составе сети хотя бы один опорный пункт с заранее известными значениями геоцентрических координат. Таким пунктом является исходный (ИП). Оптимальным вариантом является наличие в составе сети не менее трех исходных пунктов.

Координаты исходного пункта определяются в геоцентрической системе координат (X, У, Z). (В, L, Н). От точности знания этих координат зависит положение всей создаваемой сети в более общей координатной системе.

Для корректной математической обработки спутниковых наблюдений сети необходима привязка исходного пункта к геоцентрической системе координат, что обеспечит передачу координат в геоцентрической системе на пункты городской сети с максимально возможной точностью.

Исходный пункт размещается или совмещается с существующим пунктом в центральной части объекта. Рабочий центр ИП должен быть по возможности оборудован устройством принудительного центрирования.

Полевые работы по наблюдениям на исходных пунктах городских геодезических сетей включают следующие процессы:

- подготовка оборудования к работе;
- установка станций на пунктах наблюдений, включение, инициализация;
- проведение спутниковых наблюдений;
- прием и сохранение данных наблюдений;
- предварительная обработка результатов наблюдений.

5.2.2 Подготовка оборудования к работе.

Перед выездом на пункты наблюдений необходимо проверить комплектность каждой станции, работоспособность отдельных компонентов. Механические узлы станций должны работать исправно, устройства принудительного центрирования не должны иметь механических дефектов, ведущих к срыву наблюдений. Загрузочный тест блока управления должен проходить без сбоев. Регистрирующие устройства (карточки памяти, полевые компьютеры) долж-

ны иметь достаточный объем памяти для регистрации наблюдений требуемой продолжительности. Аккумуляторы должны быть в исправном состоянии и подготовлены к проведению наблюдений требуемой продолжительности с учетом температуры окружающей среды.

Создаются (формируются) и записываются в память блока управления единые для всех станций рабочие установки (параметры наблюдений):

- режим наблюдений;
- маска по углу возвышения:
- параметры сбора данных;
- частота регистрации данных.

5.2.3 Установка станций на исходном пункте, включение, инициализация.

Подготовка станций для работы на исходных пунктах выполняется в следующем порядке:

- распаковать станцию;
- установить центрировочное приспособление;
- установить антенный блок, который может иметь самостоятельную конструкцию или совмещен с приемником. Белая риска (или другой указатель) на боковой поверхности антенного блока должна быть ориентирована на север;
- установить регистрирующее устройство, которое может иметь самостоятельную конструкцию или совмещено с приемником;
- выполнить необходимые соединения компонентов станции;
- измерить высоту антенны над центром;
- включить приемник и загрузить программу наблюдений;

- ввести название пункта и высоту инструмента над центром;

- составить карточку спутниковых наблюдений.

Признаком завершения инициализации и готовности приемника к наблюдениям являются прием сигналов от спутников и допустимое значение показателя геометрического фактора.

Установка антенны спутникового приемника над центром пункта осуществляется с применением центрировочного устройства.

Высота антенны над маркой центра измеряется дважды (до и после завершения сеанса наблюдений) с точностью 1-2 мм. Значения промеров и абрис установки антенны заносятся в карточку спутниковых наблюдений (см. приложение 2).

5.2.4 Спутниковые наблюдения на исходном пункте.

Привязка исходного пункта к геоцентрической системе координат осуществляется посредством организации длительных (не менее 5 суток) сеансов наблюдений.

Программа спутниковых наблюдений на исходном пункте аналогична программе работ на пунктах ФАГС и ВГС. Сеанс наблюдений не менее 5 суток при условии, что имеется возможность получения информации об измерениях на ближайших (не менее 3-х) пунктах ФАГС, ВГС либо международных постоянно действующих пунктов, относящейся к тому же интервалу времени.

В связи с организацией длительных сеансов наблюдений следует предусмотреть возможность бесперебойной работы спутниковой приемной аппаратуры в течение всего сеанса наблюдений (обеспечение необходимого объема памяти в запоминающих устройствах и бесперебойность электропитания).

Наблюдения начинаются, прерываются и заканчиваются строго в установленное графиком время.

Во время проведения наблюдений исполнитель обязан обеспечить бесперебойное питание станции, а также контролировать ход наблюдений (показания геометрического фактора, количество наблюдаемых спутников, соотношения "сигнал / шум", степень разрядки аккумуляторной батареи, количество произошедших сбоев в приеме сигналов).

По истечении заданного времени наблюдения прекращаются, повторно измеряется высота инструмента, производится запись данных наблюдений, заполняется журнал (карточка) наблюдений на пункте.

В карточке (журнале) наблюдений должна содержаться следующая информация (см. Приложение 2):

- название пункта наблюдения и его условное обозначение, внесенное в регистрационный файл;
- фамилия оператора;
- метеоданные;
- серийные номера основных компонентов установленной на пункте спутниковой аппаратуры (антенны, приемника и т. д.);
- высота установки антенны над геодезической маркой;
- время начала и завершения сеанса;
- время начала и окончания технологических перерывов;
- зарисовка или фотография установки антенны;
- замечания, касающиеся проведения наблюдений, которые могут оказаться полезными в процессе камеральной обработки результатов наблюдений.

5.2.5 Прием и сохранение данных наблюдений на исходном пункте.

По окончании наблюдений данные копируются на устройства длительного хранения информации - компакт-диск, жесткий диск компьютера и т.д. При этом рекомендуется создавать одну рабочую копию и одну резервную на разных физических дисках.

5.2.6 Обработка результатов наблюдений на исходном пункте.

Обработка результатов наблюдений и определение геоцентрических координат исходных пунктов выполняется с использованием специальных программ, позволяющих выполнять обработку линий свыше 1000 километров с использованием данных наблюдений на всех пунктах сеанса привязки и сертифицированных для применения на территории Российской Федерации.

5.3 Спутниковые наблюдения на пунктах каркасной и заполняющей сетей.

5.3.1 Общие сведения.

Полевые работы по наблюдениям на пунктах каркасной и спутниковых городских геодезических сетей включают следующие процессы:

- подготовка оборудования к работе;
- установка станций на пунктах наблюдений, включение, инициализация;
- проведение спутниковых наблюдений;
- прием и сохранение данных наблюдений;

- предварительная обработка результатов наблюдений.

5.3.2 Подготовка оборудования к работе.

Подготовка оборудования к работе осуществляется согласно пункту 5.2.2.

Круглый уровень и оптический центрир должны быть поверены и отъюстированы

5.3.3 Установка станций на пунктах наблюдений, включение, инициализация.

Подготовка станций для работы на пунктах выполняется согласно пункту 5.2.3.

Установка антенны спутникового приемника над центром пункта осуществляется с применением оптических центриров либо при помощи центрировочного устройства.

5.3.4 Проведение спутниковых наблюдений.

5.3.4.1 Спутниковые наблюдения на пунктах каркасной сети выполняются сетевым методом, с использованием статического режима и, как правило, одновременно на всех пунктах каркасной сети. Допускается выполнение наблюдений несколькими перекрывающимися зонами, на которые делится вся создаваемая каркасная сеть. Смежные зоны должны иметь не менее 3 общих пунктов и обязательно включать один исходный пункт (ИП).

Программа спутниковых наблюдений должна состоять из сдвоенных, равных по времени сеансов наблюдений. Между сеансами наблюдений обязательна повторная установка антенны при изменении ее высоты не менее чем на 10 см. Повторная

центрировка обязательна на всех пунктах кроме пунктов с системами принудительного центрирования.

Время наблюдений зависит от длин сторон каркасной сети и составляет:

Таблица 6

Длина линии, км	**Продолжительность одного сеанса, час**
до 15	3
15 - 30	3 - 4
свыше 30	не менее 4

Продолжительность сеанса наблюдений определяется по времени наблюдений максимальной стороны каркасной сети в сеансе.

5.3.4.2 Наблюдения на пунктах СГГС-1 и СГГС-2 выполняются сетевым и совмещенным методами с использованием статического режима и, как правило, несколькими перекрывающимися зонами, на которые делится вся создаваемая сеть. Смежные зоны должны иметь не менее 3 общих пунктов.

Программа спутниковых наблюдений должна состоять из сдвоенных, равных по времени сеансов наблюдений. При наблюдениях на пунктах, на которых отсутствует устройство принудительного центрирования, между сеансами производится небольшое изменение высоты инструмента не менее чем на 10 см, повторная центрировка и измерение высоты установки антенн спутниковых приемников.

Время наблюдений на пунктах СГГС-1 и СГГС-2 зависит от длин сторон сети и составляет:

Таблица 7

Длина линии, км	Продолжительность одного сеанса, час
до 5	1,5
5 - 10	1,5 - 2
свыше 10	не менее 2

Продолжительность сеанса наблюдений определяется по времени наблюдений максимальной стороны сети в сеансе.

5.3.4.3 Наблюдения начинаются, прерываются и заканчиваются строго в установленное графиком время.

Во время проведения наблюдений исполнитель обязан обеспечить бесперебойное питание станции, а также контролировать ход наблюдений (показания геометрического фактора, количество наблюдаемых спутников, соотношения "сигнал / шум", степень разрядки аккумуляторной батареи, количество произошедших сбоев в приеме сигналов).

5.3.4.4 По истечении заданного времени наблюдения прекращаются, повторно измеряется высота инструмента, производится запись данных наблюдений, заполняется журнал (карточку) наблюдений на пункте.

Заполнение карточки спутниковых наблюдений производится согласно пункту 5.2.4 (см. Приложение 2).

5.3.5 Прием и сохранение данных наблюдений.

По окончании наблюдений и возвращении на базу полевые данные копируются на устройства длительного хранения информации - дискеты, компакт-диски, жесткий диск компьютера и т.д. При этом рекомендуется использовать структуру каталогов, приведенную в Приложении 6, и соз-

давать одну рабочую копию и одну резервную на разных физических дисках.

5.4 Особенности работ при внецентренной установке спутниковых приемников.

5.4.1 При выполнении геодезических работ с использованием спутниковых приемников часто возникает ситуация, когда невозможно или нецелесообразно устанавливать спутниковый приемник непосредственно над центром пункта. Эта ситуация возникает при наличии вблизи пункта экранирующих препятствий, различного рода отражающих поверхностей, наружных сигналов сложной формы, при закреплении центра пункта стенными реперами (марками). Особенно часто подобные трудности встречаются при выполнении городских геодезических работ – реконструкции городской сети, развитии съемочных и межевых сетей.

5.4.2 Если установка спутникового приемника производилась над вспомогательным рабочим центром, то для объединения спутниковых измерений в геоцентрической системе координат (ПЗ-90, МГС-84) и имеющейся информации в плоской прямоугольной (референцной) системе координат (государственной или местной) необходимо решить следующие задачи:

- передачи координат в плоской прямоугольной системе от постоянного центра геодезического пункта на место установки спутникового приемника (рабочий центр) и затем, после окончательной обработки сети, передачи координат от мест установки спутниковых приемников (рабочих центров) на постоянные центры пунктов;

- передачи пространственных геоцентрических координат от места установки спутникового приемника на постоянный центр геодезического пункта.

5.4.3 Передача координат в государственной или местной системе от постоянного центра геодезического пункта на место установки спутникового приемника (снесение координат, привязка к стенной паре и др.) является классической задачей геодезии.

5.4.3.1 Полярный метод применяют, когда имеется возможность установки геодезических приборов (теодолит, светодальномер) на постоянном центре пункта и есть прямая возможность угловых и линейных измерений.

5.4.3.2 Метод угловой засечки применяют при недоступности пунктов местной сети. В этом способе достаточным условием для передачи координат с постоянного центра пункта сети на рабочий центр является измерение группы углов из простых геометрических построений.

5.4.3.3 Передача координат с постоянного центра пункта сети, установленного на здании, осуществляется на два наземных рабочих центра. Каждый рабочий наземный центр закрепляется двумя стенными знаками. Для лучшей геометрии сети расстояние между рабочими центрами должны быть не менее 200м. Измерение углов и сторон в образовавшихся треугольниках выполняют с точностью соответствующего класса (разряда). Углы треугольников должны быть не менее 30°.

Схемы геометрических построений при передаче плоских прямоугольных координат от постоянного центра геодезического пункта на место установки спутникового приемника (рабочий центр) и формулы вычислений приводятся в приложении 4.1.

5.4.4 После окончательной обработки сети передача координат от мест установки спутниковых приемников (рабочих центров) на постоянные центры пунктов сети осуществляется аналогичными методами, кроме передачи координат на стенные знаки.

5.4.4.1 На стенные знаки координаты передаются с временных рабочих центров. на которых выполняются угловые и линейные измерения традиционными геодезическими методами, при этом углы и стороны измеряются с точностью соответствующего класса.

Для исключения ошибок рекомендуется привязку стенных знаков выполнять с контролем, состоящим в том, что его выполняют дважды: один раз от временного центра. второй - от контрольного центра. Схема привязки стенных пунктов приведена в приложении 4.2.

Измерения для передачи координат с временных точек на центры стенных знаков выполняют с суммарной средней квадратической погрешностью ± 2 мм.

Контроль при привязке стенных знаков осуществляется из сравнения измеренного расстояния между знаками и вычисленного.

Расстояния между парой стенных знаков вычисляется по формуле:

$$d = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 - 2b_1 b_2 \cos\Theta}\,, \text{ где}$$

b_1 - расстояние от временного рабочего центра до одного стенного знака;

b_2 - расстояние от временного рабочего центра до другого стенного знака

Θ - угол между направлениями на стенные знаки,

d - расстояние между стенными знаками.

Расхождение вычисленных и измеренных значений расстояний d при каждом определении не должно превышать 4 мм. Расхождений 2-х вычисленных значений d не превышать 6 мм.

5.4.5 Передача геоцентрических координат определенных спутниковой системой на пункт местной сети осуществляется способами:

1. Вычисление геоцентрических координат пункта местной сети по геоцентрическим координатам пункта спутниковой сети, элементам редукции (непосредственно измеренным или вычисленным) и параметрам связи пространственной и референцной систем координат.

2. Вычисление геоцентрических координат пункта местной сети по спутниковым измерениям на вспомогательных точках.

5.4.5.1 Вычисление геоцентрических координат центра пункта местной сети по геоцентрическим координатам пункта спутниковой сети, элементам редукции (непосредственно измеренным или вычисленным) и параметрам связи пространственной и референцной систем координат требует строгой ориентировки элементов редукции по направлению истинного меридиана и знания точных параметров связи геоцентрической и топоцентрической систем координат.

Выполнение этой операции при помощи прилагаемого к спутниковому приемнику программного обеспечения по приблизительным параметрам связи геоцентрической и референцной систем координат (введение редукции) допускается для спутниковых городских геодезических сетей на этапе предварительной обработки.

5.4.5.2 Вычисление геоцентрических координат пункта местной сети по спутниковым измерениям на вспомогательных точках является более строгим способом.

Для вычисления пространственных координат наземного пункта сети по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках разбивают створ с двумя вспомогательными точками, затем выполняют спутниковые наблюдения на вспомогательных точках и измеряют рулеткой или светодальномером расстояния между центром пункта и вспомогательными точками. Спутниковые наблюдения на третьей вспомогательной точке и измерение расстояния между ней и центром пункта выполняют для контроля.

Аналогично определяют пространственные координаты стенных пунктов по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках установленных в створе с определяемыми стенными пунктами. При невозможности разбивки одного створа для двух стенных пунктов, разбивают два створа, включая в каждый по одному стенному пункту.

Разбивка створов, для установки вспомогательных точек выполняется не только в плане, но и по высоте с точностью $\pm$ 2 мм. При этом линии измеряются наклонные.

Программа спутниковых наблюдений при внецентренной установке должна состоять из строенных, равных по времени сеансов наблюдений, между которыми производиться перестановка антенн спутниковых приемников, повторная центрировка и измерение высоты их установки.

Схемы геометрических построений при передаче геоцентрических координат от мест установки спутникового приемника (вспомогательные точки) на постоянный центр геодезического пункта и формулы вычислений приводятся в приложении 4.3.

5.5 Предварительная обработка спутниковых наблюдений.

5.5.1 Предварительная обработка выполняется с целью оперативной оценки качества измерений в ходе, сети или на отдельном объекте. По результатам предварительной обработки делается вывод о пригодности полевых материалов для окончательной обработки и получения готовой продукции либо о необходимости повторных или дополнительных наблюдений. Предварительная обработка выполняется на полевой базе партии или бригады. Оперативное, до выезда бригады из района работ, выполнение предварительной обработки позволяет повысить качество полевых материалов путем отсеивания недопустимых результатов наблюдений и сократить затраты, связанные с дополнительными измерениями.

Основными критериями контроля являются:

- разрешение неоднозначности по всем линиям сети;
- оценка точности по внутренней сходимости результатов обработки;
- сходимость результатов по замкнутым построениям в сети;
- сходимость с ранее выполненными измерениями и контрольными расстояниями между известными пунктами.

5.5.2 Предварительная обработка результатов спутниковых наблюдений и определение предварительных геоцентрических координат пунктов спутниковой сети может выполняться с использованием стандартного программного обеспечения фирмы-изготовителя спутниковых приемников, позволяющего выполнять обработку линий не менее 20 километров, с использованием данных наблюдений на всех линиях сеанса

наблюдений, и сертифицированных для применения на территории Российской Федерации.

5.5.3 Расхождения между результатами определения линий из разных сеансов устанавливается исходя из следующих величин ожидаемых точностей разового определения компонент пространственных векторов при использовании бортовых радиоэфемерид спутников (с учетом ошибок центрировки и измерения высоты антенн):

- для двухчастотных измерений за время наблюдений от 1 до 3 часов и при любых расстояниях средняя квадратическая ошибка $m = \pm(5 + 5x10^{-7}D)$, мм определения каждой из плановых компонент;

- для одночастотных измерений за время наблюдений от 1 до 3 часов и при расстояниях в несколько километров (до 10 км) средняя квадратическая ошибка $m = \pm (10 + 1x10^{-6}D)$, мм определения каждой из плановых компонент;

- для одночастотных измерений при расстояниях до нескольких сотен метров средняя квадратическая ошибка $m = \pm 5$ мм определения каждой из плановых компонент.

Для определения разностей высот принимается значение ошибки в 1,5 раза больше при расстояниях более 1 км и в 2 раза больше при расстояниях менее 1 км.

Допуски устанавливаются исходя из допуска на разность двойных измерений по правилу:

$\Delta_{доп} = k * m * \ 2$ для парных измерений и

$\Delta_{доп} = k * m$ для уклонения от средних значений при числе определений базовой линии больше 2.

Здесь значение k устанавливается равным 2,0, что соответствует доверительной вероятности около 95%. При-

мерно в 5% случаев допускается величины расхождений, соответствующие значениям k больше 2,0.

Расхождения, соответствующие значениям k больше 3 не допускаются. В этом случае необходимо выполнить повторные наблюдения.

5.5.4 Оценка точности измерений геодезической спутниковой аппаратурой выполняется по замкнутым фигурам (полигонам).

Допустимая невязка приращений координат вычислялась по следующей формуле:

$$W_{f,доп} = \sqrt{(m_{1,доп})^2 + (m_{2,доп})^2 + (m_{3,доп})^2},$$

где $m_{i,доп}$ – допустимые значения погрешностей по сторонам треугольника.

Фактическая невязка приращений координат рассчитывается по формуле:

$$W_f = \sqrt{(W_{\Delta X})^2 + (W_{\Delta Y})^2 + (W_{\Delta Z})^2},$$

где $W_{\Delta X}$, $W_{\Delta Y}$, $W_{\Delta Z}$ – невязки по осям координат.

При этом допустимая погрешность измерения длины определяется по формуле:

Для линий длиной менее 5 км

$m_{доп} = (5 + 5 * 10^{-6} * D)$ мм,

где D – измеряемое расстояние в м.

Для линий длиной более 5 км используется следующая формула:

$m_{доп} = (5 + 1 * 10^{-6} * D)$ мм.

5.5.5 Программы обработки спутниковых наблюдений разделяются по методу обработки спутниковых данных:

- вычисления отдельных линий;
- многоточечные решения;
- многосеансные.

