

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ  
УЗБЕКИСТАН  
САМАРКАНДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-  
СТРОИТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ИМЕНИ М. УЛУГБЕКА

Факультет: “СТРОИТЕЛЬСТВО ИНЖЕНЕРНЫХ  
КОММУНИКАЦИЙ”



# ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

студента группы 403-Геодезия, картография и кадастр

**Тоиров Боходир**

на тему: Спутниковое определения координат  
высокоточных (СГС-1класса) пунктов в Бухарской области.

*Пояснительная записка \_\_\_\_\_ листов*  
*Чертежи \_\_\_\_\_ листов*

Заведующий кафедрой:

доц. Журакулов Д.О.

Руководитель  
дипломного проекта:

ст.пр.Аминжанова М. Б.

САМАРКАНД - 2017 г.

## **ОГЛАВЛЕНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ**

**ГЛАВА 1. ГЛОБАЛЬНЫЕ СПУТНИКОВЫЕ РАДИОНАВИГАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ**

1.1. Спутниковая геодезия на современном этапе научно – технического прогресса

1.2. Спутниковые навигационные системы

1.3. Определения координат приемника

1.4. Орбитальное движение спутников

**ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ ВЕДЕНИЯ GPS ИЗМЕРЕНИЙ В ИНЖЕНЕРНО – ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ**

2.1. Основы методики ведения GPS измерений в инженерно – геодезических работах

2.2. Измерения, выполняемые спутниковыми приемниками

2.3 Используемые приборы

2.4. Программное обеспечение уравнивания геодезических сетей

**ГЛАВА 3. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**ГЛАВА 4. ЭКОНОМИКА, ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

## ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие науки и техники в последние десятилетия позволило создать принципиально новый метод определения координат и приращений координат — *спутниковый*. В этом методе вместо привычных геодезистам неподвижных пунктов геодезической сети с известными координатами используются подвижные спутники, координаты которых можно вычислить на любой интересующий геодезиста момент времени.

В настоящее время используются две спутниковые системы определения координат: российская система ГЛОНАСС и американская система NAVSTAR GPS. В данном случае под словом «позиционирование» подразумевается определение координат. Обе системы создавались для решения военных задач, но в последние годы нашли широкое применение в геодезии, обеспечивая исключительно высокие точности определения приращений координат.

В связи с тем, что в геодезических измерениях GPS применяется существенно шире, особое внимание будет уделено именно этой системе.

Решение современных задач геодезии связано с обеспечением улучшением качества строительных зданий и сооружений, промышленных и жилых комплексов, дорог, линий электропередачи связи, магистральных трубопроводов, энергетических объектов, объектов агропромышленного комплекса и др.

Геодезическое GPS оборудование и ГЛОНАСС/GPS системы в геодезии активно применяются в геологии, на начальных этапах строительства, межевания, привязки контрольных точек разбивки теодолитных и тахеометрических ходов, с помощью GPS оборудования полевые геодезические работы выполняются в короткие сроки, позволяя не только собирать координатные данные, но и одновременно со сбором производить их обработку в реальном времени.

Преимуществами GPS- технологий так же является возможность проводить измерения высокой точности в любое время суток, в любой точке, независимо от климатических условий или плохой погоды; отсутствие необходимости наличия видимости между точками, минимизация ошибок, которые появляются в процессе проведения измерений человеком, благодаря автоматизации процесса измерения; представление результатов измерений в электронном виде, что дает возможность их переноса в современные географические или картографические системы.

Традиционно, GPS оборудование Leica, Trimble, Epoch применяется в строительстве и геодезии. Также GPS оборудование служит для транспорта в качестве основы навигационной системы и расчета местоположения. В самых современных системах мониторинга зданий и сооружений, важнейших инженерных объектов, все больше GPS оборудование интегрируется с разнообразным диагностическим оборудованием, таким как трассоискатели, эхолоты, беспилотные диагностические, наблюдательные и тепловизионные летательные аппараты.

Геодезическое GPS оборудование и GPS системы позволяют привязывать данные диагностики объекта к точному времени и географическим координатам.

Геодезические GPS приемники служат для определения координат различных объектов находящихся в определенных точках на местности. Геодезический GPS приемник принимает и обрабатывает спутниковый сигнал, преобразовывая данные в координаты на местности.

С появлением на рынках электронных приборов отечественно и зарубежного производства, а так же программного обеспечения, значительно увеличилась точность, качество и скорость выполнения топографо-геодезических работ и инженерно - геодезических работах.

GPS системы и геодезическое GPS оборудование применимы в достаточно широком спектре различных областей.

Инженерно-геодезические измерения выполняют непосредственно на местности в различных физико-географических условиях, поэтому необходимо заботиться об охране окружающей природы: не допускать повреждений лесов, сельскохозяйственных угодий, не загрязнять водоемы.

# **Глава 1. Особенности использование глобальных спутниковых радионавигационных систем**

## **1.1. Развитие современной спутниковой геодезии**

Применение спутниковой геодезии подразумевает – использование глобальных спутниковых радионавигационных систем (СРНС) для решения геодезических задач. Это направление является наиболее распространенным и массовым в геодезическом производстве. Спутниковые приемники уже сегодня широко применяются во многих геодезических подразделениях Республики Узбекистан для обновления геодезических сетей, привязки аэрофотоснимков, топографических и кадастровых съемок и других видов работ.