5.5.6 Метод обработки отдельных линий обеспечивает контроль и локализацию некачественных линий и точек. Некачественные точки могут быть локализованы по оценке точности линий, сходящихся в этой точке. Другим методом контроля, позволяющим локализовать некачественные линии, является контроль по замкнутым геометрическим построениям. Если сумма приращений координат по замкнутому векторному ходу соответствует требуемой точности, то линии, входящие в это построение, являются качественными.

При обработке спутниковых данных методом вычисления отдельных линий применяются три варианта:

- обработка всех возможных комбинаций отдельных линий;
- обработка только независимых линий;
- комбинированный вариант, в котором используется число линий большее чем во втором варианте, или при использовании результатов более чем одного сеанса наблюдений.

5.5.7 Процесс обработки данных состоит из трех основных этапов. Первый заключается в выборе данных и параметров вычислений. На втором этапе происходят непосредственно вычисления, выполняемые автоматически и не требующие вмешательства оператора. Результаты для анализа и последующего сохранения в базе данных представляются на последнем этапе.

5.5.7.1 Выбор данных включает в себя выбор объекта, временной зоны; линий, участвующих в обработке; выбор опорной станции; задание начальных координат опорной станции, выбор интервалов времени для полевых данных, включаемых в обработку.

5.5.7.2 Выбор параметров вычислений включает в себя корректировку угла отсечки; выбор тропосферной модели; выбор ионосферной модели; выбор варианта использования эфемерид; выбор используемых данных (код, фаза); выбор комбинации частот; выбор максимальной длины вычисляемой линии; корректировка априорного значения средней квадратической ошибки.

5.5.8 Координаты выбранного местоположения опорной станции для вычисления базисных линий должны быть известны с точностью в пределах 1-5 м. Большие ошибки в координатах местоположения опорной станции могут привести к ошибкам при вычислении базисных линий, ошибкам масштаба, элементов разворота и сказаться на неудачном разрешении неоднозначности.

В режиме обработки отдельной линии один из пунктов является исходным, а второй - определяемым. В качестве исходного используется пункт имеющий полные значения координат в геоцентрической системе с необходимой точностью.

5.5.9 При условии успешного разрешения неоднозначности в протокол обработки записываются как разности, так и предварительные полные значения геоцентрических координат определяемого пункта, а также длины линий вместе со средними квадратическими ошибками вычисленных величин, определенными на основе использования внутренней сходимости обрабатываемых данных. Такая информация сохраняется в базе данных. Если координаты определяемого пункта вычислены с нескольких исходных пунктов, разность координат из различных решений не должна превышать установленный в программе обработки допуск.

5.5.10 Выполняется сравнение длин линий, полученных из предварительной обработки спутниковых изме-

рений и редуцированных в местную систему координат, с длинами линий, вычисленными по значениям координат пунктов из ранее выпущенных каталогов.

По результатам полевых работ сдается объяснительная записка о выполненной работе, в которой должна содержаться следующая информация:

- названия пунктов и их условные обозначения, внесенные в регистрационный файл;
- фамилии исполнителей полевых и камеральных работ;
- тип и серийные номера основных компонентов спутниковой аппаратуры (антенны, приемника и т. д.);
- тип и серийные номера основных компонентов камеральной обработки (компьютера, программного обеспечения и т. д.);
- высоты установки антенн над геодезическими марками;
- время выполнения измерений и обработки;
- зарисовки или фотографии установки антенны;
- протоколы обработки с указанием разностей координат, предварительных полных значений геоцентрических координат, а также длины линий вместе со средними квадратическими ошибками вычисленных величин, определенными по внутренней сходимости обрабатываемых данных;
- ведомости сравнения длин линий с оценкой полученных расхождений;
- замечания, касающиеся проведения наблюдений, которые могут оказаться полезными в процессе камеральной обработки результатов наблюдений.

6 Реконструкция участков геодезических сетей методом полигонометрии.

В случае утраты геодезических пунктов либо невозможности производства спутниковых наблюдений на отдельных городских территориях, доведение плотности городского геодезического обоснования до необходимого уровня, проводится проложением ходов полигонометрии.

6.1 Рекогносцировка, обследование и закладка пунктов городских геодезических сетей.

6.1.1 На основании утвержденного проекта традиционных работ в составе спутниковой городской геодезической сети, производится рекогносцировка геодезических сетей. При рекогносцировке уточняется проект геометрии сети, намечаются места установки пунктов ходов полигонометрии и их связь с исходными, а так же совмещаемыми пунктами. При этом все сохранившиеся ходы полигонометрии работ прошлых лет должны быть корректно связаны с новыми геодезическими построениями.

6.1.2 Отдельные ходы и сети ходов полигонометрии 4 класса и 1 разряда должны опираться на 2 и более исходных пункта высшего класса, при этом ориентирование этих геодезических построений производится, как правило, измерением примычных углов на смежные исходные пункты, удаленные на расстояние не менее 700 м и 250 м соответственно для пунктов спутниковой сети и 4 класса. Проложение висячих ходов не допускается.

6.1.3 Топология новой сети ходов полигонометрии должна быть корректной по отношению к ранее выполненным работам: не допускается пересечение сторон, самопересечений, бесконтрольных примыканий к пункту старой сети.

6.1.4 Отдельные геодезические построения (в том числе старые и новые) должны быть связаны между собой, если расстояния между ближайшими пунктами 4 класса менее 2.5 км и 1 разряда менее 1.5 км.

6.1.5 Ходы полигонометрии должны прокладываться по местности, наиболее благоприятной для производства угловых и линейных измерений. Места установки пунктов должны быть легко доступны, хорошо опознаваться на местности и обеспечивать долговременную сохранность центров и знаков. Между двумя смежными пунктами должна быть обеспечена видимость с земли.

6.1.6 Места установки пунктов целесообразно выбирать с учетом возможности передачи дирекционных углов с примычных пунктов по стороне проектируемой полигонометрии не короче средней расчетной.

6.1.7 Центры установленных на здании пунктов закрепляются марками, заложенными в тур или верхнее перекрытие. Центр знака должен быть пригоден для традиционных и спутниковых наблюдений.

6.1.8 Закладка центров городских пунктов полигонометрии выполняется согласно «Правил закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей».

6.2 Полигонометрия.

6.2.1 Развитие и реконструкция городской геодезической сети традиционными методами проводится, как пра-

вило. проложением ходов полигонометрии. Допускается при условии подготовки технического обоснования предрасчета точности развитие линейно-угловых сетей с применением традиционных методов.

6.2.2 При измерении углов и сторон полигонометрии применяются аттестованные в установленном порядке инструменты: теодолиты, светодальномеры, электронные тахеометры, технические характеристики которых должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 8: Основные характеристики инструментов, применяемых для полигонометрии и линейно-угловых сетей.

Таблица 8

Показатели	4 класс	1 разряд
Средняя квадратическая погрешность угломерной части (сек)	1-3	1-5
Средняя квадратическая погрешность измерения расстояния	5мм $\pm 3*10^{-6}D$	5мм$\pm 5*10^{-6}D$

где D – измеряемое расстояние в км.

6.2.3 При измерении линий светодальномерами, линий и углов электронными тахеометрами следует руководствоваться соответствующими инструкциями по эксплуатации данного прибора и штатного программного обеспечения.

6.2.4 Технические характеристики ходов полигонометрии изложены в таблице 9.

Таблица 9

Показатели	**4 класс (S км)**	**Количество сторон (N)**	**1 разряд (S км)**	**Количество сторон (N)**
Предельные длины отдельных ходов полигонометрии в зависмости от количества сторон в ходе	8	30	10	50
	10	20	12	40
	12	15	15	25
	15	10	20	15
	20	6	25	10
Предельные длины ходов между исходной и узловой точкой	2/3 S от N**		2/3 S от N**	
Предельные длины ходов между узловыми точками	1/2 S от N***		1/2 S от N***	
Наименьшая длина стороны*	0,25		0,12	
Относительная ошибка хода	1:25 000		1:10 000	
Средняя квадратическая ошибка измерения угла (по невязкам в ходах)	2″		5″	
Угловая невязка хода или полигона (n-число углов в ходе) угловые секунды	$5''\sqrt{n}$		$10''\sqrt{n}$	

Примечание:

*-Максимальные длины сторон не регламентируются, но стороны в ходе полигонометрии должны быть примерно равные.

**-2/3 длины отдельного хода. определенных в зависимости от числа сторон N при уменьшении N хода на 2/3.

***-1/2 длины отдельного хода, определенных в зависимости от числа сторон N при уменьшении N хода на 1/2.

6.2.5 При измерении линий светодальномерами и электронными тахеометрами количество приемов должно составлять:

- полигонометрии 4 класса –3 приема,
- полигонометрии 1 разряда –2 приема.

Под приемом в этих случаях принимается 2 наведения на отражатель. Количество отсчетов в наведении регламентируется инструкцией по эксплуатации прибора.

6.2.6 Измерения углов на пунктах полигонометрии производится способом измерения отдельного угла или способом круговых приемов, как правило, по трехштативной системе, с точностью центрирования 1мм.

6.2.7 Число угловых приемов, в зависимости от класса (разряда) и типа применяемого прибора, приведено в таблице 10:

Таблица 10

Средняя квадратическая погрешность измерения угла (по угловой точности прибора)	**Число приемов**	
	4 класса	**1 разряда**
1″	4	-
2″	6	2
3″	8	2
5″	-	3

6.2.8 Результаты измерений отдельных углов или направлений на пунктах полигонометрии должны находится в пределах допусков, указанных в таблице 11:

Таблица 11

Элементы измерений, к которым относятся допуски	**Средняя квадратическая погрешность измерения угла (по угловой точности прибора)**			
	1″	2″	3″	5″
Расхождение между значениями одного и того же угла, полученного из двух приемов	6″	8″	10″	12″
Колебание значений угла, полученных из разных приемов	5″	8″	10″	12″
Расхождение между результатами наблюдений на начальное направление в начале и конце полуприема	6″	8″	10″	12″
Колебание значений приведенных к общему нулю, в отдельных приемах	5″	8″	10″	12″

6.2.9 Расхождения между значениями измеренного и прежнего значения угла на примычных пунктах не должны превышать значений приведенных в таблице 12:

Таблица 12

Класс, разряд	4 класс новой работы	1 разряд новой работы
Исходные пункты высшего класса	6″	10″
4 класс прежних работ	8″	12″
1 разряд прежних работ	16″	18″

6.2.10 Относительная ошибка сторон, полученная при сопоставлении старых и новых измерений на совмещенных пунктах должна быть не хуже 1:25 000 для 4 класса и 1:10 000 для 1 разряда, в противном случае подтверждается качество работ повторными наблюдениями.

6.2.11 При измерении линий для введения поправок за метеоусловия определяется температура воздуха с точностью 1^0 С и давление с точностью 5 мм рт. ст.

6.2.12 Точность установки инструментов над центром пункта, а также измеренная высота инструмента должна составлять 1 мм.

6.2.13 Программное обеспечение электронных инструментов должно быть протестировано и адаптировано для контроля качества наблюдений на станции и при камеральной обработке.

6.2.14 В результате произведенных полевых работ по полигонометрии представляются материалы согласно перечню в приложении 9.

6.3 Определение высот пунктов городских геодезических сетей.

6.3.1 Все пункты старой и новой городской геодезической сети должны иметь отметки высот, значения которых могут быть получены различными методами в соответствии с таблицей 13.

Таблица вариантов определения отметок высот пунктов городской геодезической сети

Таблица 13

тип пункта	государственное нивелирование I-IV класса	техническое нивелирование	спутниковые наблюдения	тригонометрическое нивелирование	из материаллов переуравнивания
пункты глубокого заложения	о	–	–	–	+
пункты мелкого заложения	–	о	+	–	+
стенные знаки	о	+	–	–	+
пункты на зданиях	–	–	о	+	+
временные пункты	–	+	+	+	+

где: о- обязательный вариант

+ - допустимый вариант

_ - не допустимый вариант

6.3.2 При реконструкции высотной городской геодезической сети пересечение старых и новых линий нивелирования не допускается.

6.3.3 Отметки геодезических пунктов полученных из геометрического, тригонометрического нивелирования и спутниковых наблюдений должны быть приведены к принятой в городе системе высот, и иметь связь с Государственной системой высот.

7 Камеральная обработка и уравнивание спутниковых измерений.

7.1 На завершающей стадии обработки результатов спутниковых измерений должны быть решены следующие задачи:

- анализ качества и надежности измерений, уравнивание спутниковой сети и получение окончательных значений геоцентрических координат пунктов спутниковой сети;
- вычисление предварительных параметров перехода между координатными системами;
- создание единого каталога спутниковой сети и составление технического отчета;
- создание и ведение информационной справочной геодезической системы;
- выработка рекомендаций по переуравниванию общей сети города, используя в качестве исходных пункты спутниковой сети, и вычислению окончательных параметров перехода между координатными системами.

7.2 Камеральная обработка и уравнивание выполняется с применением современных электронно-

вычислительных машин для реализации многоточечных и многосеансных вариантов обработки. Камеральная обработка выполняется с использованием программ, сертифицированных для применения на территории Российской Федерации, и позволяющих выполнять обработку линий длиной не менее 100 километров с использованием данных на всех пунктах как минимум одного сеанса наблюдений или всех сеансов наблюдений на объекте.

7.3 Технологическая схема обработки спутниковых городских геодезических сетей, представленная в Приложении 13, состоит из следующих укрупненных процессов:

- Вычисление и уравнивание геоцентрических координат пунктов каркасной сети.

- Вычисление линий каркасной сети на физической поверхности земли.

- Передача геоцентрических координат и линий каркасной сети (КС) для включения в государственную геодезическую сеть в предприятие Роскартографии, ответственное за уравнивание государственной геодезической сети.

- Включение КС города в сеть ГГС при очередном этапе уравнивания. Вновь полученные после совместного уравнивания координаты пунктов ГГС могут использоваться для уравнивания городской сети в государственной системе координат (ГСК) и получения каталогов в этой системе без искажения результатов спутниковых измерений. До получения новых координат пунктов каркасной сети в государственной системе «ключ» перехода и каталог координат считаются предварительными.

7.4 Параллельно с передачей в предприятие Роскартографии, ответственное за уравнивание государственной геодезической сети, геоцентрических координат и линий

приступают к обработке спутниковой сети в местной системе координат (МСК) города.

7.4.1 Обработка и уравнивание пунктов каркасной сети (КС) в местной системе координат (МСК) города включает следующие основные этапы.

- Преобразование геоцентрических координат пунктов КС в предварительные референцные (плоские прямоугольные) в ГСК по точным формулам (см. "Аппаратура радионавигационной глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ. Методы преобразования определяемых точек. Государственный стандарт Российской Федерации. ГОСТ Р 51794-2001" [19]).См. Приложение 25.

- Преобразование предварительных плоских прямоугольных координат пунктов каркасной сети из ГСК в МСК по старым параметрам местной системы координат.

7.4.2 Обработка и уравнивание пунктов спутниковой городской геодезической сети (СГГС) включает следующие основные этапы:

- обработка и уравнивание пунктов СГГС в геоцентрической системе координат;

- обработка и уравнивание пунктов СГГС в местной системе координат;

- анализ расхождений координат в местной системе на совмещенных пунктах;

- уточнение параметров местной системы координат и при необходимости выполнение еще одного цикла камеральной обработки.

Допускается выполнение камеральной обработки и уравнивания пунктов СГГС в геоцентрической системе ко-

ординат с использованием программ, сертифицированных для применения на территории Российской Федерации, и позволяющих выполнять обработку линий длиной не менее 100 километров с использованием на всех пунктах данных одного сеанса наблюдений.

7.4.3 Камеральная обработка и уравнивание пунктов СГГС в местной системе координат может выполняться по двум схемам:

- уравнивание трилатерации (линейно-угловой сети) в местной системе координат,

- преобразования координат по точным формулам.

7.4.3.1 Уравнивание трилатерации в местной системе координат выполняется по следующей технологии:

- определение всех непосредственно измеренных линий в сети;

- отбор из общего числа линий тех, которые удовлетворяют требованиям к конфигурации геодезической сети (по критериям длин линий, углов в треугольниках, жесткости геометрических фигур и т. д.);

- вычисление наклонных длин отобранных линий на физической поверхности Земли;

- редуцирование наклонных длин линий на поверхность относимости местной системы координат (эллипсоид, плоскость в трех или шестиградусной зоне, плоскость местной системы координат с условной высотой и условным осевым меридианом, средний уровень города и т.д.);

- уравнивание и оценка точности полученной сети трилатерации с использованием одной из известных программ уравнивания геодезических сетей.

Этот метод окончательной обработки позволяет осуществить гибкий подход к вопросам уравнивания и определения точных значений параметров связи государственной и местной систем координат с минимальными искажениями результатов измерений.

7.4.3.2 По второму способу координаты пунктов СГГС могут быть получены путем преобразования уравненных геоцентрических координат в ГСК, а затем из ГСК в МСК. На первом этапе преобразования участвуют существующие (принятые ранее) параметры перехода (ключа) от ГСК к МСК.

7.4.3.3 В каждом варианте необходимо выполнить анализ расхождений координат на совмещенных пунктах. Следует по возможности избегать масштабирования результатов спутниковых измерений, максимально используя высотное редуцирование результатов измерений на поверхность относимости местной системы координат по полным формулам и при необходимости изменять его значение в ключе местной системы координат.

7.4.3.4 Если расхождения координат на совмещенных пунктах превышает 8-10 см, производится уточнение параметров местной системы координат с целью минимизация расхождений.

7.4.3.5 На следующем этапе повторяется процедура преобразования координат пунктов КС из ГСК в МСК по уточненным параметрам, уравнивание трилатерации СГГС (по первому варианту) либо преобразование геоцентрических координат в ГСК и МСК (по второму варианту), анализа расхождений координат на совмещенных пунктах и уточнение параметров местной системы координат.

При допустимом расхождении координат на совмещенных пунктах процесс уравнивания и установление параметров местной системы координат считается завершенным.

При установлении окончательных параметров местной системы координат составляется схема деформации старой сети (изолиний расхождения координат) (см. Приложение 26. Схема составляется для определения объемов внесения исправлений в выполненные топографические съемки в масштабах 1:500 и 1:1 000 (в большей степени в масштабе 1:2 000), а также объемов всякого рода разбивочных работ

7.5 При преобразовании координат пунктов из государственной в местную должны быть учтены следующие данные:

- долгота осевого меридиана местной системы;

-значения координат начального пункта в местной системе;

- значения координат начального пункта в государственной системе;

- угол поворота оси местной системы координат относительно государственной;

- значение поверхности относимости местной системы координат, к которой отнесены измерения.

Параметры перехода от государственной системы координат к местной согласуются с ТИГГН и полномочными органами городской администрации. В особых случаях эти вопросы решаются Роскартографией.

7.6 В случае если окончательные координаты пунктов каркасной сети (КС) в ГСК будут получены до завершения обработки в МСК, работы повторяются от преобразования координат из ГСК в МСК и далее по циклу (см. п. 6.4 - 6.5) до установления окончательных параметров местной системы координат.

7.7 В случае, если окончательные координаты пунктов каркасной сети (КС) в ГСК будут получены через продолжительное время, то для получения окончательных координат пунктов каркасной сети (КС) и спутниковой город-

ской геодезической сети (СГГС) в ГСК и установления окончательных параметров местной системы координат необходимо выполнить уравнивание спутниковой городской геодезической сети (СГГС) в ГСК или преобразование геоцентрических координат СГГС в плоские прямоугольные в ГСК по параметрам, полученным для каркасной сети (КС), и установить окончательные параметры МСК.

7.8 Если геодезическая сеть создается не на всем участке, а как дополнение к ранее созданной сети, то допускается использовать в качестве исходных пункты каркасной и спутниковой городской геодезической сети.

В этом случае спутниковой городской геодезической сети присваивается 2 класс (СГГС-2) до момента последующего включения этих сетей в совместное уравнивание, когда они войдут в городской каталог как пункты спутниковой городской геодезической сети 1 класса (СГГС-1).

7.9 По окончании вычислений все материалы должны быть надлежащим образом оформлены для последующего использования при составлении каталогов координат и высот и технических отчетов о геодезических работах.

Отчётные материалы обработки спутниковых сетей сдаются на хранение в электронном виде и бумажных носителях.