Непосредственной предшественницей современных систем определения местоположения является беззапросная СРНС военно-морского флота США NNSS (NavyNavigationSatelliteSystem), позже получившая название ТРАНЗИТ. Ее эксплуатация была начата в 1964 г. Система состояла из шести спутников, расположенных на почти круговых полярных орбитах с высотой около 1100 км над поверхностью Земли. Система ТРАНЗИТ была разработана военными США в первую очередь для определения координат кораблей и самолетов. В 1967 г. было разрешено гражданское использование этой системы, и она стала широко использоваться по всему миру для целей навигации и геодезии.

С 1979 г. в СССР началась эксплуатация аналогичной системы под названием ЦИКАДА. Она состояла из четырех навигационных спутников, выведенных на круговые орбиты высотой 1000 км. Эта система позволяла потребителям в среднем через каждые полтора-два часа входить в радиокontakt с одним из спутников и определять плановые координаты своего местоположения при продолжительности сеанса 5-6 мин.[3]

Позже спутники системы ЦИКАДА были дооборудованы приемной измерительной аппаратурой обнаружения терпящих бедствие объектов, оснащенных специальными радиобуями, и они образовали систему "КОСПАС". Совместно с американо-франко-канадской системой САРСАТ они образуют единую службу поиска и спасения КОСПАС-САРСАТ.

Основными недостатками системы ТРАНЗИТ и ЦИКАДА являлись большие перерывы между прохождениями спутников и сравнительно невысокая навигационная точность (около 100 м), в результате чего возникла необходимость создания универсальной навигационной системы, удовлетворяющей требованиям всех потенциальных потребителей: авиации, морского флота, наземных объектов и космических кораблей. Такая СРНС должна была бы в любой момент обеспечивать пользователям возможность определять три пространственные координаты, вектор скорости и точное время.

Эти возможности были реализованы в СРНС GPSNAVSTAR (США) и ГЛОНАСС (Россия), разработанных независимо друг от друга.

## **1.2. Общие сведения о спутниковых навигационных системах.**

Спутниковые радионавигационные системы изначально разрабатывались для военных целей – местоопределения различных мобильных объектов. Но при совершенствовании данной системы и методов работы с ней росла и сфера ее применения: от навигации гражданских (не относящихся к военным ведомствам) судов до составления высокоточных геодезических карт и геодезических работ.[9]

Система в состоянии обеспечить глобальность, точность, непрерывность, высокую доступность и ряд других требований. Точное определение координаты и времени – актуальнейшая задача для самого широкого спектра научно – технических приложений. Это и высшая геодезия, геодинамика, картография, геодезическая и аэрофотосъемка, воздушная навигация, навигация морских и речных судов, навигация наземного транспорта и другие области. К концу прошлого века созданы две такие системы. Это американская GlobalPositioningSystem (GPS) – Глобальная Система Местоопределения (или позиционирования) и российская ГЛОбальнаяНАвигационная Спутниковая Система (ГЛОНАСС). Основная задача таких систем – определение координаты и времени. Помимо своего

прямого назначения эти системы используются для решения научных задач.

Для решения задач спутниковой геодезии применяются различные системы координат. Они отличаются по форме их задания: прямоугольные (плоские или пространственные) или криволинейные (сферические и эллипсоидальные). Принципиальные различия систем координат связаны с выбором начала отсчета координат, основной плоскости и ориентирования главной оси координат.[5]

Для решения этих и многих других задач применяются различные типы приемников, но, как ни разнятся сферы применения GPS, всех их объединяет одно - необходимость в точном определении координат. Можно отметить что ошибки, которые приводят к неточности в определении положения при решении разных задач, в большинстве своем, одни и те же. Но методы, которые применяются для их исправления, зачастую, имеют большие отличия. Это связано главным образом с тем, что мы имеем различные требования к точности и условия, при которых происходит позиционирование, также большую роль играет качество и уровень приемника. Возможности навигационных систем будут расширяться за счет модернизации.

В настоящее время работают или готовятся к развёртыванию следующие системы спутниковой навигации:

1. **GPS.** Принадлежит министерству обороны США. Этот факт, по мнению некоторых государств, является её главным недостатком. Устройства, поддерживающие навигацию по GPS, являются самыми распространёнными в мире. Также известна под более ранним названием NAVSTAR.

2. **ГЛОНАСС.** Принадлежит министерству обороны России. Система, по заявлениям разработчиков наземного оборудования, будет обладать некоторыми техническими преимуществами по сравнению с GPS. После 1996 года спутниковая группировка сокращалась и к 2002 году практически полностью пришла в упадок. Была полностью

восстановлена только в конце 2011 года. К 2025 году предполагается глубокая модернизация системы.

3. **Бэйдоу.** Развёртываемая Китаем подсистема GNSS предназначена для использования только в этой стране. Особенность — небольшое количество спутников, находящихся на геостационарной орбите. На 28 декабря 2012 года выведено на орбиту Земли шестнадцать навигационных спутников, из них по назначению используется 11. Согласно планам, к 2020 году количество спутников будет увеличено до 35, система «Бэйдоу» сможет работать как глобальная. Реализация данной программы началась в 2000 году. Первый спутник вышел на орбиту в 2007.

4. **Galileo.** Европейская система, находящаяся на этапе создания спутниковой группировки. Планируется полностью развернуть спутниковую группировку к 2020 году.