7.10 По результатам работ сдается краткий технический отчет о выполненной камеральной обработке и уравнивании, в котором должна содержаться следующая исходная и обработанная информация:

- названия пунктов и их условные обозначения, внесенные в регистрационный файл;
- фамилии исполнителей полевых и камеральных работ;
- тип и серийные номера основных компонентов спутниковой аппаратуры (антенны, приемника и т. д.);

- тип и серийные номера основных компонентов камеральной обработки (компьютера, программного обеспечения и т. д.);

- высоты установки антенн над геодезическими марками;

- время выполнения измерений и обработки;

- зарисовки или фотографии установки антенны:

- протоколы обработки с указанием разностей координат, полных значений геоцентрических координат, а также длины линий вместе со средними квадратическими ошибками вычисленных величин, определенными по внутренней сходимости обрабатываемых данных;

- ведомости сравнения длин линий с оценкой полученных расхождений;

- ведомости обработки и уравнивания с указанием полных значений геоцентрических и плоских прямоугольных координат в ГСК и МСК со средними квадратическими ошибками вычисленных величин, определенными по внутренней сходимости обрабатываемых данных;

- ведомости сравнения координат совмещенных пунктов с оценкой полученных расхождений;

- замечания, касающиеся проведения наблюдений и обработки, которые могут оказаться полезными в процессе анализа результатов и составления каталога.

8 Совместное уравнивание городских геодезических сетей.

8.1 По окончании обработки спутниковых городских геодезических сетей выполняется совместное уравнивание полигонометрии работ разных лет. При этом полигонометрия 4 класса уравнивается в государственной и местной системах координат, а полигонометрия 1 и 2 разрядов - в местной системе координат.

Переуравнивание прежней сети любой точности производится по материалам ранее выполненных измерений.

8.2 Совместное уравнивание выполняется с применением современных электронно-вычислительных машин и сертифицированных программных продуктов и содержит следующие виды работ:

- составление схемы геодезической сети работ разных лет;

- составление алфавитного указателя пунктов геодезических сетей работ разных лет, с целью уточнения совмещенных пунктов и исключения из сети одноименных названий путем присвоения им литеров;

- проверку и обработку ведомостей углов и линий, журналов угловых и линейных измерений, журналов нивелирования;

- контроль вычисления привязки стенных знаков и снесенных пунктов геодезических знаков на зданиях;

- проверку и оформление материалов определения элементов приведения;

- совместное уравнивание полигонометрии работ разных лет;

- систематизацию материалов и подготовку к сдаче.

8.3 Вычисления ведутся в уже установленной для данного города системе координат. Переуравнивание не сохранившихся пунктов триангуляции ранее исполненных работ не выполняется, т.к. их при полевых работах заменяют новыми пунктами СГГС с установлением связи со старыми ходами полигонометрии.

8.4 Анализ ранее исполненных работ предшествует непосредственным вычислениям при переуравнивании. К анализу относятся следующие работы:

- Проверка совмещения новых и старых центров пунктов по актам закладки путем сравнения номеров марок на оттисках, снятых с центров; сличения углов при выполнении полигонометрии и сравнения сторон совмещенных пунктов полигонометрии и спутниковых сетей;

- Анализ материалов уравнительных вычислений исходной основы ранее исполненных работ. При этом особое внимание следует обратить на основу, составленную по различным геодезическим работам, а также на метод уравнивания. Наиболее слабым следует считать взаимное положение двух смежных пунктов, координаты которых не были получены из совместного или многоэтапного уравнивания различных геодезических построений как государственной сети, так и сетей сгущения.

Погрешность стороны в самом слабом месте геодезической сети не должна превышать:

- 1:50 000 при развитии сети 4 класса;
- 1:20 000 при развитии сети сгущения 1 разряда;
- 1:10 000 при развитии сети сгущения 2 разряда.

Необходимо обратить внимание выполнялось ли ранее приведение направлений на плоскость при удалении города на расстояние более 20 км в государственной системе координат, а также точность редуцирования сторон полигонометрии.

8.5 В качестве исходных для совместного уравнивания геодезического обоснования используются координаты пунктов каркасной и спутниковой городской геодезической сетей. Городская геодезическая сеть должна вставляться в жесткий контур уравненных пунктов спутниковой городской геодезической сети. При выполнении работы по уравниванию сети, как правило, не допускается разрыв в сплошности связей (образование "окон") с исходными пунктами.

Во избежание образования "окон" допускается использовать в качестве связей между пунктами ранее исполненных сетей и исходными пунктами часть ходов дополнительно создаваемой полигонометрии 4 класса.

8.6 В тех случаях, когда по каким-либо причинам совместное уравнивание не может быть произведено, следует сеть полигонометрии 4 класса уравнять самостоятельно, приняв в качестве исходных пункты каркасной и спутниковой городской геодезической сети. Полученные из уравнивания координаты пунктов полигонометрии 4 класса, также как и пункты КС и СГГС могут служить в качестве исходных для переуравнивания сети 1 и 2 разрядов.

8.7 По окончанию уравнивания характеристику качества (точности) полигонометрии необходимо представить в виде таблиц:

- качество угловых измерений в полигонометрии по невязкам ходов и средней квадратической ошибки из уравнивания (Приложение 18);
- распределению поправок в углы и линии (Приложение 19).

8.8 Средняя квадратическая погрешность измеренного угла в полигонах и замкнутых ходах полигонометрии вычисляется по формуле:

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\left[\frac{f_\beta^2}{n}\right]}{N}},$$

для сети с узловыми пунктами при отсутствии замкнутых полигонов m_β вычисляют по формуле:

$$m_\beta = \sqrt{\frac{\left[\frac{f_\beta^2}{n}\right]}{N-k}},$$

где f_β - угловая невязка в полигоне или ходе;

n - число измеренных углов;

N - число полигонов или ходов;

k - число узловых точек;

8.9 Окончательную оценку точности угловых измерений замкнутых ходов полигонометрии и полигонов в случаях, когда $N \le 5$ следует производить по материалам уравнивания, а не по невязкам, так как невязки между собой зависимы и формула

$m_\beta = \sqrt{\frac{\left[\frac{f_\beta^2}{n}\right]}{N}}$, при $N \le 5$ недостаточно эффективна.

При малом числе полигонов значение средней квадратической ошибки (погрешности) измеренного угла при уравнивании сетей выбирается по типу используемых инструментов и приборов.

8.10 Обработка нивелирной сети производится в полном соответствии с действующей "Инструкцией по вычислению нивелировок". Вычисление и уравнивание нивелирования всех классов и тригонометрического нивелирования производится в Балтийской системе высот 1977 года или, в особых случаях, в местной системе высот.

8.11 При наличии первичных материалов на ранее созданную нивелирную сеть новая того же класса уравнива-

ется совместно с ней. Линии нивелирования IV класса уравниваются после уравнивания высшего класса.

8.12 По окончании вычислений все материалы должны быть надлежащим образом оформлены для последующего использования при составлении каталогов координат и высот и технических отчетов о геодезических работах. Отчётные материалы обработки сдаются на хранение в электронном виде и на бумажных носителях.

8.13 В результаты уравнивания плановых геодезических сетей и нивелирования помещают исходную информацию и результаты вычислений с оценкой точности, данные, характеризующие программу уравнивания на ЭВМ. Информация обязательно считывается с первоисточником с росписью "Уравнивание выполнил", "Информацию проверил (Читал, Слушал)".

8.14 По результатам работ сдается краткий технический отчет о выполненном уравнивании, в котором должна содержаться следующая исходная и обработанная информация:

- названия пунктов и их условные обозначения, внесенные в регистрационный файл;
- названия и исполнители ранее выполненных полевых и камеральных работ;
- организация и исполнители камеральных работ по совместному уравниванию;
- ведомости обработки и уравнивания с указанием полных значений координат в ГСК и МСК со средними квадратическими ошибками вычисленных величин, определенными по внутренней сходимости обрабатываемых данных;
- ведомости сравнения старых и новых координат и высот пунктов с оценкой полученных расхождений;
- другая информация, которая может оказаться полезной в процессе анализа результатов и составления каталога.

9 Составление каталогов

9.1 Составление каталогов в традиционном виде

9.1.1 На всю новую и ранее выполненную геодезическую сеть города составляется сводный каталог уравненных координат и высот пунктов каркасной, спутниковой городской геодезической сети, полигонометрии, а также каталог высот пунктов нивелирования. При незначительном объеме работ оба каталога могут быть сброшюрованы вместе.

9.1.2 Исходными документами для составления каталога служат:

- Материалы обследования и восстановления пунктов геодезических сетей.
- Акты об утрате геодезических пунктов.
- Карточки постройки пунктов.
- Абрисы местоположения геодезических пунктов.
- Материалы уравнивания геодезических сетей (плановых и высотных)
- Технические отчеты по ранее выполненным работам.
- Объяснительные записки со схемами по работам, выполненным на объекте.
- Изданные каталоги координат геодезических пунктов на листы карты масштаба 1:200 000.
- Тиражные оттиски листов или цифровые карты наиболее крупного масштаба и планы города.
- Технический проект на данный объект.

9.1.3 Каталоги координат и высот пунктов составляются раздельно в геоцентрической, государственной и местной системах координат.

9 1 4 В каталог местной системы координат включают пункты каркасной, спутниковой городской геодезической сети, пункты триангуляции, полигонометрии и нивелирования всех классов и разрядов, а также:

- сохранившиеся на местности пункты нивелирования I - IV классов, не имеющие прямоугольных координат (включают не всегда, лишь, когда нивелирный каталог не составляют).

- утраченные пункты триангуляции, полигонометрии и нивелирования, необходимые для сохранения геометрической связи в сети; к ним относятся, например, начальный пункт местной системы; пункты триангуляции, полигонометрии и нивелирования, служившие исходными для прежней геодезической сети; узловые пункты, к которым примыкали пункты прежней сети, ненайденные пункты, а также другие утраченные пункты в каталог помещают по согласованию с главным управлением архитектуры города (ГлавУАГ) и территориальной инспекцией госгеонадзора (ТИГГН);

- закрепленные временными центрами (марка в асфальте, штырь, гвоздь и т.п.) пункты полигонометрии и нивелирования, являющиеся узловыми или исходными (в том числе пункты полигонометрии с временными центрами, которые являются исходными при привязке стенных центров).

Пункт считается утраченным, если обнаружены явные признаки уничтожения его центра (на месте пункта построено какое-либо сооружение, вырыт котлован и т.п.). Все остальные пункты, не обнаруженные на местности в результате обследования, считаются ненайденными.

9.1.5 В каталог государственной системы координат помещают те же пункты, что и в каталог местной системы координат, за исключением пунктов полигонометрии 1 и 2 разрядов и съемочных сетей.

9.1.6 В каталогах координат МСК и ГСК не помещают пункты старой полигонометрии, близко расположенные к пунктам новой сети и не связанные между собой измерениями. Также не помещают пункты старой полигонометрии, расположенные рядом на одной улице или проспекте с пунктами новой полигонометрии и не связанные надлежащим образом между собой измерениями. Разрешается включение их в каталог как пункты съемочной сети.

Координаты пунктов, пониженных в разряд до съемочной сети, помещают в "Список координат и высот пунктов съемочной сети".

9.1.7 Каталог в геоцентрической системе координат составляется для пунктов каркасных и спутниковой городской геодезической сетей.

9.1.8 Порядок расположения пунктов списках соответствующих классов геодезической и нивелирной сетей следующий:

- по возрастанию названий и номеров марок - для каркасной, спутниковых городских геодезических сетей и триангуляции;

- по возрастанию номеров ходов- для полигонометрии и нивелирования;

9.1.9 В списки каталогов во всех системах координат помещают следующие сведения о пункте:

- координаты,
- высоты,
- тип знака,
- тип центра,
- сведения об утрате,
- номера работ согласно перечню, помещенному в пояснении,
- описания местоположения пунктов.

9.1.10 В каталог значения координат пунктов геодезических сетей помещают с точностью до 0.001м, пунктов съемочной сети - до 0.01м.

9.1.11 Высоты пунктов, определенные нивелированием I-IV классов, приводятся с точностью до 0.001м, техническим нивелированием - до 0.01м, спутниковыми системами - до 0.01м с указанием класса «спут.». Высоты пунктов над уровнем моря отнесены к верхнему центру. Высоты дают в Балтийской системе высот 1977 года. Если в городе или поселке принята местная система высот, то в каталоге местной системы высот помещают как в принятой, так и в Балтийской системе высот 1977 года

9.1.12 При составлении списков в государственной системе координат на пункты в полосе перекрытия типы центров, номера работ, высоты над уровнем моря, высоты знаков и описания местоположения не приводятся.

9.1.13 Составление каталога состоит из следующих укрупненных процессов:

- анализ материалов;
- составление списков координат и высот пунктов и их контроль;
- создание схем в цифровом виде и с выводом на бумажную основу и их контроль;
- составление пояснения;
- редактирование каталога;
- составление чертежей типов центров;
- размножение, формирование и оформление бумажных экземпляров каталога;
- приемка каталога руководством цеха или экспедиции и отделом технического контроля.

9.1.14 Редактирование и анализ составления каталога заключается в определении:

- полноты и качества исходных материалов,
- соответствия выполненных работ требованиям действующих инструкций, а также их изменениям и дополнениям;
- исходных пунктов, правильности их значений, использованных при уравнивании;
- совмещенных пунктов и пунктов, изменивших свое положение в плане и по высоте,
- правильности выполнения обработки, уравнивания и оценки точности сети;
- расхождения координат ранее определенных пунктов с их новыми значениями;
- правильности перевода в низший класс (разряд) пунктов геодезической и нивелирной сетей;
- пунктов полигонометрии близко расположенных параллельных ходов, проложенных по одной улице или проспекту, но не связанных между собой надлежащими измерениями;
- пунктов, близко расположенных и не связанных между собой измерениями;
- правильности выполненной привязки стенных знаков и снесения центров знаков на зданиях.

9.1.15 Содержание каталогов координат и высот геодезических пунктов в местной системе и в государственной имеет следующие различия:

К пояснению в каталог государственной системы координат дополнительно помещают сведения о связи государственной системы с местной системой координат и приводят подробную объяснительную записку о выполненных предприятием геодезических работах (вместо технического отчета, составляе-

мого отдельно по работам только для местной системы). В каталоге местной системы координат эти сведения не помещают.

В каталоге координат и высот государственной системы не помещают списки координат и высот пунктов полигонометрии 1 и 2 разрядов. Списки координат пунктов полигонометрии 4 класса в государственной отличаются от списков местной системы тем, что в них не приводится описание местоположения пунктов.

9.1.16 Каталог должен содержать:

- обложку, титульный лист и оглавление,
- пояснение;
- чертежи типов центров и реперов;
- списки координат и высот пунктов;
- алфавитный указатель пунктов;
- схемы геодезической сети;
- схему нивелирной сети, только в случае, когда отдельный каталог высот пунктов нивелирования не составляется;
- лист регистрации изменений.

9.1.17 На обложке и титульном листе каталога указывают наименование организации, составляющей каталог, шифр объекта и название города, систему координат (местная, государственная, геоцентрическая), систему высот, гриф, номер тома, номер экземпляра. На титульном листе должны быть подписи главного инженера и начальника отдела технического контроля предприятия. На обратной стороне титульного листа указывается число листов в томе. Каталоги должны соответствовать стандарту и иметь твердые переплеты. Объем печатных листов в одном томе (книге) не должен быть более 250.

9.1.18 Пояснение к каталогу содержит:

- год выполнения полевых геодезических работ,

- системы координат и высот;

- параметры преобразования координат из системы в систему (только в каталоге государственной системы),

- перечень геодезических работ, включенных в каталог с указанием организаций, выполнивших работу и года производства полевых работ;

- краткую объяснительную записку о выполненных геодезических работах (только в каталоге государственных и геоцентрических координат);

- краткие сведения об исходной высотной и плановой основе;

- характеристику качества работ,

- метод уравнивания с указанием программы, автора разработчика;

- сведения о закреплении пунктов;

- указания о порядке расположения пунктов в каталоге;

- таблицу сравнения расхождения значений старых и новых координат пунктов городской геодезической сети совмещенных и переуравненных пунктов;

- список принятых в каталоге сокращений.

9.1.19 Работы располагаются, начиная с работ, содержащих пункты высших классов. При наличии двух и более работ, содержащих пункты одинакового класса, их располагают в обратном хронологическом порядке, начиная с более поздних.

Наименования геодезических работ и организаций, выполнявших их, должны соответствовать данным учетных документов Роскартографии по исполненным геодезическим работам. В пояснении также помещают сведения о переводе полигонометрии в более низкий класс или разряд и причины этого перевода.

9.1.20 Каталоги рассылаются по организациям, согласно Приложению 10.

9.2 Составление каталогов в цифровом виде

9.2.1 Каталоги координат и высот геодезических пунктов городских геодезических сетей составляются для хранения, как в цифровом виде, так и на бумажных носителях. Создание каталога в цифровом виде должно выполняться с условием преобразования его в цифровую базу геодезических данных.

Создание и хранение банка геодезических данных дает возможность оперативного исправления при последующих топографо-геодезических работах, а также обеспечивает исходной информацией обработку геодезических измерений, создание различных топографо-геодезических материалов, экспорта данных в различные информационные системы.

9.2.2 Первая особенность составления каталогов координат и высот пунктов геодезической сети в цифровом виде состоит в том, что данные для каталогов могут приниматься для обработки из различных программ уравнивания геодезических сетей. При этом принятые данные необходимо преобразовать в табличный вид так, чтобы они соответствовали требуемой форме ввода данных.

9.2.3 Вторая особенность составления каталогов координат и высот пунктов геодезической сети в цифровом виде состоит в том, что данные каталоги могут использоваться в других программах для различных целей. Поэтому к каталогам предъявляются определённые требования. Соблюдение этих требований облегчает работу и передачу данных для последующей их подготовки и использования в программах при создании схем.

9.2.4 Требования к оформлению списков координат и высот:

- Списки координат и высот пунктов представляются в виде таблиц.

- Название таблиц располагаются на отдельных страницах по центру.

- Каждый раздел (список) должен начинаться с новой страницы и состоять из отдельной таблицы.

- Каждые сведения о пункте располагаются в своей ячейке таблицы каталога, чтобы корректно осуществить передачу данных таблиц в другие программы.

- Координаты и высоты пунктов должны располагаться на одной строке с номером по каталогу и названием пункта.

Пример «Списка координат и высот» приведен в Приложении 14.

Важным условием служит использование единообразных сокращений, что облегчает общую работу и обработку данных.

Список принятых сокращений типов знаков приведен в Приложении 8.

Приложение 1.
Типовые схемы спутниковых городских геодезических сетей

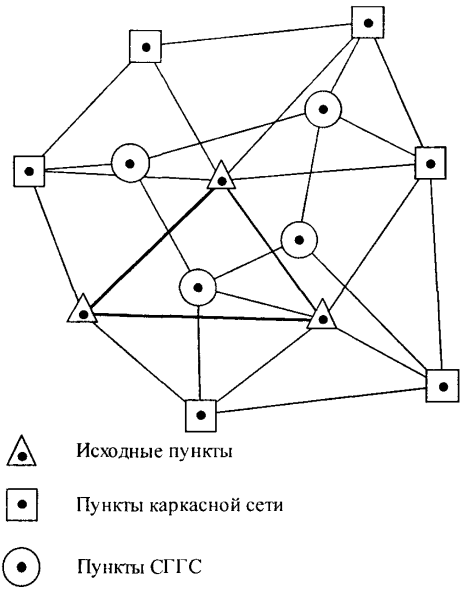


Рис. П.1.1 Схема спутниковой городской геодезической сети с тремя исходными пунктами

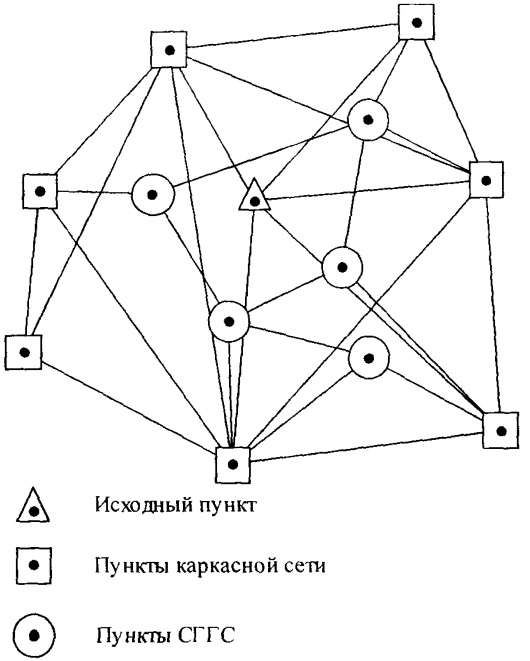


Рис. П.1.2 Схема спутниковой городской геодезической сети с одним исходным пунктом

Приложение 2. Карточка спутниковых наблюдений на пункте

Название пункта в контроллере | N | O | V | A | Y | A | | | | | | | | |

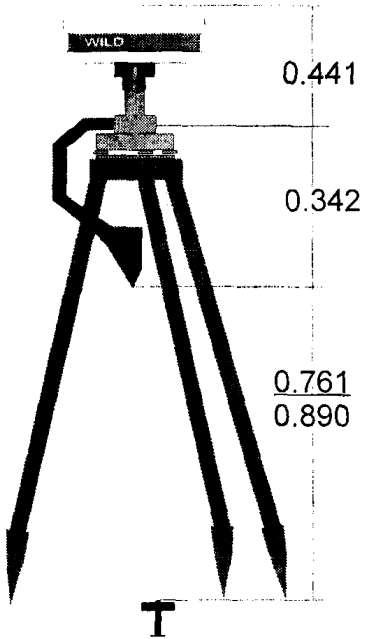
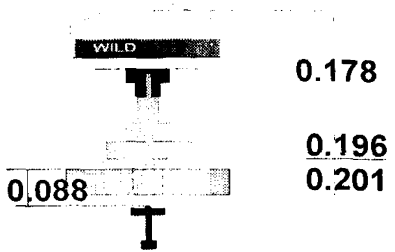
t°20°C P 755мм рт.ст. Заполняется печатными буквами с учетом регистра и пробелов

1	Сеанс №1		Сеанс №2	
	Начало	Конец	Начало	Конец
Дата	30.08.2001	30.08.2001	30.08.2001	30.08.2001
Время	9.30	11.38	12.10	14.15
Высота антенны	0.441	0.441	0.441	0.441
Высота штатива	1.103	1.104	1.214	1.213

Номер антенны спутникового приемника	**№RA 0246**	Пример заполнения № 092345
Номер блока управления	**№LE 2492**	№ 01965
Тип памяти	**внутренняя**	Карточка 512K
Количество и тип источника питания	**Авт. аккумулятор**	2 - штатных

Элементы приведения к центру Чертеж l= мм θ= на пункт	Дополнительная информация о ходе измерений: (помехи при наблюдениях) *В 10.20 отключилось питание; наблюдения возобновлены в 10.25* *В 13.40-13.45 Gdop > 8*

Зарисовка постановки антенны

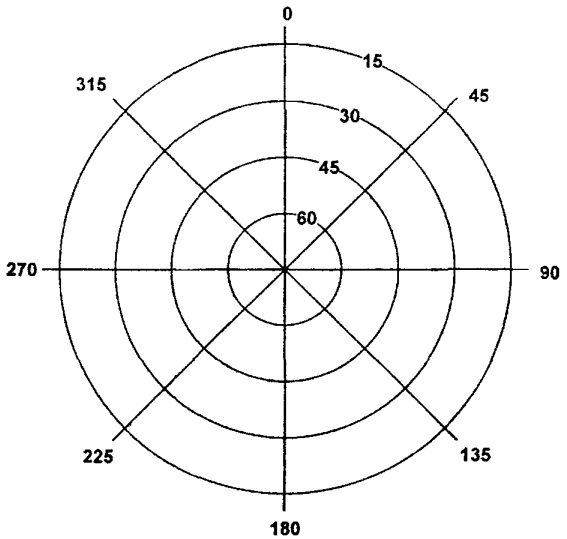
Постановка антенны на штативе	Дополнительная информация поясняющая графические изображения.	Постановка антенны без штатива
 *указать все промеры	Вариант постановки антенны на штативе: *Использован трегер из комплекта № 1832* *0.342м – из паспорта спутникового приемника;* *0.441м - из паспорта спутникового приемника;* *0.761 - измерены в 1-ом сенсе* *0.890 - измерены в 2-ом сенсе* Вариант постановки антенны без штатива *Высота от верха марки до верхнего среза центрировочной плиты определена из нивелирования 0.088м и между сеансами не изменялась.* *0.178м – из калибровки;* *0.196м – измерены в 1-ом сенсе* *0.201м измерены в 2-ом сенсе*	 *зарисовать схему постановки антенны над центром и указать все промеры

Наблюдения выполнены геодезист Шабанов Е.В.
Должность Фамилия ИО подпись

Информацию принял нач. партии Иванов С.А.
Должность Фамилия ИО подпись

Абрис возвышающихся препятствий

пункт_____объект_____



Дата _____

B____°____'
L____°____'
H_____м

Заключение о пригодности пункта для спутниковых наблюдений

_____

_____

_____

Таблица азимутов и углов наклона на возвышающиеся препятствия

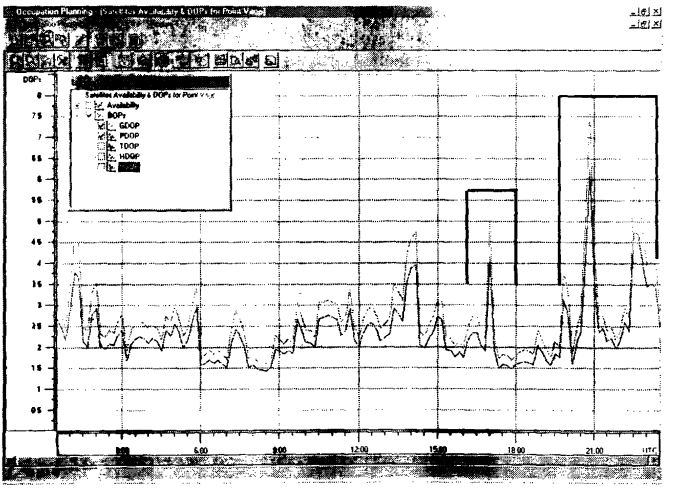
№ п/п	Азимут		Угол наклона		Примечание
	°	'	°	'	

Составил _____

ФИО, должность, подпись

Приложение 3.
График понижения геометрического фактора

На рисунке представлен график понижения геометрического фактора, поясняющий принцип выбора благоприятных и отбраковки неблагоприятных для измерений интервалов времени.



- окна благоприятные для измерений

- окна не благоприятные для измерений

Приложение 4.
Схемы привязки при внецентренной установке спутникового приемника

4.1 Схемы геометрических построений при передаче топоцентрических координат (в государственной или местной системе) от постоянного центра геодезического пункта на место установки спутникового приемника (рабочий центр) и формулы вычислений

Для снесения координат пункта наземной сети А на рабочий центр Р - место установки спутникового приемника способом полярной засечки (рис П.4.1.1) измеряют

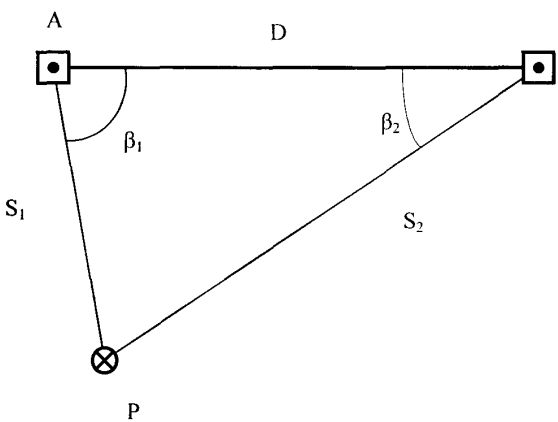


Рис. П.4.1.1 Схема снесения координат пункта наземной сети на рабочий центр способом полярной засечки.

горизонтальный угол β_1 и линию S_1. Измеренные линии приводятся к горизонту.

Координаты точки Р вычисляются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} X_P &= X_A + S_1 \cos\alpha; \\ Y_P &= Y_A + S_1 \sin\alpha; \\ \alpha &= \alpha_0 + \beta_1. \end{aligned}\right\} \qquad (П.4.1.1)$$

Измерения на пункте *B* выполняют для контроля.

При недоступности пункта наземной сети для снесения координат способом прямой угловой засечки (рис 4.1.2) в точке Р разбивают два базиса Р1=b_1 и Р2=b_2, а затем измеряют горизонтальные углы $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$.

По результатам измерений вычисляем линейный *S* и угловой α элементы редукции

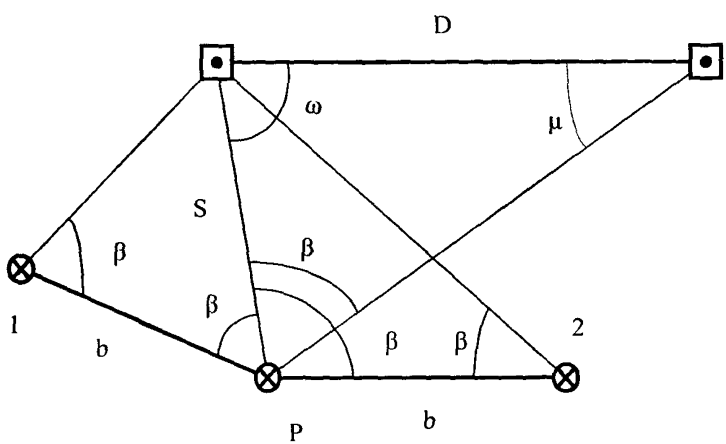


Рис. П.4.1.2 Схема снесения координат пункта наземной сети на рабочий центр способом прямой угловой засечки.

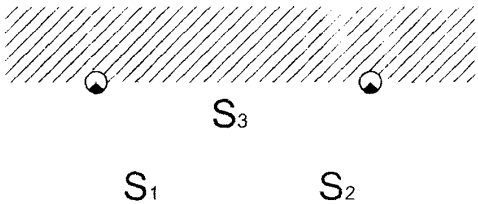
$$\left.\begin{aligned} S &= b_1 \frac{\sin\beta_1}{\sin(\beta_1+\beta_2)} = b_2 \frac{\sin\beta_4}{\sin(\beta_3+\beta_4)}; \\ \sin\mu &= \frac{S}{D}\sin\beta_5;\ \omega = 180°-(\beta_5+\mu);\ \alpha = \alpha_0+\omega, \end{aligned}\right\} \quad (П.4.1.2)$$

где D- длина опорной стороны между пунктами наземной сети AB, ω - примычный угол. α_0 - дирекционный угол опорной стороны.

Координаты точки P вычисляются по формулам:

$$\left.\begin{aligned} X_P &= X_A + S\cos\alpha; \\ Y_P &= Y_A + S\sin\alpha. \end{aligned}\right\} \quad (П.4.1.3)$$

4.2 Схема привязки стенных пунктов и формулы вычислений



Вычисление координат снесенного центра пары стенных пунктов выполняется по итерационным формулам:

Известны X_1 Y_1 и X_2Y_2 S_1 и S_2

Вводятся приближенные координаты пункта P_2 (X и Y)

$$\Delta X_1 = \overline{X} - X_1$$

$$\Delta X_2 = \overline{X} - X_2$$

$$\Delta Y_1 = \overline{Y} - Y_1$$

$$\Delta Y_2 = \overline{Y} - Y_2$$

$$l_1 = S_1 - \overline{S_1}$$

$$l_2 = S_2 - \overline{S_2}$$

$$a_1 = \Delta X_1 \sqrt{S_1}$$

$$a_2 = \Delta X_2 \sqrt{S_2}$$

$$b_1 = \Delta Y_1 \sqrt{S_1}$$

$$b_2 = \Delta Y_2 \sqrt{S_2}$$

$$\delta X = \frac{b_2 l_1 - b_1 l_2}{a_1 b_2 - a_2 b_1}$$

$$\delta Y = \frac{a_1 l_2 - a_2 l_1}{a_1 b_2 - a_2 b_1}$$

$$\overline{X} = \overline{X} + \delta X$$

$$Y = Y + \delta Y$$

Вычисления выполняются до δX+δY<=0,01

4.3 Схемы геометрических построений при передаче геоцентрических координат от мест установки спутникового приемника (вспомогательные точки) на постоянный центр геодезического пункта и формулы вычислений

Для вычисления пространственных координат наземного пункта сети А по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках Р1, Р2 (рис. 1) разбивают створ Р1, Р2, А, а затем выполняют спутниковые наблюдения на вспомогательных точках Р1, Р2 и измеряют рулеткой или светодальномером расстояния Р1 Р2 = $b1$ и Р2 А= $b2$.

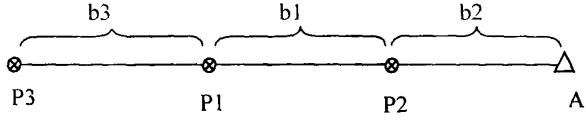


Рис.1. Схема определения пространственных координат пункта наземной сети по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках.

По результатам измерений определяют приращения пространственных координат между вспомогательными точками Р1 и Р2

$$\Delta X = Xp_2 - Xp_1$$
$$\Delta Y = Yp_2 - Yp_1 \qquad (1)$$
$$\Delta Z = Zp_2 - Zp_1$$

Координаты точки А вычисляют по формулам:

$$X_A = Xp_1 + \Delta X \frac{b_1 + b_2}{b_1}$$

$$Y_A = Yp_1 + \Delta Y \frac{b_1 + b_2}{b_1} \qquad (2)$$

$$Z_A = Zp_1 + \Delta Z \frac{b_1 + b_2}{b_1}$$

Спутниковые наблюдения на вспомогательной точке Р3 и измерение расстояния Р1 Р3 = b_3 выполняют для контроля.

При невозможности разбивки створа с одной стороны пункта, створ разбивают включая в него пункт сети (см. рис. 2).

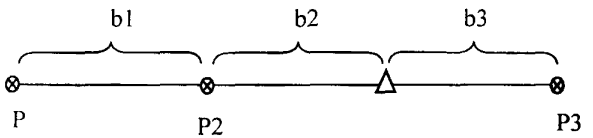


Рис.2. Схема определения пространственных координат пункта наземной сети по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках.

Аналогичный вариант схемы определения пространственных координат стенных пунктов А и В по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках Р1, Р2, Р3, установленных в створе с определяемыми стенными пунктами А и В приведены на рис. 3.

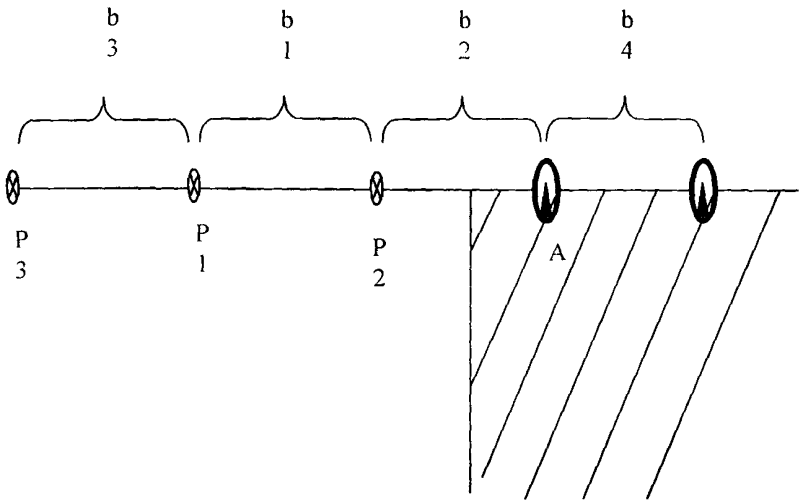


Рис.3. Схема определения пространственных координат стенных пунктов наземной сети по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках одного створа.

По результатам измерений определяют приращения пространственных координат между вспомогательными точками Р1 и Р2 по формулам (1). Координаты точки А вычисляют по формулам (2), а координаты точки В - по формулам:

$$X_B = Xp_1 + \Delta X \frac{b_1 + b_2 + b_4}{b_1}$$

$$Y_B = Yp_1 + \Delta Y \frac{b_1 + b_2 + b_4}{b_1} \qquad (3)$$

$$Z_B = Zp_1 + \Delta Z \frac{b_1 + b_2 + b_4}{b_1}$$

Спутниковые наблюдения на вспомогательной точке Р3 и измерение расстояния

Р1 Р3 = $b3$ выполняют для контроля.

При невозможности разбивки одного створа для двух стенных пунктов, разбивают два створа, включая в каждый один стенной пункт (см. рис. 4).

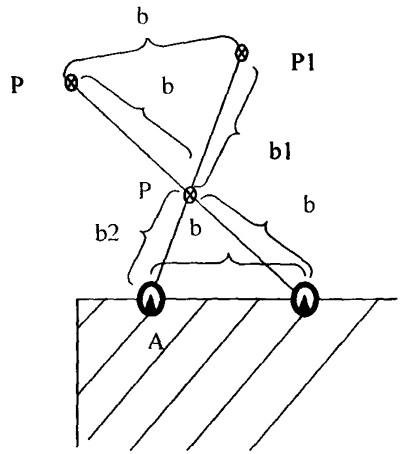


Рис.4. Схема определения пространственных координат стенных пунктов наземной сети по спутниковым наблюдениям на вспомогательных точках двух створов.

По результатам измерений определяют приращения пространственных координат между вспомогательными точками P1 и P2 по формулам (1). Координаты точки А вычисляют по формулам (2).

Для определения координат точки В определяют приращения пространственных координат между вспомогательными точками P3 и P2:

$$\Delta X = Xp_2 - Xp_3$$
$$\Delta Y = Yp_2 - Yp_3 \qquad (4)$$
$$\Delta Z = Zp_2 - Zp_3$$

Координаты точки В вычисляют по формулам:

$$X_B = Xp_3 + \Delta X \frac{b_3 + b_4}{b_3}$$

$$Y_B = Yp_3 + \Delta Y \frac{b_3 + b_4}{b_3} \qquad (5)$$

$$Z_B = Zp_3 + \Delta Z \frac{b_3 + b_4}{b_3}$$

Измерение расстояний А В = b_5 и Р1 Р3 = b_6 выполняют для контроля.

Разбивка створов для установки вспомогательных точек выполняется не только в плане, но и по высоте с точностью ±2 мм (см. рис. 5). При этом линии измеряются наклонные.

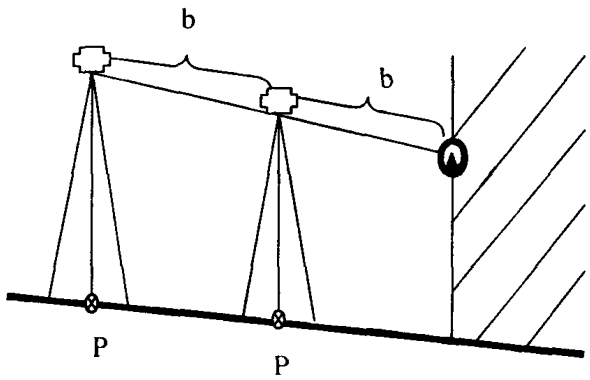


Рис.5. Схема разбивки по высоте створа для установки вспомогательных точек.

Программа спутниковых наблюдений при внецентренной установке должна состоять из строенных, равных по времени сеансов наблюдений, между которыми производиться перестановка антенн спутниковых приемников, повторная центрировка и измерение высоты их установки.

Приложение 5.
Минимальное количество сеансов наблюдений

Минимальное количество сеансов наблюдений определяется по формуле:

$$N = \frac{S - O}{R - O} \qquad \text{(П.5.1), где}$$

N - количество сеансов наблюдений,

S - количеством пунктов,

R – количество используемых приемников,

O - количество совместно используемых **пунктов в двух** смежных сеансах.