5. **IRNSS.** Индийская навигационная спутниковая система, в состоянии разработки. Предполагается для использования только в Индии. Первый спутник был запущен в 2008 году. Общее количество спутников системы IRNSS - 7.

6. **QZSS.** Первоначально японская QZSS была задумана в 2002 г. как коммерческая система с набором услуг для подвижной связи, вещания и широкого использования для навигации в Японии и соседних районах Юго-Восточной Азии. Первый запуск спутника для QZSS был в 2008 г. Японское правительство объявило, что первый спутник не будет предназначен для коммерческого использования и будет запущен целиком на бюджетные средства. Только после удачного завершения испытаний первого спутника начнётся второй этап и следующие спутники будут в полной мере обеспечивать запланированный ранее объём услуг.

## Основные характеристики систем навигационных спутников

Таблица 1.1

| параметр, способ  | СРНС ГЛОНАСС                             | GPS NAVSTAR              | TEN GALILEO               | BDS<br>COMPASS            |
|---|--|--------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Число НС (резерв)   | 24 (3)                                   | 24 (3)                   | 27 (3)                    | 30 (5)                    |
| Число орбитальных плоскостей                                | 3  | 6                        | 3                         | нет данных                |
| Число НС в орбитальной плоскости                            | 8  | 4                        | 9                         | нет данных                |
| Тип орбит   | Круговая<br>( $e=0\pm 0.01$ )            | Круговая                 | Круговая                  | Круговая                  |
| Высота орбиты, КМ   | 19100                                    | 20183                    | 23224                     | 21500                     |
| Наклонение орбиты, градусы                                  | $64.8\pm 0.3$                            | $\sim 55$ (63)           | 56                        | $\sim 55$                 |
| Номинальный период обращения по среднему солнечному времени | 11 ч 15 мин 44<br>$\pm 5$ с              | $\sim 11$ ч 58 мин       | 14 ч 4 мин. и<br>42 с.    | нет данных                |
| Способ разделения сигналов НС                               | Кодово-частотный (кодовый на испытаниях) | Кодовый                  | Кодово-частотный          | нет данных                |
| Несущие частоты радиосигналов,                              | L1=1602.5625<br>...1615.5                | L1=1575.42<br>L2=1227.60 | E1=1575.42<br>E5=1191.795 | E1=1575.42<br>E5=1191.795 |

|   |  |  |   |   |
|---|--|--|---|---|
| МГц   | L2=1246.4375<br>...1256.5                        | L5=1176.45                             | E5A=1176.46<br>E5B=1207.14<br>E6=12787.75 | E5A=1176.46<br>E5B=1207.14<br>E6=12787.75 |
| Период повторения<br>дальномерного кода<br>(или его сегмента)                   | 1 мс   | 1 мс (С/А-<br>код)                     | нет данных                                | нет данных                                |
| Тип дальномерного<br>кода   | М-<br>последовательн<br>ость (СТ-код<br>511 зн.) | Код Голда<br>(С/А-код 1023<br>зн.)     | М-<br>последовател<br>ьность              | нет данных                                |
| Тактовая частота<br>дальномерного<br>кода, МГц                                  | 0.511  | 1.023 (С/А-<br>код) 10.23<br>(Р,У-код) | E1=1.023<br>E5=10.23<br>E6=5.115          | нет данных                                |
| Скорость передачи<br>цифровой<br>информации(соотве<br>тственно СИ- и D-<br>код) | 50 зн/с (50Гц)                                   | 50 зн/с (50Гц)                         | 25, 50, 125,<br>500, 100 Гц               | нет данных                                |
| Длительность<br>суперкадра, мин   | 2.5  | 12.5                                   | 5   | нет данных                                |
| Число кадров в<br>суперкадре  | 5  | 25                                     | нет данных                                | нет данных                                |
| Число строк в кадре   | 15   | 5                                      | нет данных                                | нет данных                                |
| Система отсчета<br>времени  | UTC (SU)   | UTC (USNO)                             | UTC (GST)                                 | UTC (-)                                   |
| Система отсчета<br>координат  | ПЗ-90/ПЗ90.2                                     | WGS-84                                 | ETRF-00                                   | нет данных                                |

|  |   |  |                                     |            |
|--|---|--|-------------------------------------|------------|
| Тип эфемирид                                   | Геоцентрические координаты и их производные | Модифицированные кеплеровы элементы      | Модифицированные кеплеровы элементы | нет данных |
| Сектор излучения от направления на центр земли | $\pm 19$ в 0                                | $L1 = \pm 21$ в 0<br>$L2 = \pm 23.5$ в 0 | нет данных                          | нет данных |
| Сектор Земли                                   | $\pm 14.1$ в 0                              | $\pm 13.5$ в 0                           | нет данных                          | нет данных |

Спутниковые навигационные системы состоят из космического сектор, сектор управления и контроля, а также сектора потребителя.

1. Космический сектор включает в себя набор входящих в систему позиционирования спутников. Установленная на спутниках аппаратура, выполняющая роль передающей части одностороннего радиодальномерного комплекса, осуществляет передачу на Землю как радиосигналов, на основе которых измеряется расстояние между спутником и наземным пунктом наблюдения, так и навигационного сообщения, в котором содержится информация об эфемеридах спутников, поправках к показаниям часов спутника и альманахе, несущем в себе усеченную информацию о всех рабочих спутниках, а также некоторую другую служебную информацию.