Пример 1. Количество сеансов для каркасной сети из 8 пунктов, приведенной на рис. П.1.2 (1 исходный, 7 каркасных), при использовании 4 приемников и 2 совместно используемых приемниках в предыдущем и последующем сеансах равно:

$$N = \frac{S - O}{R - O} = \frac{8 - 2}{4 - 2} = 3.$$

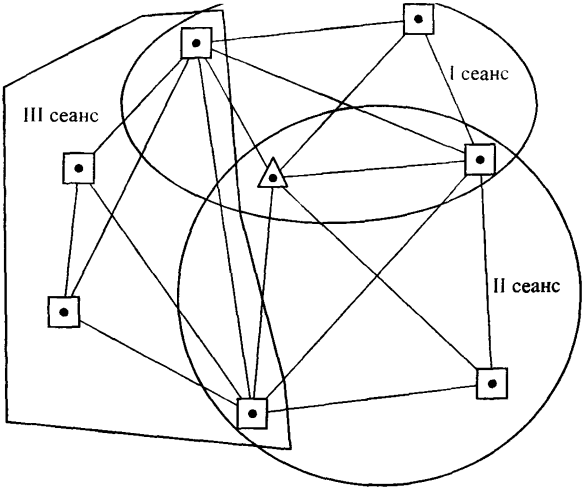


Рис. П.5.1 Схема количества сеансов наблюдений

Пример 2. Количество сеансов для каркасной сети из 9 пунктов, приведенной на рис. П.1.1 (3 исходных, 6 каркасных), при использовании 3 приемников и 2 совместно используемых приемниках в предыдущем и последующем сеансах равно:

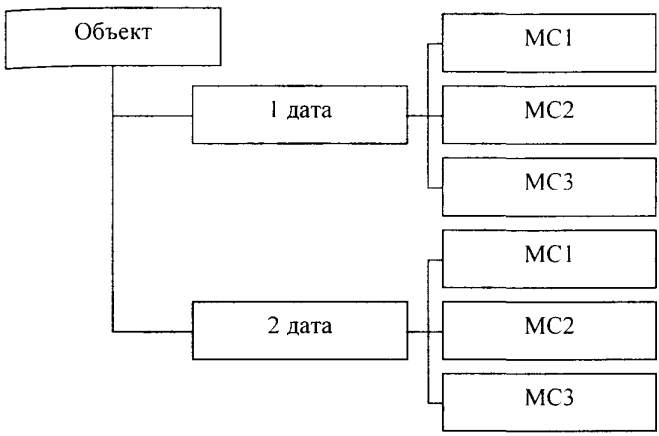
$$N = \frac{S-O}{R-O} = \frac{9-2}{3-2} = 7 .$$

Приложение 6.
Прием и сохранение полевых данных

По окончании наблюдений полевые данные копируются на устройства длительного хранения информации (дискеты, компакт-диски, жесткий диск компьютера и т.д.). При этом обязательно создание двух копий файлов с данными наблюдений для их независимого хранения и исключения потери накопленной информации.

Кроме данных наблюдений в каталоге должен содержаться файл комментариев с перечнем содержащейся информации (опись).

Данные рекомендуется хранить в каталогах, структура которых приведена на рисунке:



Объект	Главный каталог (имя - имя объекта)
Дата	Каталоги 2-го порядка (имя - дата выполнения работы)
МС	Каталоги данных с карточек (имя - МС1, МС2, ...)

Рис. 5.3.5. Структура каталогов для хранения данных

Приложение 7.
Правила составления абрисов местоположения пунктов

Абрисы местоположения пунктов городской геодезической сети составляются и вычерчиваются непосредственно на месте работ в одном экземпляре на бланках формы Т - 44. На парные знаки типа 143 составляется два абриса, т.е. отдельно на каждый знак, в виде исключения разрешается показывать их на одном абрисе.

В описании местоположения грунтового знака обязательно указывается не менее трёх ориентиров и расстояния до них. Направления на ориентиры должны образовывать засечку под углами порядка 30° - 120°. При расположении грунтовых знаков вне застроенной части, обязательно указывается не менее трёх дальних и трёх ближних ориентиров. Дальние ориентиры необходимы для нанесения знака на тот или иной лист карты данного масштаба, ближние ориентиры необходимы для непосредственного опознавания пункта на местности, особенно в условиях, когда пункт закрыт для визуального обозрения (зимой - засыпан снегом; при производстве земляных работ - засыпан землёй и т.п.).

В качестве ориентиров необходимо использовать контуры и объекты местности, возможность изменения которых должна быть наименьшей, а именно: углы построек, отдельно стоящие деревья, колодцы городских коммуникаций, столбы электролиний и т.п. Для столбов указывается их номер. В отдельных случаях, при отсутствии достаточного количества контуров, в качестве ориентиров используются направления и расстояния до смежных пунктов полиго-

нометрии, полученные в результате обратной засечки в комбинации с линейными измерениями.

Необходимо указывать, от какой точки контура выполнен промер до пункта (от края или центра столба, люка колодца и т.п.). При использовании в качестве ориентиров дорог и рубленных деревянных домов. измерения расстояний до пунктов производится от оси дороги и угла дома.

Расстояние от центра пункта до постоянного предмета местности измеряется с точностью до 0.01 м от основных элементов ситуации (четких контурных точек), расстояния до которых не более 25м, с точностью до 0.1 м - при расстоянии от 25 м до 100 м и с точностью до 1 м - более 100 м.

Для грунтовых знаков в месте их расположения указывается характер покрытия (грунт, асфальт, бетон, булыжник и т.п.).

Опознавательные трафареты устанавливаются на видных местах, обеспечивающих их долговременную сохранность. В абрисе приводится чертёж трафарета и указывается место его установки.

Оттиски центров выполняются на 1/2 стандартного листа (формат А5). На листе записывается тип знака, его номер, должность, фамилия и подпись исполнителя, дата. Оттиски приклеиваются к оборотной стороне листа абрисов местоположения пунктов в первом экземпляре альбома, который остается в предприятии-исполнителе.

В описании местоположения стенных знаков, расположенных в городе, указывается название улицы или пересечение улиц, номер дома, месторасположение знака, ориентированное по сторонам света. Приводятся замеры от углов зданий и т.п., а также высота от поверхности земли.

При расположении стенных знаков в лежащих вокруг города посёлках указывается название посёлка, его

расположение относительно города, номер дома, расположение знака, ориентированное по сторонам света.

Для построек, в которых заложен знак, на абрисе указываются материал, из которого они построены (кирпич, камень, блоки, панели, бетон, и т.п.), жилой или нежилой дом и его назначение (почта, магазин и т.п.).

Каждый экземпляр абриса должен быть принят начальником партии.

Редактирование описаний местоположения пунктов производится камеральной группой полевого подразделения, о чём в абрис заносится соответствующая запись.

Номенклатура центра определяется в камеральной группе экспедиции в полном соответствии с "Правилами закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей СССР, изд. 1993 г.", "Альбомом типов центров и реперов, изд. 1965 г." и "Дополнением к альбому типов центров и реперов, 1965 г., изд. 1978г."

Абрисы в полевых условиях вычерчивается сначала карандашом, а затем, после редакционного просмотра и исправления в камеральном производстве, вычерчиваются тушью. Далее абрисы переводятся в цифровой вид (растровое изображение) путем сканирования, с возможной редакцией растрового изображения. Возможно создание абрисов в векторном формате с использованием издательского ПО.

Карточки формы Т - 44 брошюруются в альбом абрисов с жёстким переплётом. Внутри альбома они систематизируются по классам, внутри классов по ходам, внутри ходов в порядке их расположения в ходе. Абрисы могут быть укомплектованы также в порядке расположения пунктов в соответствующем каталоге координат и высот.

Альбом абрисов оформляется на 1/2 стандартных листов (формат А5).Он содержит: титульный лист, оглавление, краткое пояснение, список пунктов (или алфавитный указатель), чертежи типов центров, реперов и марок с условными обозначениями, абрисы местоположения пунктов, список принятых сокращений. Алфавитный указатель пунктов помещается в конце альбома.

Приложение 8.
Список принятых сокращений

Принятое сокращение	Полное название
а.с.	аналитическая сеть
б/№	без номера
бет.	бетонный
вост.	восток, восточный, -ая
ВВЛ	высоковольтная линия электропередачи
газ.	газовый
гор., г.	город
грунт. реп.	грунтовый репер
д.	дом
дер.	деревянный, -ая
ДСК	домостроительный комбинат
дор. указ.	дорожный указатель
ж. д.	железная дорога
ж.-д.	железнодорожный, -ая
жел-бет.	железобетонный, -ая
зап.	запад, западный
к	колпак (у типа центра)
К.	канализационный
каб.	кабельный, -ая
кам.	каменный, -ая
кладб.	кладбище

Принятое сокращение	Полное название
кирп.	кирпичный
КПП	контрольно-пропускной пункт
ЛЭП	линия электропередачи
маг.	магазин
мет.	металлический, -ая
мог.	могила
мон.	монолит
насос. ст.	насосная станция
недейств.	недействующий
оп.	опознавательный
осв.	осветительный
ост. п.	остановочный пункт
охр.	охранная
пам.	памятник
пер.	переулок
пгт.	поселок городского типа
псгс	пункт спутниковой геодезической сети
пир.	пирамида
пк	пикет
ПМК	передвижная механизированная колонна
подземн.	подземный
пол.	полевой, -ая
пос.	посёлок
просп.	проспект
пп	пункт полигонометрии
п. триант.	пункт триангуляции
п.	пункт
р.	река
раз.	разъезд
разр.	разряд
р-н	район
сан.	санаторий
свх.	совхоз

Принятое сокращение	Полное название
сев.	север, северный, -ая
сев.-вост.	северо-восточный, -ая
сев.-зап.	северо-западный, -ая
псгс	пункт спутниковой городской сети
сигн.	сигнал
снес.	снесенный
с.	село
с.с.	съемочная сеть
ст.	станция
станц.	станция
стб.	столб
стен.	стенной
стен.реп.	стенной репер
стр.	строящийся
ул.	улица
ТЛФ	телефонный
ТП	трансформаторная подстанция
ур.	урочище
фунд. реп.	фундаментальный репер
эл. подст.	электрическая подстанция
южн.	южный, -ая
юго-вост.	юго-восточный, -ая
юго-зап.	юго-западный, -ая

Приложение 9.
Перечень материалов окончательно завершенных работ на города, поселки городского и сельского типа

№№ п/п	Наименование материала	Кол-во экз.	Вид переплета	Вид хранения материала	на пгт и города, где:		Примечание
					нет полиг. 4 кл.	площадь менее 10 км^2	
1	2	3	4	5	6	7	8
I Города							
1	«Акты сдачи геодезических пунктов для наблюдения за сохранностью» (обследованных, восстановленных и вновь заложенных пунктов)	2	Жесткий картонный	Печатный или рукописный	2 экз.	2 экз.	Могут быть объединены в одну книгу вновь заложенные пункты и сохранившиеся по результатам обследования. На лицевой стороне акта указывается количество сдаваемых на хранение пунктов.
2	«Акты об утрате геодезических пунктов»	1	Книга (мягкий упрощенный переплет)	Печатный или рукописный			В поле инспектором ОТК должно быть проверено не менее 10% утраченных знаков в разных местах.

1	2	3	4	5	6	7	8
3	«Абрисы местоположения геодезических пунктов» (в том числе ранее заложенных и сохраненных) с приложенными оттисками центров *	3	Жесткий в коленкоре	Печатный или рукописный	3 экз. (1 экз (полевой) с оттисками марок)	3 экз. (1 экз (полевой) с оттисками марок)	Могут быть объединены в одну книгу абрисы обследованных пунктов с вновь заложенными. Абрисы местоположения обследованных сохранившихся пунктов вычерчиваются по полевым "Карточкам обследования геодезических пунктов". Номенклатура центра определяется камеральной группой в полном соответствии с [11], [12], [13], [18]. Правила оформления абрисов см. п.4
4	«Материалы исследований инструментов»	1	Жесткий без коленкора	Рукописный	Единственный	Единственный	Материалы исследование теодолитов, нивелиров, мерных приборов
5	Журналы угловых и линейных измерений, нивелирования.	-		1) В папках. Опись на папке и в каждом журнале. 2) Файлы (основные и резервные копии) с описанием структуры данных на магнитном носителе			В них помещаются схемы привязки стенных знаков. Все вычисления и исправления при камеральной проверке записываются красным цветом. К оборотной стороне обложки наклеивается корректурный лист.

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Технический отчет о геодезических работах Система координат местная Система высот Балтийская 1977г.	4	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе	3 экз.	3 экз.	Технические отчеты для ПГТ о выполненных геодезических и топографических работах могут быть (но не обязательно) совмещены в одном документе «Технический отчет о топографо-геодезических работах».
6.1	Таблицы измеренных горизонтальных направлений и длин линий, приведенных к центрам знаков (на новые работы)				6.1 и 6.2 во всех экз.	Согласно графы 7	В случае, когда в таблице приводятся все измеренные значения, участвующие в совместном уравнивании, необходимо выделить измерения на новом объекте и старые. Например: Длины линий, полученные из спутниковых наблюдений на новом объекте подчеркнуть; углы и линии ранее исполненной полигонометрии показать со звездочкой (*).
6.2	Списки обследованных и восстановленных пунктов (сохранившихся) (предпроектное обследование и восстановление при проложении полигонометрии)						При небольшом объеме пунктов списки утраченных и ненайденных можно объединить со списком обследованных пунктов в одну книгу.

1	2	3	4	5	6	7	8
6.2а 6.2б 6.3 6.4	Списки утраченных пунктов Списки ненайденных пунктов Справка о местной системе координат Схемы: а) спутниковой городской геодезической сети с планировкой города; б) полигонометрии с планировкой города; в) нивелирования; г) обследования и восстановления нивелирных реперов; д) обследования и восстановления геодезических пунктов				6.3 в экз.№1,3 6.4.г) и д) объединить		См. Приложение 21. Схемы 6.4.г) и 6.4.д) для малых городов могут быть объединены в одну схему или схемы 6.4.б) и 6.4.д) могут быть объединены в одну схему, а схемы 6.4.в) и 6.4.г - в другую схему.
7	Материалы уравнивания городских геодезических сетей. (Системы координат геоцентрическая и ГСК; Система координат местная)	1 книга в МСК; 1 книга в геоцентрической и ГСК	Жесткий без коленкора	Бумажный и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе	2 книги	2 руки секретно и ДСП	Информация обязательно считывается с первоисточником с росписью: Уравнивание выполнил Информацию проверил (считали)

1	2	3	4	5	6	7	8
7.1	Материалы уравнивания спутниковой городской геодезической сети в геоцентрической системе координат						«log-файл» и полный файл
7.2 7.2.1	Вычисление длин линий спутниковой городской геодезической сети по координатам геоцентрической системы координат Материалы редуцирования линий спутниковой городской геодезической сети на плоскость (ГСК и Система координат местная)						Счет ПЭВМ с распечаткой исходной информации и оценкой точности уравнивания
7.3 7.3.1 7.3.2	Материалы уравнивания спутниковой городской геодезической сети по программе _____, версия____ (ГСК и Система координат местная): Общее описание сети. Описание исходных пунктов. Описание определяемых пунктов Измеренные и уравненные направления и стороны.						

1	2	3	4	5	6	7	8
7.3.3	Каталог координат пунктов и оценка точности.						
7.4	Материалы уравнивания полигонометрии (ГСК и МСК)	1 книга в МСК и 1 книга в ГСК	Жесткий без коленкора	Бумажный и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе	2 книги	2 книги Секретно и ДСП	
7.4.1	Материалы редуцирования измеренных линий на плоскость (ГСК и МСК):						(счет ПЭВМ с распечаткой исходной информации).
7.4.2	Материалы уравнивания полигонометрии по программе _____, версия____. а) общее описание сети, б) описание исходных данных в) описание ходов, г) характеристика метода и точности уравнивания, д) ведомость уравнивания координат е) техническая характеристика ходов						Обязательно должен быть произведен контроль высот (по контрольной ведомости или по схеме), помещенных в информацию

1	2	3	4	5	6	7	8
7.5	Материалы вычисления координат стенных пунктов полигонометрии и спутниковых сетей а) общее описание сети, б) описание исходных и определяемых пунктов в) описание станций наблюдений, г) измеренные и уравненные направления и стороны д) Каталог координат пунктов и оценка точности.						
7.6	Материалы переуравнивания ходов ранее исполненных работ, все пункты которых не найдены (или утрачены), не включенных в совместное уравнивание						
7.7	Сравнение расхождения координат совмещенных пунктов в ГСК и МСК.						
7.8	Вычисление «ключа» перевода координат с контролем						

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Материалы уравнивания нивелирования: а) общее описание сети, б) описание исходных пунктов в) описание ходов, г) ведомость превышений и высот пунктов д) характеристика метода и точности уравнивания сети, е) техническая характеристика ходов д) сравнение высот совмещенных пунктов	1 2	Жесткий в коленкоре с карманом	Распечатка и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе			Информация обязательно считывается с первоисточником с подписью: Уравнивание выполнил: Информацию проверил (считали): Пункт 8.г) - с описанием местоположения пунктов Ведомость превышений и материалы предварительной обработки нивелирования, 1 экз., (печатный) сдается как копия каталога с пояснением и схемами как запасной вариант каталога
9	Каталог координат и высот пунктов геодезической сети (или полигонометрии) Система координат местная. (Схема городских геодезических сетей с планировкой города).	3	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе	3 экз.	3 экз.	На небольшие участки каталоги в МСК могут быть совмещены с техническими отчетами Относительные ошибки ходов, состоящих из одной или двух сторон, не вычисляются и не помещаются в материалах. Они принимаются ОТК по величинам поправок в стороны.

1	2	3	4	5	6	7	8
10	Каталог координат и высот пунктов геодезической сети (или полигонометрии 4 класса). Государственная система координат (ГСК) (Схема городских геодезических сетей)	3	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе		Не составляется	
11	Каталог координат и высот пунктов спутниковой геодезической сети Геоцентрическая система координат	3	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе		Не составляется	
12	Каталог высот пунктов нивелирования __ класса. (В экз .1, 2 схема с разграфкой в ГСК., в экз 3. 4 - МСК)	4	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе	3 экз. схемы разграфки МСК	3 экз. компонуется с техотчетом	В ЦКГФ каталог высот сдается, если в городе принята Балтийская система высот 1977г. Схемы для ПГТ в ГСК не выполняются.
13	Карточки спутниковых измерений на пункте СГГС	1	Мягкий упрощенный				Образец карточки см. Приложение 2
14	Дискеты с «сырыми» полевыми наблюдениями	1		Файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе			

1	2	3	4	5	6	7	8
15	Ведомость разрешения неоднозначности (апробирование) - log-файл	1		Файлы с описанием структуры данных на оптическом носителе			Основные позиции сокращенные (неразвернутые)

Примечание:

**) Год производства полевых работ указывает, если ранее полевые работы не выполнялись. Если в каталог включаются несколько работ, год производства работ указывается по тексту в общих сведениях, а на этикетке указывается только год издания.

Все электронные материалы данной работы записываются на один оптический носитель для постоянного хранения, в том числе программное обеспечение.