Признано целесообразным использование в системе GPS шести близких к круговым орбит, плоскости которых смещены относительно друг друга на  $60^\circ$ , при этом в каждой соседней орбитальной плоскости положение спутников смещается примерно на  $40^\circ$  (Рис. 1.1).

Конструктивно спутник состоит из цилиндрического гермоконтейнера с приборным блоком, рамы антенно-фидерных устройств, приборов системы ориентации, панелей солнечных батарей с приводами, блока двигательной установки и жалюзи системы терморегулирования с приводами.

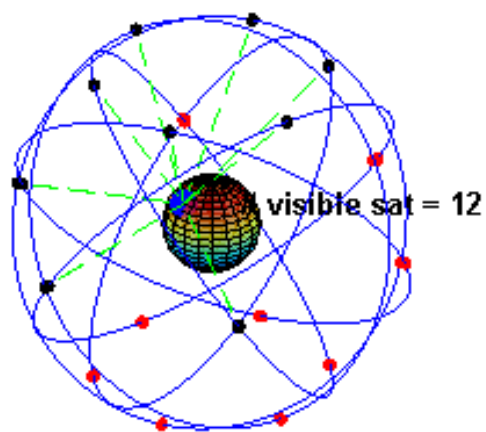


Рис.1.1. Конфигурация орбит спутников и спутник системы GPS

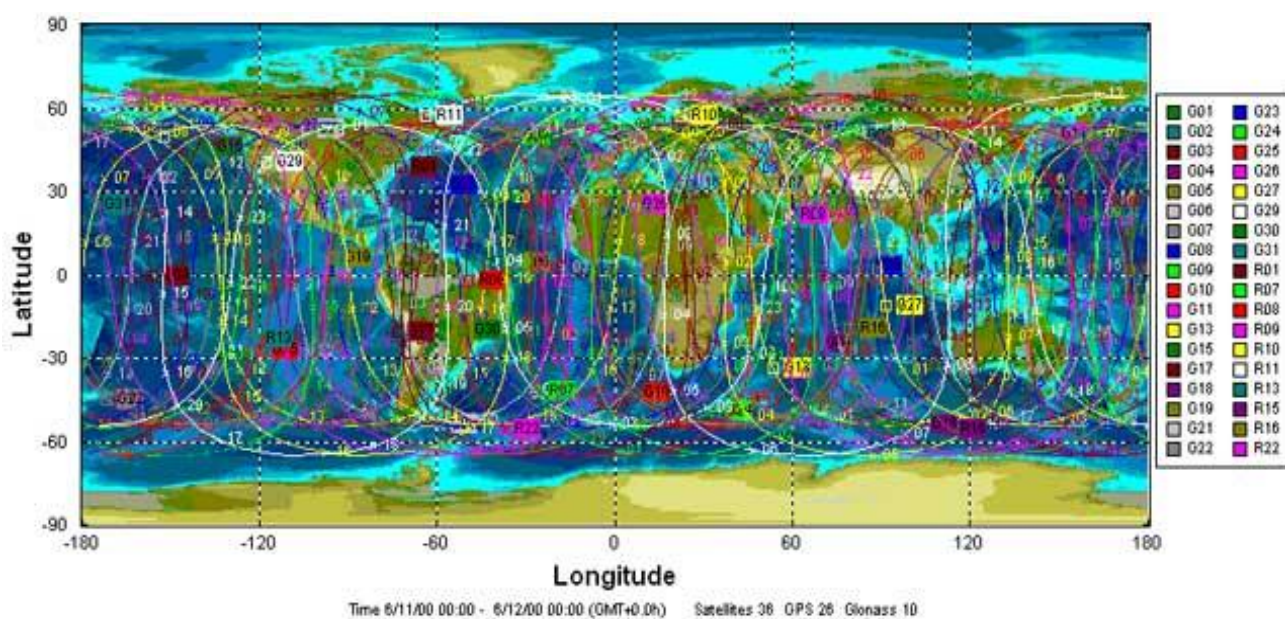


Рис. 1.2. Орбиты спутников GPS

Применительно к системе ГЛОНАСС было выбрано три развернутых на  $120^\circ$  орбитальные плоскости, на которых размещаются по 8 спутников, отстоящих друг от друга на  $45^\circ$ , как показано на рисунке 1.3.



Рис. 1.3. Конфигурация орбит спутников навигационной системы ГЛОНАСС

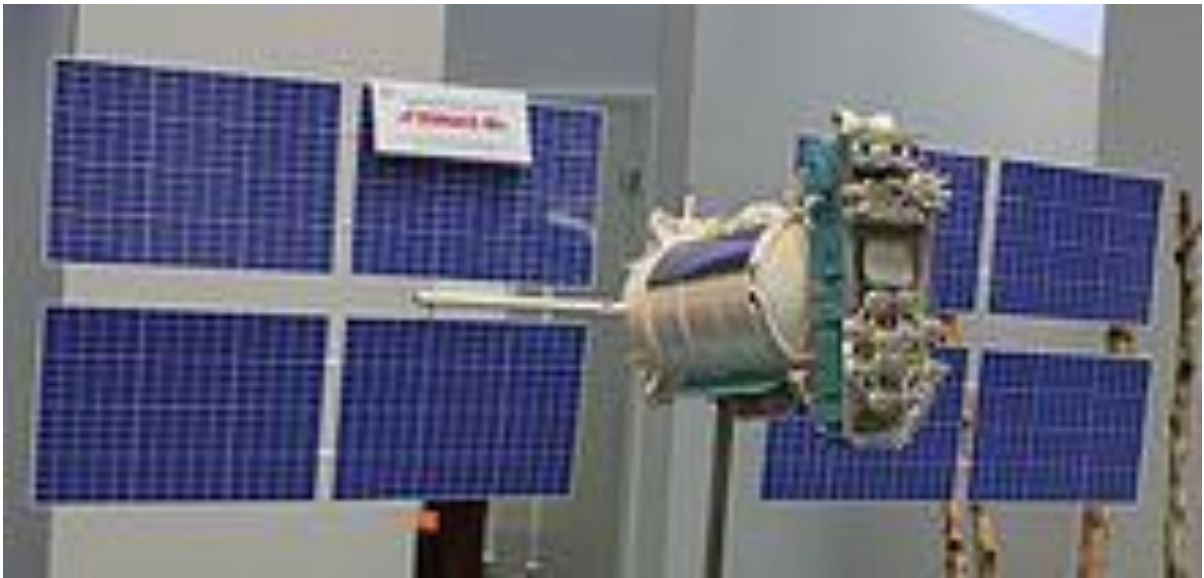


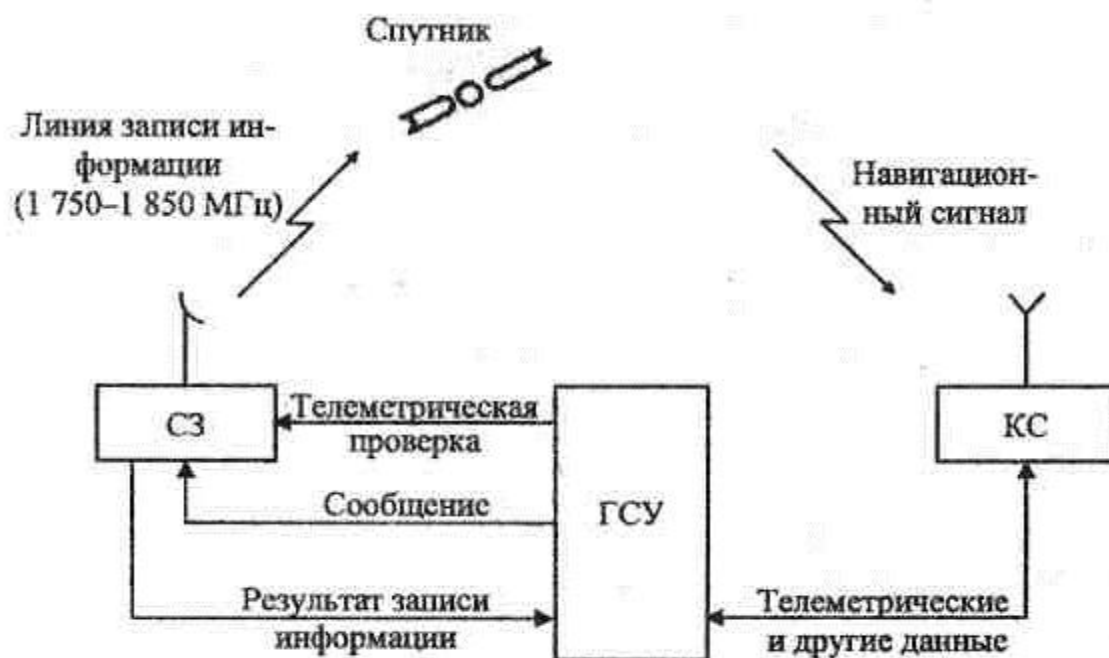
Рис. 1.4. Спутник системы ГЛОНАСС

Конструктивно спутник состоит из цилиндрического гермоконтейнера с приборным блоком, рамы антенно-фидерных устройств, приборов системы ориентации, панелей солнечных батарей с приводами, блока двигательной установки и жалюзи системы терморегулирования с приводами.[17] На спутниках ГЛОНАСС также установлены оптические уголковые отражатели, предназначенные для калибровки радиосигналов измерительной системы с помощью измерений дальности до спутника в оптическом диапазоне, а также для уточнения геодинимических параметров модели движения спутника. Конструктивно уголковые отражатели формируются в виде блока, постоянно отслеживающего направление на центр Земли. На данный момент в системе GPS используются спутники с продолжительностью эксплуатации 7,5 лет и возможностью передавать пользователям качественную информацию без контроля в течении 14 суток. В обеих системах планируется повысить срок службы до 10-15 лет, увеличить количество передаваемых частот для повышения точности и усовершенствовать структуру передаваемых сигналов.

2. Сектор управления и контроля - командно-измерительный комплекс предназначен для управления работой космических аппаратов, сбора необходимой информации для вычисления

прогнозируемых данных, закладки данных в процессоры спутников, формирования системного времени, синхронизации его относительно координатного времени.

Подсистема контроля и управления содержит в своем составе главную станцию управления, несколько контрольных станций и станции закладки служебной информации. На рис. 1.5 показаны связи между главной станцией управления, контрольными станциями, станциями закладки служебной информации и спутником при передаче служебной информации на спутник.