1	2	3	4	5	6	7	8
II. Города и ПГТ с числом пунктов менее 200.							
Если общее число уравненных пунктов менее 200, то можно совместить каталог координат и высот. Тогда вместо материалов по п.9, 10, 11 - сдаются 16 и 17							
16	Каталог координат и высот пунктов геодезической сети и высот нивелирных реперов Система координат местная. Система высот Балтийская 1977г. Схемы: а) городской геодезической сети (с планировкой города) б) нивелирования.	3	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и в электронном виде	3 экз.	3 экз.	
17	Каталог координат и высот пунктов геодезической сети (полигонометрии 4 класса) и высот нивелирных реперов Государственная система координат. Система высот Балтийская 1977г. Схемы: а) городской геодезической сети (СГГС, полигонометрии), б) нивелирования. В пояснении должен быть «ключ» перевода координат	3	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и в электронном виде	3 экз.	не составляется	В Каталог координат и высот пунктов в государственной СК кроме пунктов спутниковых сетей и триангуляции включают пункты полигонометрии 4 класса

1	2	3	4	5	6	7	8
18	Технический отчет (с ведомостью превышений)	4	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и в электронном виде	3 экз.	3 экз.	
III. Поселки городского типа (ПГТ)							
Для ПГТ то же по пунктам 1-5, 7, 9, 11, 12, (по п.11-3 экз.)							
19	Технический отчет о выполненных геодезических работах	3	жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и в электронном виде			Технические отчеты 18 и 19 могут быть совмещены в одном отчете
20	Технический отчет о выполненных топографических работах	3	жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и в электронном виде			
21	Список координат или карточный каталог в ГСК	1		Печатный			
22	Материалы уравнивания нивелирования: а) общее описание сети, б) описание исходных и пунктов в) описание ходов, г) ведомость превышений и высот пунктов д) характеристика метода и точности уравнивания сети, е) техническая характеристика ходов д) сравнение высот совмещенных пунктов	1	жесткий в коленкоре с карманом	Распечатка и в электронном виде			

1	2	3	4	5	6	7	8
IV. Поселки сельского типа							
Сдаются материалы по пунктам 3, 7 и п.25							
23	Технический отчет о выполненных геодезических и топографических работах и каталог координат и высот пунктов Система координат местная. Система высот Балтийская 1977г. Приложения: а) 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 согласно графы 7. б) акты сдачи (в экз.№ 1,2) в) ведомости превышений (Экз.1, 3, г) каталог координат и высот	3	Жесткий в коленкоре с карманом	Печатный и в электронном виде			
V. Договорные работы							
Материалы сдаются согласно этому перечню, если "Заказчик" по договору не просит дополнительных экз.							
24	Для договорных, а в некоторых случаях для госбюджетных работ, с разрешения руководства предприятия, с целью экономии времени разрешается сдавать на хранение готовую продукцию в МСК, не дожидаясь готовности материалов в ГСК.						
25	В технический отчет (экз.№3- для ТИГГН) вкладывается схема на восковке с границей объекта и привязкой к контурам карты масштаба 1: 100000						

Приложение 10
Перечень материалов геодезических работ в городах, пгт, поселках сельского типа и по договорным работам, подлежащих передаче на хранение, и адреса их рассылок

№№ п/п	Наименование материала	Организация			
		АГП	ЦКГФ	ТИГГН	Заказчик
1	2	3	4	5	6
Города					
1	Акты о сдаче геодезических пунктов для наблюдения за сохранностью			1	1
2	Акты об утрате геодезических пунктов	1		1	1
3	Абрисы местоположения пунктов спутниковой городской геодезической сети, триангуляции, полигонометрии и нивелирных знаков (в том числе ранее заложенных и сохраненных) с приложенными оттисками центров в полевом экз. *	1			2
4	Материалы исследования инструментов	1			

* - Оттиски центров помещаются только в полевом экземпляре, оставляемом в предприятии.

1	2	3	4	5	6
5	Журналы угловых и линейных измерений и нивелирования	1			
6	Технический отчет о геодезических работах. Система координат местная	1 (2 экз.)**	1 (1 экз.)**	1 (3 экз.)**	1 (4 экз.)**
7	Технический отчет о выполненных топографических работах	1	1	1	1
8	Материалы уравнивания городских геодезических сетей (геоцентрическая и государственная СК, Система координат местная)	2			
9	Материалы уравнивания нивелирования (схема в местной системе координат)***	1			
** - В скобках указан номер экземпляра, отправляемый данной организации.					
*** - Если на территории города выполнялись работы по нивелированию I и II классов, то ведомости превышений и материалы предварительной обработки нивелирования I и II классов сдаются на хранение отдельно от материалов нивелирования III и IV классов.					

1	2	3	4	5	6
10	Материалы уравнивания нивелирования (схема в ГСК.)***	1			
11	Каталог координат и высот пунктов геодезической сети. Система координат местная	1	-	1	1
12	Каталог координат и высот пунктов геодезической сети. ГСК.	1	1	1	-
13	Каталог координат и высот пунктов геодезической сети. Геоцентрическая система координат.	1	1	1	-
14	Каталог высот пунктов нивелирования (схема в местной системе координат)****	-	-	1	1
15	Каталог высот пунктов (схема в ГСК.)****	1	1	-	-

*** - Если на территории города выполнялись работы по нивелированию I и II классов, то ведомости превышений и материалы предварительной обработки нивелирования I и II классов сдаются на хранение отдельно от материалов нивелирования III и IV классов.

**** - В случае если на территории города выполнялись работы по нивелированию I и II классов, каталоги высот пунктов нивелирования I и II классов сдаются на хранение отдельными томами.

1	2	3	4	5	6
16	Карточки спутниковых измерений на пункте СГГС	1			
17	Отчетные материалы на магнитном носителе	1			
ПГТ					
18	То же по пунктам 1-5, 8*****, 11, 12 (п12 - 1 экз.), 13 (п.13 - 3 экз.), и 16				
19	Технический отчет о геодезических работах	1	-	1	1
20	Технический отчет о топографических работах	1		1	1
21	Материалы уравнивания нивелирования (схема в местной системе координат).	2			
22	Отчетные материалы на магнитном носителе	1			
	Поселки сельского типа				

***** - В случае наличия вычислений по обработке астрономических азимутов, материалы вычислений для ПГТ сдавать и в ГСК (государственной системе координат).

1	2	3	4	5	6
23	сдаются материалы по пунктам 3, 8, 15.				
	Договорные				
24	Материалы сдаются согласно перечню 6.3.V/				

Приложение 11.

Требования к оформлению отчетных материалов с применением ЭВМ

Данное приложение регламентирует использование элементов оформления при составлении отчётных материалов топографо-геодезического производства с использованием ЭВМ. Элементы оформления касаются применяемых в документах текстов и шрифтов к ним, а также таблиц, каталогов координат, этикеток.

11.1 Требования к параметрам страниц отчётных материалов.

Для обычного текста устанавливается:

- расположение страницы "Книжное",
- размер страниц 297х210 мм (формат листа А4),
- верхнее поле - 1,5 см, нижнее - 1,5 см, левое - 2,5 см или в случае большого количества страниц (свыше 100) - 3,0 см, правое -1,5 см.
- расстояние от края страницы до верхнего и нижнего колонтитулов 1,0 см.

Для таблиц, не располагающихся в пределах вышеуказанных параметров страниц, устанавливается:

- расположение страницы "Альбомное",
- размер страниц 210х297 мм (формат листа А4),
- верхнее поле - 3,0 (2.5) см, нижнее, левое и правое - 1,5 см
- расстояние от края страницы до верхнего и нижнего колонтитулов 1,0 см.

11.2 Общие требования к шрифтам и абзацам текстов.

Основным шрифтом составления документов является "Arial Cyr" (Arial) . Шрифт выбран как легко читаемый и один из наиболее распространённых шрифтов для различных ПЭВМ и программ. Допускается применение шрифта "Times New Roman".

Каждый вид текста отчётных материалов имеет свои параметры. Установка всех параметров осуществляется автоматически с присвоением текстам соответствующих стилей. Параметры шрифтов и абзацев по видам текстов, применяемых в отчётных материалах, приводятся в таблицах 1 и 2. Выбранные параметры основного текста обеспечивают 30-32 печатных строк на листе.

Для шрифтов текстов устанавливается ряд общих параметров:

- чёрный цвет шрифта,
- интервал между символами - "обычный",
- смещение символов относительно строки отсутствует,
- запрещены висячие строки,
- табуляция в абзацах отсутствует, кроме оглавлений.

Параметры шрифта для шаблона стилей отчетных документов

Таблица 1

Вид текста	Название шрифта	Кегль	Начертание	Пример
1	2	3	4	5
основной текст технического отчета	Arial Cyr	10	обычное	Основной текст
заголовки разделов технического отчета				
заголовки первого порядка	Arial Cyr	14	полужирное	Заголовок 1
заголовки второго разряда	Arial Cyr	12	полужирное	Заголовок 2
заголовки третьего разряда	Arial Cyr	10	обычное	Заголовок 3
оглавление	Arial Cyr	11	обычное	Оглавление
название таблицы	Times New Roman Cyr	12	полужирное	Таблица ошибок
подпись «Таблица...»	Arial Cyr	10	обычное	Таблица 1
подпись «Приложение..»	Arial Cyr	10	курсив	Приложение 2.1
примечание	Arial Cyr	8	обычное	Примечание*
номер страницы	Arial Cyr	10	обычное	12
табличный текст	Arial Cyr	10	обычное	Табличный текст табличный текст
табличный текст с межстрочным интервалом	Arial Cyr	10	обычное	Табличный текст табличный текст

Параметры образца

Таблица 2

Вид текста	отступ абзаца от полей		красная строка	интервал		межстрочный интервал	выравнивание текста
	справа	слева		перед абзацем	после абзаца		
1	2	3	4	5	6	7	8
основной текст технического отчета	нет	нет	1,5 см	0 пт	6 пт	полуторный	по ширине абзаца
заголовки разделов технического отчета							
заголовки первого порядка	нет	нет	1,0 см	12 пт	6 пт	одинарный	по левому краю абзаца
заголовки второго порядка	нет	нет	1,0 см	12 пт	6 пт	одинарный	по левому краю абзаца
заголовки третьего порядка	нет	нет	1,0 см	12 пт	6 пт	одинарный	по левому краю абзаца
оглавление	нет	нет	нет	0 пт	0 пт	полуторный	по левому краю абзаца
название таблицы	1,5 см	1,5 см	нет	6 пт	0 пт	одинарный	по центру абзаца
подписи «Таблица..»	нет	нет	нет	0 пт	3 пт	одинарный	по правому краю абзаца

1	2	3	4	5	6	7	8
подписи «Приложение »	нет	нет	нет	0 пт	3 пт	одинарный	по правому краю абзаца
примечание	нет	нет	нет	0 пт	6 пт	одинарный	по левому краю абзаца
табличный текст	нет	0,1 см	нет	0 пт	0 пт	одинарный	по левому краю абзаца
табличный текст с межстрочным интервалом	нет	0,1 см	нет	3 пт	3 пт	полуторный	по левому краю абзаца

Приложение 12

Требования по архивации информации для передачи на хранение

По завершении работ вся основная информация, в которой отображены результаты работ на объекте (файлы), должны быть собраны и систематизированы по соответствующим видам работ.

12.1 Подготовка файлов к хранению.

Текстовые файлы отчетных материалов должны иметь форматы принятого текстового редактора.
Схемы и картограммы к техническим отчетам рекомендуется составлять с применением ГИС.

12.1.1 Систематизация информации для геодезических и топографических работ и составление информационного файла на объект

Для хранения информации создаётся папка, в которую помещается вся информация по объекту. Имя папки присваивается согласно шифру объекта.

По завершении работ вся основная информация, в которой отображены результаты работ на объекте должны быть собраны и систематизированы в папках, названия которых должно соответствовать видам работ.

После создания папок, в них помещается соответствующая им информация (файлы), которая выбирается из рабочих папок.

Структура систематизированной таким образом информации отражается в информационном файле. Создание

информационного файла производится в текстовом редакторе и должно иметь расширение, например *.TXT

Текстовыми редакторами могут быть либо стандартно установленный в Windows редактор Notepad (Блокнот), либо редактор установленный в Norton Commander.

12.1.2 Архивация

При необходимости при обработке больших городов выполняется архивация сдаваемых материалов.

Подготовленная информация архивируется, с помощью распространённых программ (например ARJ, ZIP, RAR). при этом прикладывается программа – архивации. Рекомендуется выполнять архивацию материалов в самораспаковывающиеся архивы.

Информационный файл в директорию объекта не архивируется.

12.2 Передача файлов на хранение.

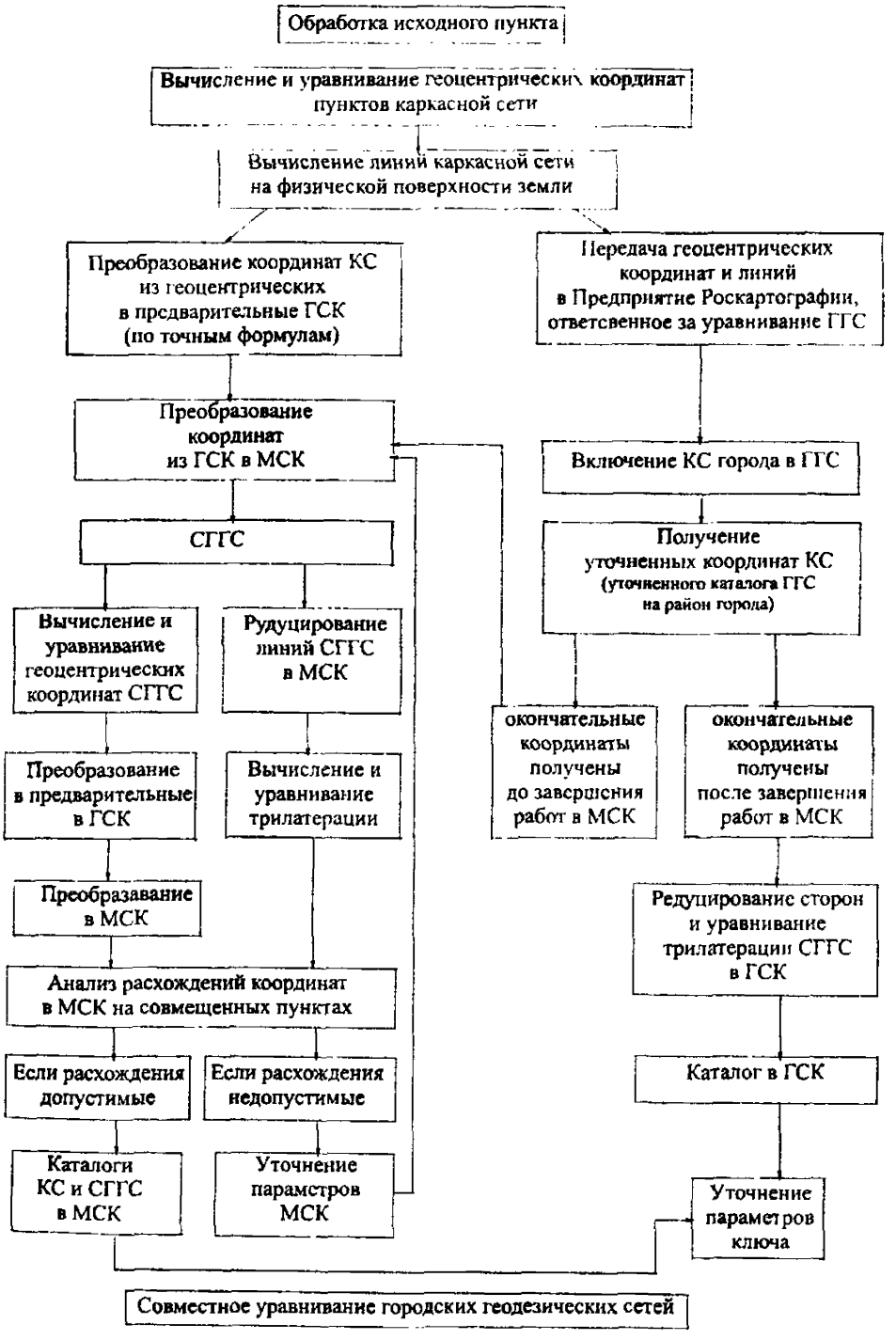
Подготовленные архивные файлы с информацией записываются на оптический носитель и передаются в установленном порядке.

Архивные материалы по объектам должны по возможности храниться на магнитных носителях только для геодезических работ.

Для хранения архивных материалов по объектам топографо-геодезических работ должен быть организован отдельный оптический носитель, в котором будет храниться только подобная информация.

Приложение 13

Технологическая схема обработки городских геодезических сетей



Приложение 14
Образцы списков обследованных, восстановленных и утраченных пунктов

Список обследованных и восстановленных пунктов полигонометрии (нивелирования)

№ п/п	Номер пункта, тип знака, тип центра, год выполнения работ, краткие сведения о местоположении пункта	Класс или разм.	Результат обследования	Результаты восстановления
1	2	3	4	5
1	б/№, стен.п.п. тип 143 (1969, 1970 гг.) ул. Черняховского, дом № 13	1 разр.	Центр в сохранности, марка покрыта ржавчиной	Марка очищена от ржавчины, нанесено антикоррозийное покрытие. Оп. стб. покрашен
2	1, п.п. тип Б (1962-1965 гг.) пос. Гавриловка, ул. Кооперативная, у дома № 62	4	Центр сохранности, марка покрыта ржавчиной. Внешнее оформление отсутствует	Марка очищена от ржавчины, нанесено антикоррозийное покрытие. Установлена охр. табл.
3	294, марка тип 144 (1928 г.) пос. Бол. Козино, ул. Школьная, здание почты, вост. сторона.	II	Центр в сохранности, марка покрыта ржавчиной.	Марка очищена от ржавчины, нанесено антикоррозийное покрытие.

Список ненайденных пунктов полигонометрии (нивелирования)

№ п/п	Номер пункта, тип знака, тип центра, год выполнения работ. Краткие сведения о местоположении пункта	Класс	Причина, по которой пункт считается ненайденным
1	2	3	4
1	7, п.п. тип 71 (1970, 1971 гг.). не найден с. Кудьма, в 0,65 км к юго-зап. от здания очистных сооружений	4	Завален бетонными плитами и строительным мусором, временно недоступен; к наблюдениям не пригоден.
2	7889, грунт. реп. тип 160 (1972-1973 гг.) не найден с. Ржавка, в 0,5 км к юго-зап. от него.	1	Запахан.

Список утраченных пунктов полигонометрии (нивелирования)

№ п/п	Номер пункта, тип знака, тип центра, год выполнения работ. Краткие сведения о местоположении пункта	Класс	Причина, по которой пункт считается утраченным
1	2	3	4
1	2, п.п. тип 66 (1963-1966 гг.) утрачен ул. Лесная, у дома 5.	1 разр.	При строительных работах
2	1519, грунт. реп. тип 121 (1958 г.) утрачен с. Ольгино, в 0,2 км к югу от него	II	При прокладке коммуникаций

Приложение 15
Характеристика качества ходов полигонометрии

№ хода	Название хода		Длина хода, км	Число углов	Угловые невязки, сек		Линейные невязки		Ср. кв.ош. из уравнивания, сек.
	начальная точка	конечная точка			получ-енная	допус тимая	абсо-лютная мм	относи-тельная	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Полигонометрия 4 класса									
1	База, псгс	0770, пп	7.04	7	-8.6	± 13.2	133	1:52999	± 3
2	Безводное, псгс	0770, пп	4.58	6	3.3	± 12.2	45	1:101297	± 3
3	Петровка, псгс	0770, пп	2.66	9	2.1	± 15.0	63	1:42155	± 3

Приложение 16
Ведомость поправок в углы и линии по результатам уравнивания полигонометрии

Распределение поправок в углы по результатам уравнивания

Поправка в углы, сек. в интервалах от - до	Количество поправок		
	4 класс	1 разряд	2 разряд
1	2	3	4
0 - 1	469	217	3
1 - 2	51	175	6
2 - 3	4	149	5
3 - 4	-	91	1
4 - 5	-	53	-
5 - 6	1	14	-
6 - 7	-	11	1
7 - 8	-	5	1
8 - 9	-	5	-
9 - 10	-	4	-
11 и более	-	-	1

Наибольшая поправка в угол составляет:
в полигонометрии 4 класса - + 6".0,
в полигонометрии 1 разряда - - 12".1,
в полигонометрии 2 разряда - +16".5.

Распределение поправок в линии по результатам уравнивания

Поправка в линии, мм в интервалах от - до	Количество поправок		
	4 класс	1 разряд	2 разряд
1	2	3	4
0 - 10	463	475	2
10 - 20	69	108	1
20 - 30	0	18	2
30 - 40	0	0	1
40 - 50	0	0	0
50 и более	0	0	0

Наибольшая поправка в линию составляет:
в полигонометрии 4 класса - 12.1 мм,
в полигонометрии 1 разряда - 28.7 мм,
в полигонометрии 2 разряда - 35.6 мм.