КС - контрольная станция; ГСУ - главная станция управления;

СЗ - станция закладки служебной информации

Рис. 1.5 – Схема подсистемы контроля и управления

Контрольные станции - автоматические центры слежения за сигналами спутников и сбора информации, необходимой для коррекции эфемерид и бортового времени спутников относительно временной шкалы GPS или ГЛОНАСС (для спутников ГЛОНАСС). Контрольные станции управляются с

главной станции управления. На каждой контрольной станции имеется многоканальный приемник потребителя, квантовый стандарт частоты с устройством формирования временной шкалы, датчики внешних (метеорологических) данных и процессор вычислителя с интерфейсом. Процессор управляет сбором данных со спутников. Так как координаты станций определены с высокой точностью из геодезических измерений, то на станциях формируются пакеты точных положений спутников на орбитах. По запросу эти данные передаются на главную станцию управления.

Главная станция управления является центром сбора и обработки данных для вычисления прогнозируемых эфемерид и параметров спутниковых часов. Шкала времени главной станции управления является опорной, а стандарт частоты – эталонным для всей системы GPS. Периодически производится сверка временных шкал главных станций управления со шкалой универсального координатного времени UTC.



Рис. 1.6. Сегмент наземного комплекса управления системы GPS

3. Сектор потребителя - Приемники спутниковых радионавигационных систем выполняют измерения параметров сигналов, извлекают заложенную в сигналах информацию, производят определения пространственно-временных местоположений. Для этих целей приемники осуществляют поиск навигационных сигналов нескольких спутников и слежение за ними на определенном временном интервале.

По сложности технических решений при регистрации спутников приемники подразделяют на одноканальные, принимающие и обрабатывающие радиосигналы последовательно, и многоканальные, позволяющие принимать и обрабатывать несколько сигналов параллельно. Практически все современные приемники являются многоканальными. В зависимости от вида принимаемых и обрабатываемых сигналов приемники подразделяют на:

- одночастотные кодовые, работающие по C/A-коду;
- двухчастотные кодовые, работающие по C/A и P-кодам;
- одно- и двухчастотные кодово-фазовые.

В связи с непрерывным перемещением спутника относительно приемника происходят изменения двух составляющих в параметрах принимаемого сигнала:

- доплеровское изменение частоты  $f_g$ ;
- изменение дистанции «спутник - приемник», что создает изменение временных задержек

$$\tau_i = \frac{P_i}{c}, \quad (1.1)$$

где  $\tau_i$  – временная задержка радиосигнала при прохождении псевдодальности  $P_i$ ;

$P_i$  – псевдодальность «спутник-приемник»;

$c$  – скорость распространения электромагнитных волн.

С учетом скорости движения спутников по орбитам (около 4 км/с), интервал доплеровских изменений частот составляет почти 20 кГц, а изменение

временных задержек находится в диапазоне от  $10^{-3}$  до  $10^{-5}$  с. Для исключения искажений и зашумления в приемнике формируются синфазные и квадратурные составляющие функции. Вид этих функций представлен выражениями (2)

$$\begin{aligned} I(T, \tau, f_g) &= \int_0^T y(t) * h(t - \tau) \cos[2\pi(f_0 + f_g)t] dt; \\ Q(T, \tau, f_g) &= \int_0^T y(t) * h(t - \tau) \sin[2\pi(f_0 + f_g)t] dt, \end{aligned} \quad (1.2)$$

где  $y(t)$  – принятый от спутника сигнал преобразованной частоты;  
 $h(t - \tau)$  – сигнал, формируемый в приемнике, обеспечивающий перебор временных задержек;

$f_0$  – частота сигнала приемника;

$f_g$  – частоты, формируемые в приемнике, с пошаговым изменением в диапазоне доплеровских частот;

$T$  – наблюдаемый временной интервал.

С пороговым значением сравнивается значение функции

$$\chi^2(T, \tau, f_g) = I^2 \cdot (T, \tau, f_g) + Q^2 \cdot (T, \tau, f_g). \quad (1.3)$$

Если  $\chi^2(T, \tau, f_g)$  больше порогового значения, то принимается решение о «захвате» спутника, отслеживаются параметры сигнала спутника: фаза, кодовые задержки.

### 1.3. Определения координат приемника

Проектирование современных СРНС выполнялось с учетом следующих требований:

- доступность (готовность) системы, мерой которой является вероятность работоспособности системы для выполнения той или иной задачи;
- целостность системы, мерой которой является вероятность отказа системы за определенный период времени;
- непрерывность обслуживания, мерой которой является вероятность работоспособности системы в течение выполнения той или иной задачи.

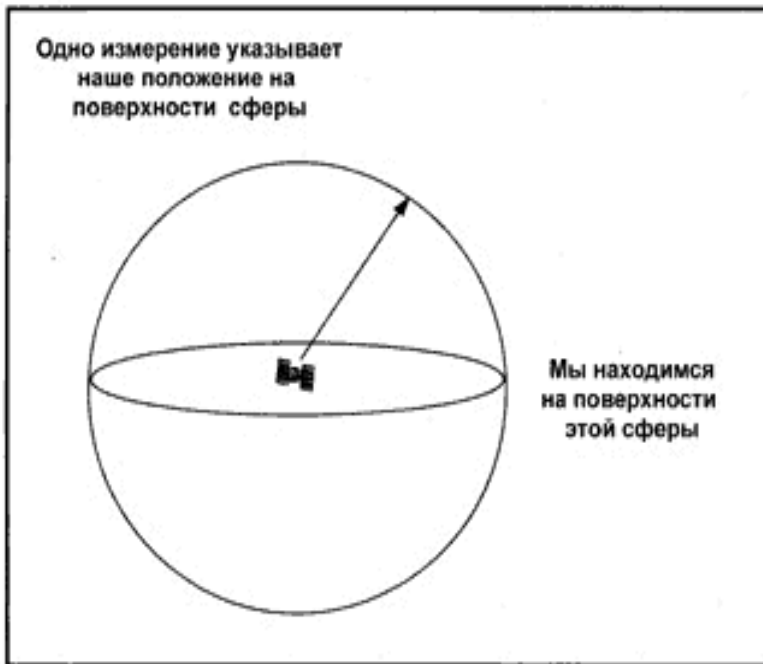


Рис. 1.7. Один спутник

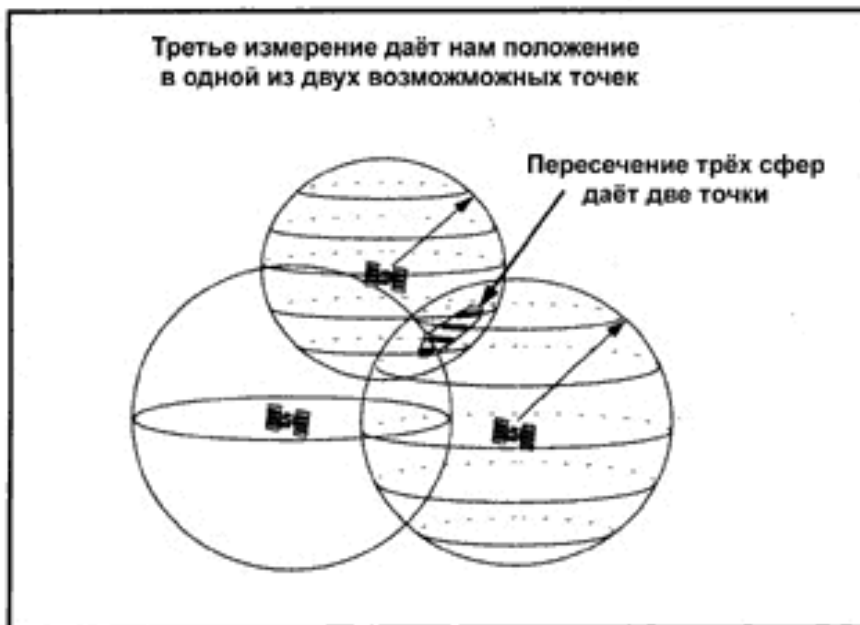
Точные координаты могут быть вычислены для места на поверхности Земли по измерениям расстояний от группы спутников (если их положение в космосе известно). В этом случае спутники являются пунктами с известными координатами.[14]



Рис. 1.8. Два спутника

Предположим, что расстояние от одного спутника известно и мы можем описать сферу заданного радиуса вокруг него (рис. 1.7). Если мы знаем также расстояние и до второго спутника, то определяемое местоположение будет расположено где-то в круге, задаваемом пересечением

Третий спутник определяет две точки на окружности (рис 1.9).

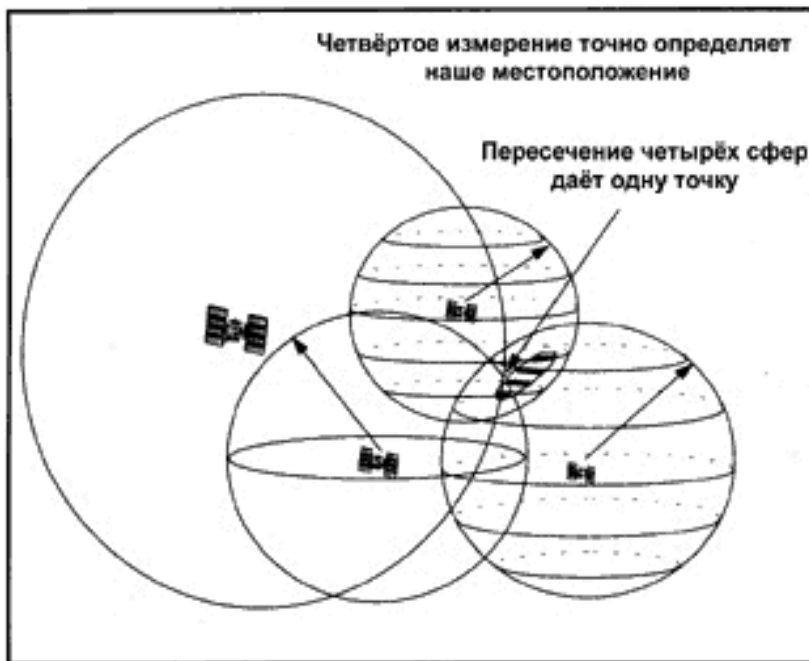


Теперь остаётся только выбрать правильную точку. Как решить, какая из этих двух точек - истинное местоположение? Обычно, одна из двух точек - это неправдоподобное решение. Она либо располагается

Рис. 1.9. Три спутника слишком далеко от поверхности Земли, либо имеет неправдоподобно большую скорость движения.