Приложение 17
Список координат и высот пунктов (каталог координат в ГСК и МСК)

Список координат и высот пунктов каркасной сети (спутниковой городской геодезической сети 1 класса, полигонометрии 4 класса)

Государственная система координат (ГСК)

№ по каталогу	Номер (название) пункта, тип знака, высота знака, тип центра и номер верхней марки (в скобках), (номер работы)	Класс СГС полиг. нивелир.	Координаты X У, в м	Высота над уровнем моря в м, указание к чему относится высота
1	2	3	4	5
1	Озерная, псгс пир. 6.1 м тип 2 оп (№ 1260) (5.8)	КС IV	5994384.877 8501502.253	217.576 марка № 1260

Список координат и высот пунктов каркасной сети (спутниковой городской геодезической сети 1 класса, полигонометрии 4 класса, 1 и 2 разрядов, съемочной сети)

Местная система координат (МСК)

№ по каталогу	Номер (название) пункта, тип знака, высота знака, тип центра и номер верхней марки (в скобках), описание местоположения, (номер работы)	Класс СГС полиг. нивелир.	Координаты X У, в м	Высота над уровнем моря в м, указание к чему относится высота
1	2	3	4	5
1	Озерная, псгс пир. 6.1 м (5.8) тип 2 оп (№ 1260) Озерный, гор., с. Лесное, в 0.8 км к юго-вост. от юго-вост. окраины его, в 0.4 км к юго-вост. от автодороги Саранск-Рузаевка, на территории дачного участка № 2	СГГС-1 IV	22078.179 25608.373	217.576 марка № 1260

Приложение 18
Создание схем в цифровом виде

Схемы городских геодезических сетей составляются для хранения в цифровом виде и на бумажных носителях.

Создание и хранение схем геодезических пунктов в цифровом виде дает возможность оперативного исправления при последующих топографо-геодезических работах, а также обеспечивает исходной информацией обработку геодезических измерений и экспорта данных в различные информационные системы. В дальнейшем схемы могут подвергаться только оперативному исправлению, без создания новой схемы.

Технология создания схем в цифровом виде позволяет не только быстро и эффективно создавать информативные и удобные в использовании схемы, но и выполнять оперативное дежурство геодезической информации в среде ГИС.

Созданные по этой технологии схемы из разных объектов, можно легко принять в качестве отдельных слоев на общую карту и рассматривать как обобщенную схему геодезической изученности (например, на уровне инспекций государственного геодезического надзора или цехов подготовки и хранения материалов).

В качестве основы для создания схем могут служить цифровые карты масштаба 1:100 000 и крупнее, а также планы городов.

Сначала создаются схемы плановых городских геодезических сетей, которые служат основой для создания высотных сетей.

Работа по созданию схемы плановых городских геодезических сетей:

- Подготовка исходных данных и материалов и создание базы геодезических данных.
- Подготовка базы геодезических данных для приёма её в программу, используемую для построения цифровых схем.
- Создание схем плановых геодезических сетей.
- Создание зарамочного оформления.
- Подготовка схемы к печати и вывод ее на принтере.

Работа по созданию схемы высотных геодезических сетей.

- Подготовка исходных данных и материалов и создание базы данных.
- Подготовка базы геодезических данных для приёма её в программу, используемую для построения цифровых схем.
- Создание схем нивелирования.
- Создание зарамочного оформления.
- Подготовка схемы к печати и вывод ее на принтере.

Для создания схем в цифровом виде в ВАГП разработан символьный шрифт условных знаков Geo_Symb в формате TrueType (см. Приложение 16).

На рис. П.15. приведен фрагмент схемы, созданный с использованием ГИС.

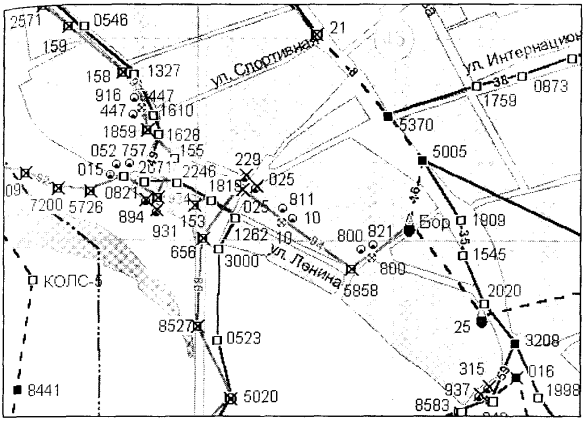
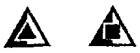
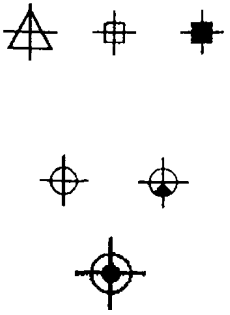


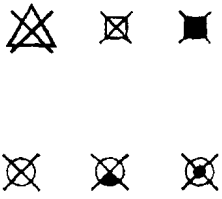
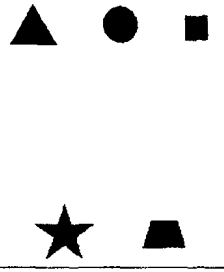
Рис П.15 Схема созданная по технологии с использованием п/о MapINFO.

Приложение 19

Условные знаки для оформления схем городских геодезических сетей

Условный знак	Название условного знака	Размер знака, в пунктах	Примечание
1	2	3	4
	Астрономический пункт	14	
	Пункт спутниковой геодезической сети	12	
	Пункт триангуляции	12	
	Геознак на здании	12	
	Фундаментальный репер	16	
	Пункт полигонометрии глубокого заложения	12	
	Пункт полигонометрии мелкого заложения	12	
	Стенной репер и стенной пункт полигонометрии	12	
	Марка	12	
	Грунтовый репер	12	
	Временный геодезический пункт (временный репер, рабочий центр стенной пары)	12	

1	2	3	4
	Пункт съемочной сети	6	
	Водомерный пост	14	
	Признак совмещенности пунктов старых сетей и новых		Промежуточный символ который образуется в п/о MapInfo приданием круглой подложке необходимого стиля
	Пункт СГС совмещенный с пунктом триангуляции и полигонометрии	12	
	Признак ненайденного пункта	по размеру знака	Использовать при обновлении схем (при дежурстве)
	Признак несохранившегося пункта	по размеру знака	Использовать при обновлении схем (при дежурстве)
	Ненайденные геодезические пункты	12	Не имеющиеся значки возможно получить комбинацией имеющихся

1	2	3	4
	Несохранившиеся на местности пункты	12	Не имеющиеся значки возможно получить комбинацией имеющихся
	Подложки к геодезическим пунктам	14 14 16 14 16	Белые подложки с указанными размерами закрывают под знаками окраску других объектов схемы

Приложение 20
Преобразование коорлинат из МСК в ГСК и обратно по полным формулам

20.1 Преобразование координат из местной системы в государственную

Перевычисление координат с точностью до 0,001 м производится по формулам:

$$X_{GS} = X_0^{GS} + x' + \left(2Y_0^{GS} f'' y' + Y_0^2 f''\right)x'$$
$$Y_{GS} = Y_0^{GS} + \left(Y_0^{GS} f'' y' + Y_0^2 f''\right)y' - Y_0 f''\left(x'\right)^2 \text{ , где} \qquad (1)$$

$X_{GS}\ Y_{GS}$ - координаты пункта в государственной системе проекции Гаусса, в шестиградусной зоне, м;

X_0^{GS}, Y_0^{GS} - координаты начального пункта в государственной системе, м;

x', y' - координаты пункта, преобразованные за поворот осей координат и за переход от среднего уровня города (или поселка) к уровню моря, м;

Значение Y_0 должно быть не условное. Из ординаты, заданной в каталоге, следует вычесть 500 км.

$$x' = \Delta x\left(1 - \frac{H_0}{N_0}\right)\cos\gamma - \Delta y\left(1 - \frac{H_0}{N_0}\right)\sin\gamma$$
$$y' = \Delta y\left(1 - \frac{H_0}{N_0}\right)\cos\gamma + \Delta x\left(1 - \frac{H_0}{N_0}\right)\sin\gamma \qquad (2)$$

$\Delta x = x - x_0$; $\Delta y = y - y_0$

x_0, y_0 - координаты начального пункта в МСК, .м.

x, y - координаты пункта в местной системе, м;

N_0 - радиус кривизны сечения первого вертикала в точке местного начала координат, м;

$f'' = \frac{1}{2R_0^2}$, где R_0 - радиус кривизны в точке местного начала координат.

Следует обратить внимание на то, что в вышеуказанных формулах H_0 учитывается лишь в том случае, если в городе (или поселке) принята своя поверхность относимости с абсолютной высотой H_0.

Если же в городе в местной системе все измерения отнесены к уровню моря, то в формулах значение члена $\frac{H_0}{N_0}$ принимается равным нулю.

γ - угол поворота местного осевого меридиана.

Если γ не задается, то его можно вычислить как среднее из разностей дирекционных углов сторон в государственной системе и местной.

20.2 Преобразование координат из государственной системы в местную

Перевычисление производится с точностью 0.001 м по формулам:

$$x_{mck} = x_0 + \Delta X'\left(1+\frac{H_0}{N_0}\right)\cos\gamma + \Delta Y\left(1+\frac{H_0}{N_0}\right)\sin\gamma$$

$$y_{mck} = y_0 + \Delta Y\left(1+\frac{H_0}{N_0}\right)\cos\gamma - \Delta X\left(1+\frac{H_0}{N_0}\right)\sin\gamma \qquad (3)$$

$$\Delta X = \Delta X' - \left(2Y_0 f'' \Delta Y' + Y_0^2 f''\right)\Delta X'$$

$$\Delta Y = \Delta Y' - \left(Y_0 f'' \Delta Y' + Y_0^2 f''\right)\Delta X' + Y_0' f' (\Delta X')^2$$

$$\Delta X' = X_{cp} - X_0; \qquad \Delta Y' = Y_{cp} - Y_0$$

Обозначение параметров в формулах (3) те же, что для формул (1).

В том случае, когда в местной системе координат измерения отнесены к уровню моря, выражение $\frac{H_0}{N_0}$ принимается равным нулю.

Порой формируют МСК простым отбрасыванием старших цифр координат, заданных в государственной системе. При расположении города на краю 6° зоны искажение масштаба является значительным и весьма переменным. Такая МСК не может быть непосредственно использована в случае отнесения поверхности относимости города к его среднему уровню, так как государственная система отнесена к поверхности эллипсоида. Такие МСК создавать в дальнейшем не рекомендуется даже для малых населенных пунктов.

Для тех же городов, в которых принята такая МСК, следует принять меры для замены ее на более точную при очередной реконструкции городской геодезической сети.

20.3 Контроль перевода координат из системы в систему.

Перевычисление координат из системы в систему следует обязательно производить с функциональный контролем. Он заключается в выполнении следующих двух условии:

Первое условие:

Длины сторон, вычисленные по координатам в местной системе $(S_{ik})_{msk}$, сравнивают (с учетом искажения масштаба) с длинами сторон $(S_{ik})_{GS}$, вычисленными по координатам в государственной системе в шестиградусной зоне.

При этом должно выполняться следующее условие:

$$W_{S_{ik}} = (S_{ik})_{GS} - \left[(S_{ik})_{msk} + (\Delta S_{ik})_{c.k.} - (\Delta S_{ik})_{H}\right] \le \pm 0.01м \qquad (4)$$

$(S_{ik})_{msk}$, $(S_{ik})_{GS}$, длины сторон ik, вычисленные по координатам соответственно в государственной системе и местной, с точностью до 0.001 м;

$(\Delta S_{ik})_{c.k.}$ - поправка в длину линии за переход со сферы на плоскость в проекции Гаусса - Крюгера, в 6° зоне, м;

$(\Delta S_{ik})_{H}$ - поправка в длину линии за переход от уровня моря к среднему уровню города;

$(\Delta S_{ik})_{c.k.}$ - вычисляют для каждой стороны по формуле:

$$(\Delta S_{ik})_{c.k.} = (S_{ik})_{mck}\left[\frac{Y_0^2}{2R_0^2} + \frac{Y_0}{2R_0^2}(\Delta Y_i + \Delta Y_k)\right] \qquad (5)$$

$\Delta Y_i = Y_i - Y_0$ и $\Delta Y_k = Y_k - Y_0$ - разность ординат концов линии и местного начала.

Разности составляются по координатам в государственной системе, с точностью до 0.001 км;

$1/2\ R_0^2$ - выбирается по аргументу x_0^{42}, км;

X_0, Y_0 - абсцисса и ордината местного начала координат в государственной системе в шестиградусной зоне, км. Значение Y должно быть не условное. Из ординаты, заданной в каталоге, следует вычесть 500 км.

Для контроля вычисления (ΔS_{ik}) г. к. может быть использована формула:

$$\Delta S_{ik} = (S_{ik})_{mck}\left(\frac{Y_m^2}{2R_m^2}\right);\ Y_m = \frac{Y_i + Y_k}{2}, \text{ где}$$

R_m - средний радиус кривизны в точке, расположенной в середине стороны ik;

$$(\Delta S_{ik})_H = S_{ik}\left(\frac{H_0}{N_0}\right), \text{ где}$$

H_0 - - средний уровень города, м.

N_0 - радиус кривизны первого вертикала, определяемый по аргументу x_0 начального пункта, в м.

Второе условие

Разность колебания (α - М) в двух системах не должна превышать:

1" - при длинах сторон не менее 4 км,

2" - при длинах сторон не менее 2 км,

4" - при длинах сторон не менее 1 км.

Пример, приведенный ниже, объясняет принцип действия этого контроля.

Пример контроля выполнения условия, обеспечивающего правильность перевода координат из системы в систему:

№ п/п	Государственная система (α - М)	Колебания (α - М)	Местная система (α - М)	Колебания (α - М)	Разность колебания (α - М)
1	$128^0$17 16.1″		$127^0$14 12.6″		
		+3.1″		+2.1″	+1.0″
2	$128^0$17 19.2″		$127^0$14 14.7″		
		-1,6″		-2,6″	+1.0″
3	$128^0$17 17.6″		$127^0$14 12.1″		

Приложение 21
Образец заполнения справки о местной системе координат

Справка о местной системе координат.

Местная система координат г. Петрова введена в 1928 г. Картоиздательством НКВД.

Институтом "Гипрокоммунстрой" в 1962-65 гг. осуществлена связь с системой координат 1942 г. в 6-ти градусной зоне Гаусса Lo = 45°.

Поверхность относимости - средняя уровенная поверхность города - Но = 110 м.

За начало координат в 1928 г. был принят пункт полигонометрии 253 с координатами X = 0, У = 0. Пункт 253 был утрачен, его координат в системе 1942 г. не имеется.

Институтом "Гипрокоммунстрой" при уравнивании сети триангуляции 2 класса за начальный принят пункт триангуляции Безводный, сигнал 2 класса.

После построения каркасной спутниковой городской геодезической сети в 1999 г. на объекте 07.01.0555 параметры "ключа перехода" уточнены.

Местная система координат задается следующими параметрами:

1. Координаты X_o , $У_o$ начала местной системы координат в государственной системе координат в проекции Гаусса-Крюгера, в 6° зоне.

Хо = 6 234 555.211 м

Уо = 8 398 999.351 м,

2. Координаты x_o , y_o начала местной системы координат в местной системе координат.

xo = - 1 166.087 м

yo = - 6 547.141 м ,

3. Долгота L_o осевого меридиана, проходящего через начало местной системы координат

L_o = 43° 25' 17".2.

4. Угол поворота осей координат местной системы в точке местного начала координат

γ = 1° 13' 55".2.

5. Высота поверхности (плоскости) относимости H_0, к которой отнесены измерения и координаты в местной системе

H_0 = 110 м

Система высот Балтийская 1977 г.

Приложение 22
Образцы ведомостей сравнения координат и длин линий

Сравнение длин линий в местной системе координат

Линия		Класс. стар.	$S_{стар.}$ м	$S_{нов}$ м	ΔS $S_{нов} - S_{стар.}$ м
От пункта	До пункта				
1	2	3	4	5	6
Безводный, псгс	База, псгс	2	24155,418	24155,410	0,008

Сравнение координат совмещенных пунктов в местной системе координат

Название пунктов	**Класс. стар.**	**$X_{стар.}$ м**	**$X_{нов.}$ м**	**ΔX $X_{нов.} - X_{стар.}$ м**	**$У_{стар.}$ м**	**$У_{нов.}$ м**	**$\Delta У$ $У_{нов} - У_{стар.}$ м**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
Пункты городской триангуляции							
Безвод-ный, пгс	2	24155.418	24155.410	0.008	19281.445	19281.440	0.005
Пункты городской полигонометрии							
1423, пп	4	25175.418	25175.410	0.008	19261.445	19261.440	0.005
2389, пп	1 разр.	25784.940	25784.877	-0.063	17902.220	17902.253	-0.033

Приложение 23
Преобразование прямоугольных пространственных координат в геодезические и обратно

Преобразование прямоугольных пространственных координат в геодезические осуществляется по формулам:

$$X = (N + H) * \cos B * \cos L$$

$$Y = (N + H) * \cos B * \sin L$$

$$Z = [(1 - e^2) * N + H] * \sin B$$

где X, Y, Z – прямоугольные координаты точки;

B, L, H – геодезические координаты точки (соответственно широта и долгота, рад, и высота, м);

N – радиус кривизны первого вертикала, м;

e – эксцентриситет эллипсоида.

Значения радиуса кривизны первого вертикала и квадрата эксцентриситета эллипсоида вычисляются соответственно по формулам:

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 * \sin^2 B}},$$

$$e^2 = 2 * \alpha - \alpha^2,$$

где a- большая полуось эллипсоида, м;

α - сжатие эллипсоида.

Для преобразования пространственных прямоугольных в геодезические необходимо проведение итераций при вычислении геодезической широты и геодезической высоты.

Для этого используют следующий алгоритм:

1) вычисляют вспомогательную величину D по формуле:

$$D = \sqrt{X^2 + Y^2};$$

2) анализируют значение D следующим образом:

а) если $D = 0$, то

$$B = \frac{\pi}{2} \frac{Z}{|Z|},$$

$$L = 0,$$

$$H = Z * \sin B - a\sqrt{1 - e^2 * \sin^2 B};$$

b) если $D>0$, то:

$$L_a = \arcsin\left(\frac{Y}{D}\right);$$

при этом

если $Y<0$, $X>0$, то $L = 2\pi - L_a$

если $Y<0$, $X<0$, то $L = 2\pi + L_a$

если $Y>0$, $X<0$, то $L = \pi - L_a$

если $Y>0$, $X>0$, то $L = L_a$;

3) анализируют значение Z:

а) если $Z = 0$, то

$B = 0$; $H = D - a$;

b) во всех других случаях вычисления выполняют следующим образом:

- находят вспомогательные величины r, c, p по

формулам:

$$r = \sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2},$$

$$c = \arcsin\left(\frac{Z}{r}\right),$$

$$p = \frac{e^2 a}{2r},$$

- реализуют итеративный процесс:

$$s_1 = 0,$$
$$b = c + s_1,$$
$$s_2 = \arcsin\left(\frac{p * \sin(2b)}{1 - e^2 * \sin^2 b}\right),$$
$$d = |s_2 - s_1|$$

Если модуль разности d меньше установленного значения, то

$$B = b,$$
$$H = D * \cos B + Z \sin B - a\sqrt{1 - e^2 * \sin^2 B}.$$

Если модуль разности d равен или больше установленного значения, то

$$s_1 = s_2$$

и вычисления повторяют.

При преобразовании координат в качестве допуска прекращения итеративного процесса принимают значение 0,0001″. В этом случае погрешность вычисления геодезической высоты не превышает 0,003 м.

Приложение 24

Перевычисление координат из государственной геоцентрической системы координат в систему координат МГС и обратно

Пользователям систем ГЛОНАСС и GPS необходимы перевычисления из государственной геоцентрической системы координат (ПЗ-90) в систему координат МГС (Мировая геодезическая система) и обратно, а также из государственной геоцентрической системы координат и МГС в референцную систему координат Российской Федерации. Указанные перевычисления осуществляют с использованием семи элементов трансформирования:

Δx, Δy, Δz, ωx, ωy, ωz, m точность которых и определяет точность перевычислений.

Связь системы МГС с референцной системой осуществляют последовательным перевычислением сначала в государственную геоцентрическую систему координат, а затем из государственной геоцентрической системы координат в референцную систему.

Перевычисление пространственных прямоугольных координат из некоторой системы А в необходимую систему Б осуществляют по формуле:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{Б} = (1+m)\begin{pmatrix} 1 & +\omega_z & -\omega_y \\ -\omega_z & 1 & +\omega_x \\ +\omega_y & -\omega_x & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{А} + \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix}$$

Обратное перевычисление прямоугольных координат из системы Б в систему А осуществляют по формуле:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_A = (1-m)\begin{pmatrix} 1 & -\omega_z & +\omega_y \\ +\omega_z & 1 & -\omega_x \\ -\omega_y & +\omega_x & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_B - \begin{pmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{pmatrix}$$

Преобразование из системы координат ПЗ-90 в систему МГС-84 рекомендуется выполнять по формуле:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{МГС-84} = (1-0.12*10^{-6})\begin{pmatrix} 1 & -0.82*10^{-6} & 0 \\ 0.82*10^{-6} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{ПЗ-90} + \begin{pmatrix} -1.1 \\ -0.3 \\ -0.9 \end{pmatrix}$$

Преобразование из системы координат МГС-84 в систему ПЗ-90 рекомендуется выполнять по формуле:

$$\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{ПЗ-90} = (1+0.12*10^{-6})\begin{pmatrix} 1 & 0.82*10^{-6} & 0 \\ -0.82*10^{-6} & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix}_{МГС-84} - \begin{pmatrix} -1.1 \\ -0.3 \\ -0.9 \end{pmatrix}$$

Приложение 25

Перевычисленние геодезических коорлинат в плоские прямоугольные и обратно

Для получения плоских прямоугольных (референц-ных) координат с погрешностью не более 0,001 м применяют следующие формулы:

$$x = 6367558.4968\,B - \sin 2B*(16002.8900 + 66.9607\sin^2 B + 0.3515\sin^4 B - l^2*(1594561.25 + 5336.535\sin^2 B + 0.149\sin^6 B + l^2*(672483.4 - 811219.9\sin^2 B + 5420.0\sin^4 B - 10.6\sin^6 B + l^2*(278194 - 830174\sin^2 B + 572434\sin^4 B - 16010\sin^6 B + l^2*(109500 - 574700\sin^2 B + 863700\sin^4 B - 398600\sin^6 B)))));$$

$$y = (5 + 10n)10^5 + l\cos B\,(6378245 + 21346.1415\sin^2 B + 107.1590\sin^4 B + 0.5777*\sin^6 B + l^2(1070204.16 - 2136826.66\sin^2 B + 17.98\sin^4 B - 11.99\sin^6 B + l^2(270806 - 1523417\sin^2 B + 1327645\sin^4 B - 21701\sin^6 B + l^2(79690 - 866190\sin^2 B + 1730360\sin^4 B - 945460\sin^6 B)))),$$

где x, y – плоские прямоугольные координат определяемой точки, м;

B – геодезическая широта определяемой точки, рад;

l – расстояние от определяемой точки до осевого меридиана зоны, рад, вычисляемое по формуле:

$$l = \{L - [3 + 6(n - 1)]\}/57.29577951;$$

L – геодезическая долгота определяемой точки, градусы;

n – номер шестиградусной зоны.

Преобразование плоских прямоугольных координат в геодезические осуществляется по формулам:

$$B = B_0 + \Delta B,$$

$$L = 6(n-0.5)/57.29577951 + l,$$

где B, L - геодезические широта и долгота определяемой точки, рад;

B_0 - геодезическая широта точки, абсцисса которой равна абсциссе x определяемой точки, а ордината равна нулю, рад;

n – номер шестиградусной зоны.

Вычисляются вспомогательные величины:

$$\beta = x / 6367558.4968$$

$$z_0 = (- (10n + 5)10^5)/6378245 \cos B_0,$$

где x, y – абсцисса и ордината определяемой точки, м.

Далее вычисляются геодезические координаты:

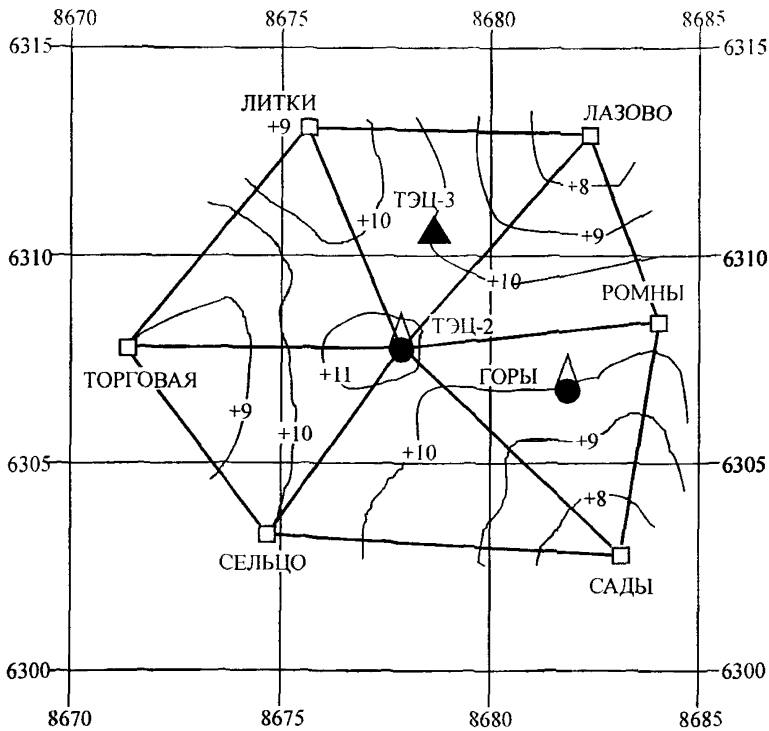
$$B_0 = \beta + \sin 2\beta (0.00252588685 - 0.00001491860 \sin^2\beta + 0.00000011904 \sin^4\beta);$$

$$\Delta B = - z_0^2 \sin 2 B_0 (0.251684631 - 0.003369263 \sin^2 B_0 + 0.000011276 \sin^4 B_0 - z_0^2 * (0.10500614 - 0.04559916 \sin^2 B_0 + 0.00228901 \sin^4 B_0 - 0.00002987 \sin^6 B_0 - z_0^2 * (0.042858 - 0.025318 \sin^2 B_0 + 0.014346 \sin^4 B_0 - 0.001264 \sin^6 B_0 - z_0^2 (0.01672 - 0.00630 * \sin^2 B_0 + 0.01188 \sin^4 B_0 - 0.00328 \sin^6 B_0))))$$

$$l = z_0 (1 - 0.0033467108 \sin^2 B_0 - 0.0000056002 \sin^4 B_0 - 0.0000000187 \sin^6 B_0 - z_0^2 * (0.16778975 + 0.16273586 \sin^2 B_0 - 0.00052490 \sin^2 B_0 - 0.00000846 \sin^6 B_0 - z_0^2 * (0.0420025 + 0.1487407 \sin^2 B_0 + 0.0059420 \sin^4 B_0 - 0.0000150 \sin^6 B_0 - z_0^2 (0.01225 + 0.09477 \sin^2 B_0 + 0.03282 \sin^4 B_0 - 0.00034 \sin^6 B_0 - z_0^2 (0.0038 + 0.0524 \sin^2 B_0 + 0.0482 \sin^4 B_0 + 0.0032 \sin^6 B_0)))))$$

Приложение 26
Схема деформации старой сети

Схема разностей ординат (ΔУ) в государственной (местной) системе координат (в см)



Пояснение к составлению схем.

На всех пунктах вычисляют изменения координат (ΔХ, ΔУ). По полученным значениям ΔХ, ΔУ соответственно на каждой схеме проводят линии их равных значений.

Приложение 27
Литература

1. Концепция перехода топографо-геодезического производства на автономные методы спутниковых координатных определений. Москва, 1995 г.

2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1 5 000, 1:2 000, 1:1 000, 1:500 (ГКИНП-02-033-79) изд. 1982 г. и дополнение к ней от 16.02.88г.

3. Руководство по математической обработке геодезических сетей и составлению каталогов координат и высот пунктов в городах и поселках городского типа, изд. 1990г.

4. РТМ В-01-95 Применение приемников спутниковой системы WILD GPS System 200 фирмы Лейка (Швейцария) при создании и реконструкции городских геодезических сетей, ВАГП, 1995 г.

5. Руководство для пользователей MS Windows 98 (поставляется совместно с программным продуктом).

6. Руководство пользователю SKI (User manual SKI - Static Kinematic Software Leica AG) CH-9435 Heerbrugg.

7. Справочное руководство для WILD CR233 и CR244 GPS модуль управления, WILD SR299 и SR299E GPS сенсор, SPCS программное обеспечение (Technical Reference Manual for WILD CR233 and CR244 GPS Controllers WILD SR299 and SR299E GPS sensor SPCS software, Leica AG) CH-9435 Heerbrugg.

8. Полевые инструкции по типам съемок, октябрь 1992 г., Leika.

9. Временная инструкция по обследованию и восстановлению пунктов и знаков государственной геодезической и нивелирной сетей СССР, изд. 1970 г.

10. РГМ-7-72-87 (Обследование и восстановление пунктов и знаков государственной и нивелирной сетей СССР), изд. 1988 г.

11. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей СССР, изд. 1993 г.

12. Альбом типов центров и реперов, изд. 1965 г.

13. Дополнение к альбому типов центров и реперов, 1965 г., III раздел, изд. 1978г.

14. Инструкция об охране геодезических знаков, изд. 1984 г.

15. Руководство по применению стенных знаков в полигонометрии и теодолитных ходах, изд. 1972 г.

16. Правила по технике безопасности на топографических и геодезических работах, изд. 1988г.

17. Инструкция о порядке контроля и приемки топографо-геодезических и картографических работ, изд. 1999 г.

18. Правила закрепления центров пунктов спутниковой геодезической сети, ЦНИИГАиК, 2001г.

19. Аппаратура радионавигационной глобальной навигационной спутниковой системы и глобальной системы позиционирования. СИСТЕМЫ КООРДИНАТ. Методы преобразования определяемых точек. Государственный стандарт Российской Федерации. Гост Р 51794-2001.

20. Инструкция по развитию съемочного обоснования и съемке ситуации и рельефа с применением глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС и GPS. ГКИНП (ОИТА) – 02-262-02, ЦНИИГАиК, 2002г.

21. Глобальная спутниковая система определения местоположения GPS и ее применение в геодезии, 1999 г., А.А. Генеке, Г.Г. Побединский.

Оглавление

1 ВВЕДЕНИЕ.....3

2 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....6

2.1 Общие сведения о городских геодезических сетях.....6

2.1.1 Назначение городских геодезических сетей..... 6

2.1.2 Классификация сетей..... 6

2.1.3 Плотность..... 9

2.2 Необходимость реконструкции городских геодезических сетей.....10

2.3 Общие сведения о спутниковых радионавигационных системах (СРНС) ГЛОНАСС, GPS и применяемые типы спутниковых приемников.....12

2.4 Особенности закрепления пунктов спутниковой городской геодезической сети.....15

2.4.1 Исходный пункт..... 15

2.4.2 Пункты каркасной сети..... 16

2.4.3 Пункты спутниковой городской геодезической сети 1 и 2 класса..... 16

2.5 Принципы построения городской геодезической сети с использованием спутниковых технологий.....18

2.6 Этапы создания и реконструкции городских геодезических сетей.....20

3 ПРЕДПРОЕКТНОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПУНКТОВ И КОНТРОЛЬНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ.....24

3.1 Предпроектное обследование пунктов.....24

3.2 Контрольные измерения.....24

4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ. СБОР ТОПОГРАФО-ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....25

4.1 Сбор и анализ геодезической обеспеченности.....25

4.2 Проектирование геодезических работ.....26

4.2.1 Выбор схемы проектируемой сети.....27
4.2.2 Выбор технологии выполнения работ. 28
4.2.3 Оформление технического проекта.....29
4.3 Составление рабочего проекта.....30

5 ПОЛЕВЫЕ РАБОТЫ.....33

5.1 Рекогносцировка, обследование пунктов и особенности закладки пунктов спутниковых городских геодезических сетей.....33
5.1.1 Рекогносцировка.....33
5.1.2 Обследование пунктов 34
5.1.3 Особенности закладки пунктов спутниковых городских геодезических сетей. 36
5.2 Привязка исходного пункта к общеземной геоцентрической системе координат.....38
5.2.1 Общие сведения. 38
5.2.2 Подготовка оборудования к работе.....39
5.2.3 Установка станций на исходном пункте, включение, инициализация.....40
5.2.4 Спутниковые наблюдения на исходном пункте.....41
5.2.5 Прием и сохранение данных наблюдений на исходном пункте. 43
5.2.6 Обработка результатов наблюдений на исходном пункте.....43
5.3 Спутниковые наблюдения на пунктах каркасной и заполняющей сетей.....43
5.3.1 Общие сведения. 43
5.3.2 Подготовка оборудования к работе.....44
5.3.3 Установка станций на пунктах наблюдений, включение, инициализация. 44
5.3.4 Проведение спутниковых наблюдений. 44
5.3.5 Прием и сохранение данных наблюдений. 46
5.4 Особенности работ при внецентренной установке спутниковых приемников.....47
5.5 Предварительная обработка спутниковых наблюдений.....52

6 РЕКОНСТРУКЦИЯ УЧАСТКОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ МЕТОДОМ ПОЛИГОНОМЕТРИИ.....58

6.1 Рекогносцировка, обследование и закладка пунктов городских геодезических сетей.....58
6.2 Полигонометрия.....59
6.3 Определение высот пунктов городских геодезических сетей.....65

7 КАМЕРАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА И УРАВНИВАНИЕ СПУТНИКОВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ.....66

8 СОВМЕСТНОЕ УРАВНИВАНИЕ ГОРОДСКИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....73

9 СОСТАВЛЕНИЕ КАТАЛОГОВ.....79

9.1 Составление каталогов в традиционном виде.....79
9.2 Составление каталогов в цифровом виде.....86

Приложения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ТИПОВЫЕ СХЕМЫ СПУТНИКОВЫХ ГОРОДСКИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....88

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. КАРТОЧКА СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПУНКТЕ.....90

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ГРАФИК ПОНИЖЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО ФАКТОРА.....94

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. СХЕМЫ ПРИВЯЗКИ ПРИ ВНЕЦЕНТРЕННОЙ УСТАНОВКЕ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНИКА.....95

4.1 СХЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ТОПОЦЕНТРИЧЕСКИХ КООРДИНАТ (В ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИЛИ МЕСТНОЙ СИСТЕМЕ) ОТ ПОСТОЯННОГО ЦЕНТРА ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПУНКТА НА МЕСТО УСТАНОВКИ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНИКА (РАБОЧИЙ ЦЕНТР) И ФОРМУЛЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....95

4.2 СХЕМА ПРИВЯЗКИ СТЕННЫХ ПУНКТОВ И ФОРМУЛЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....98

4.3 СХЕМЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИХ КООРДИНАТ ОТ МЕСТ УСТАНОВКИ СПУТНИКОВОГО ПРИЕМНИКА (ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ТОЧКИ) НА ПОСТОЯННЫЙ ЦЕНТР ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ПУНКТА И ФОРМУЛЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ.....100

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. МИНИМАЛЬНОЕ КОЛИЧЕСТВО СЕАНСОВ НАБЛЮДЕНИЙ.....106

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ПРИЕМ И СОХРАНЕНИЕ ПОЛЕВЫХ ДАННЫХ.....108

ПРИЛОЖЕНИЕ 7. ПРАВИЛА СОСТАВЛЕНИЯ АБРИСОВ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПУНКТОВ.....110

ПРИЛОЖЕНИЕ 8. СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ.....113

ПРИЛОЖЕНИЕ 9. ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ ОКОНЧАТЕЛЬНО ЗАВЕРШЕННЫХ РАБОТ НА ГОРОДА, ПОСЕЛКИ ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО ТИПА.....116

ПРИЛОЖЕНИЕ 10. ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ В ГОРОДАХ, ПГТ, ПОСЕЛКАХ СЕЛЬСКОГО ТИПА И ПО ДОГОВОРНЫМ РАБОТАМ, ПОДЛЕЖАЩИХ ПЕРЕДАЧЕ НА ХРАНЕНИЕ, И АДРЕСА ИХ РАССЫЛОК.....129

ПРИЛОЖЕНИЕ 11. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ.....134

11.1 ТРЕБОВАНИЯ К ПАРАМЕТРАМ СТРАНИЦ ОТЧЕТНЫХ МАТЕРИАЛОВ.....134
11.2 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ШРИФТАМ И АБЗАЦАМ ТЕКСТОВ.....135

ПРИЛОЖЕНИЕ 12. ТРЕБОВАНИЯ ПО АРХИВАЦИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ НА ХРАНЕНИЕ.....139

12.1 ПОДГОТОВКА ФАЙЛОВ К ХРАНЕНИЮ.....139
12.1.1 Систематизация информации для геодезических и топографических работ и составление информационного файла на объект.....139
12.1.2 Архивация.....140
12.2 ПЕРЕДАЧА ФАЙЛОВ НА ХРАНЕНИЕ.....140

ПРИЛОЖЕНИЕ 13. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОБРАБОТКИ ГОРОДСКИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....141

ПРИЛОЖЕНИЕ 14. ОБРАЗЦЫ СПИСКОВ ОБСЛЕДОВАННЫХ, ВОССТАНОВЛЕННЫХ И УТРАЧЕННЫХ ПУНКТОВ.....142

ПРИЛОЖЕНИЕ 15. ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ХОДОВ ПОЛИГОНОМЕТРИИ.....144

ПРИЛОЖЕНИЕ 16. ВЕДОМОСТЬ ПОПРАВОК В УГЛЫ И ЛИНИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УРАВНИВАНИЯ ПОЛИГОНОМЕТРИИ.....145

ПРИЛОЖЕНИЕ 17. СПИСОК КООРДИНАТ И ВЫСОТ ПУНКТОВ (КАТАЛОГ КООРДИНАТ В ГСК И МСК).....147

СПИСОК КООРДИНАТ И ВЫСОТ ПУНКТОВ КАРКАСНОЙ СЕТИ.....147

ПРИЛОЖЕНИЕ 18. СОЗДАНИЕ СХЕМ В ЦИФРОВОМ ВИДЕ.....149

ПРИЛОЖЕНИЕ 19. УСЛОВНЫЕ ЗНАКИ ДЛЯ ОФОРМЛЕНИЯ СХЕМ ГОРОДСКИХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ.....152

***ПРИЛОЖЕНИЕ 20. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ ИЗ МСК В ГСК И ОБРАТНО ПО ПОЛНЫМ ФОРМУЛАМ*.....155**

20.1 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ ИЗ МЕСТНОЙ СИСТЕМЫ В ГОСУДАРСТВЕННУЮ.....155
20.2 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ КООРДИНАТ ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ В МЕСТНУЮ.....156
20.3 КОНТРОЛЬ ПЕРЕВОДА КООРДИНАТ ИЗ СИСТЕМЫ В СИСТЕМУ.....158

ПРИЛОЖЕНИЕ 21. ОБРАЗЕЦ ЗАПОЛНЕНИЯ СПРАВКИ О МЕСТНОЙ СИСТЕМЕ КООРДИНАТ.....161

ПРИЛОЖЕНИЕ 22. ОБРАЗЦЫ ВЕДОМОСТЕЙ СРАВНЕНИЯ КООРДИНАТ И ДЛИН ЛИНИЙ.....163

ПРИЛОЖЕНИЕ 23. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ В ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ И ОБРАТНО.....165

ПРИЛОЖЕНИЕ 24. ПЕРЕВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИЗ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ГЕОЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КООРДИНАТ В СИСТЕМУ КООРДИНАТ МГС И ОБРАТНО...168

ПРИЛОЖЕНИЕ 25. ПЕРЕВЫЧИСЛЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ КООРДИНАТ В ПЛОСКИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ И ОБРАТНО.....170

ПРИЛОЖЕНИЕ 26. СХЕМА ДЕФОРМАЦИИ СТАРОЙ СЕТИ.....172

ПРИЛОЖЕНИЕ 27. ЛИТЕРАТУРА.....173

gost.e-ecolog.ru