Вычислители приемников GPS снабжены различными средствами, автоматически выделяющими истинное местоположение из двух возможных.

Вместе с тем, если точно известна высота (например корабли всегда



находятся на уровне моря), то можно исключить одно из измерений. Одна из сфер на рисунках может быть заменена на сферу с центром в центре Земли и радиусом, равным ее радиусу плюс высота (рис. 1.10)

Рис.1.10. Четыре спутника

Так или иначе, но для того, чтобы однозначно определить свое местоположение необходимо знать расстояния (дальности) до четырех спутников. Можно обойтись и тремя, если логически исключить неправдоподобное решение.

Подсистема аппаратуры пользователей. Пользователи СРНС делятся на две категории: военные и гражданские. В составе GPS действуют Служба точного позиционирования PPS (PrecisePositioningService) и Служба стандартного позиционирования SPS (StandardPositioningService). PPS базируется на использовании Р –кода и двух несущих частот, SPS – на использовании С/А-кода и одной несущей частоты.

Разрешенная точность абсолютного определения местоположения для гражданских пользователей GPS – примерно 100 м (при включенном режиме SA), а для военных – примерно 30 см, что достигается за счет использования Р-кода. Гражданские пользователи подразделяются на две основные группы по области применения СРНС – навигационное использование и геодезическое использование.

ПАП состоит из аппаратно-программных средств, предназначенных для приема и обработки спутниковых радиосигналов с целью определения пространственных координат и другой необходимой пользователям информации (времени, направления и скорости, пространственной ориентации и др.).[2]

Пространственные координаты в приемнике пользователя обычно определяются в два этапа: сначала определяются текущие координаты спутников и первичные навигационные параметры (дальность, ее производные и др.) относительно соответствующих спутников, а затем рассчитываются вторичные – геодезические координаты местоположения пользователя.

Стандартный комплект ПАП для геодезического применения состоит из двух (или более) приемников спутниковых сигналов с комплектом дополнительного оборудования и программного обеспечения для обработки

спутниковых измерений.

GPS-приемники в зависимости от типа выполняемых измерений и доступности кода делятся на три группы:

- Кодовые – измеряющие псевдодальности на основе C/A-кода;
- Фазовые – измеряющие фазу принимаемого сигнала с использованием C/A-кода;
- P-кодовые – измеряющие фазу принимаемого сигнала с использованием P-кода. Использование P-кода достигается за счет установки специальной платы на входе приемника.

В зависимости от количества используемых частот приемники бывают одночастотные и двухчастотные.

По способам слежения за спутниками приемники классифицируются на одно- и многоканальные. Захват и отслеживание спутников в многоканальных приемниках выполняется независимыми приемными каналами. В настоящее время наиболее распространены 9, 12-ти канальные приемники, в которых приемный канал может работать с любым спутником (так называемый метод AllinView). Имеются также 24-х канальные приемники, в которых каждому спутнику сопоставлен определенный канал. Аппаратура пользователей ГЛОНАСС аналогична аппаратуре пользователей GPS.

В мире имеется более 50 фирм-производителей спутниковых приемников. Наиболее известные среди них – Trimble (США), Ashtech (США), Leica (Швейцария), Zeiss (Германия), Geotronics (Швеция). Но производством системных плат для приемников занимаются только первые две.

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам совместного использования обеих СРНС. Основным преимуществом совместного использования является значительное увеличение количества наблюдаемых спутников, что позволит выполнять измерения в зонах ограниченной видимости спутников, повысить точность измерений, их надежность и

достоверность, а также сократить продолжительность сеансов измерений. Такие приемники, работающие одновременно в двух системах, уже предлагаются потребителям несколькими фирмами. Например, фирма Ashtech предлагает 24-канальный приемник GG-24, по 12 каналов на GPS и ГЛОНАСС. Фирма SpectraPrecision – одночастотный приемник GeotracerGPS+GLONASS на базе системной платы Ashtech.

#### 1.4. ОРБИТАЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ СПУТНИКА В СРНС

Для вычисления положения спутника в геоцентрической системе используются шесть кеплеровых элементов орбиты. Три из них характеризуют положение орбиты в пространстве, два – ее размеры, один – положение спутника на ней (рис. 1.11).

Ориентация орбитальной плоскости характеризуется положением относительно экваториальной плоскости  $XOY$ . Линия пересечения  $DU$  этих плоскостей называется линией узлов. Узлами орбиты спутника являются точки пересечения орбиты с экваториальной плоскостью. Узел  $U$ , соответствующий движению спутника из южной небесной полусферы в северную называют в о с х о д я щ и м, а узел  $D$ , соответствующий движению из северной небесной полусферы в южную – н и с х о д я щ и м.

Положение орбитальной плоскости относительно экваториальной характеризуется двумя орбитальными элементами – долготой восходящего угла  $\Omega$  и наклоном орбиты  $i$ . Угол  $\Omega$  отсчитывается в экваториальной плоскости от направления на точку весеннего равноденствия (ось  $OX$ ) до линии узлов и изменяется в диапазоне от 0 до 360°. Угол  $i$  определяется как угол между экваториальной и орбитальной плоскостями и изменяется в диапазоне от 0 до 180°:

- при  $i = 0^\circ$  – экваториальная орбита,
- при  $0 < i < 90^\circ$  – наклонная,
- при  $i = 90^\circ$  полярная.

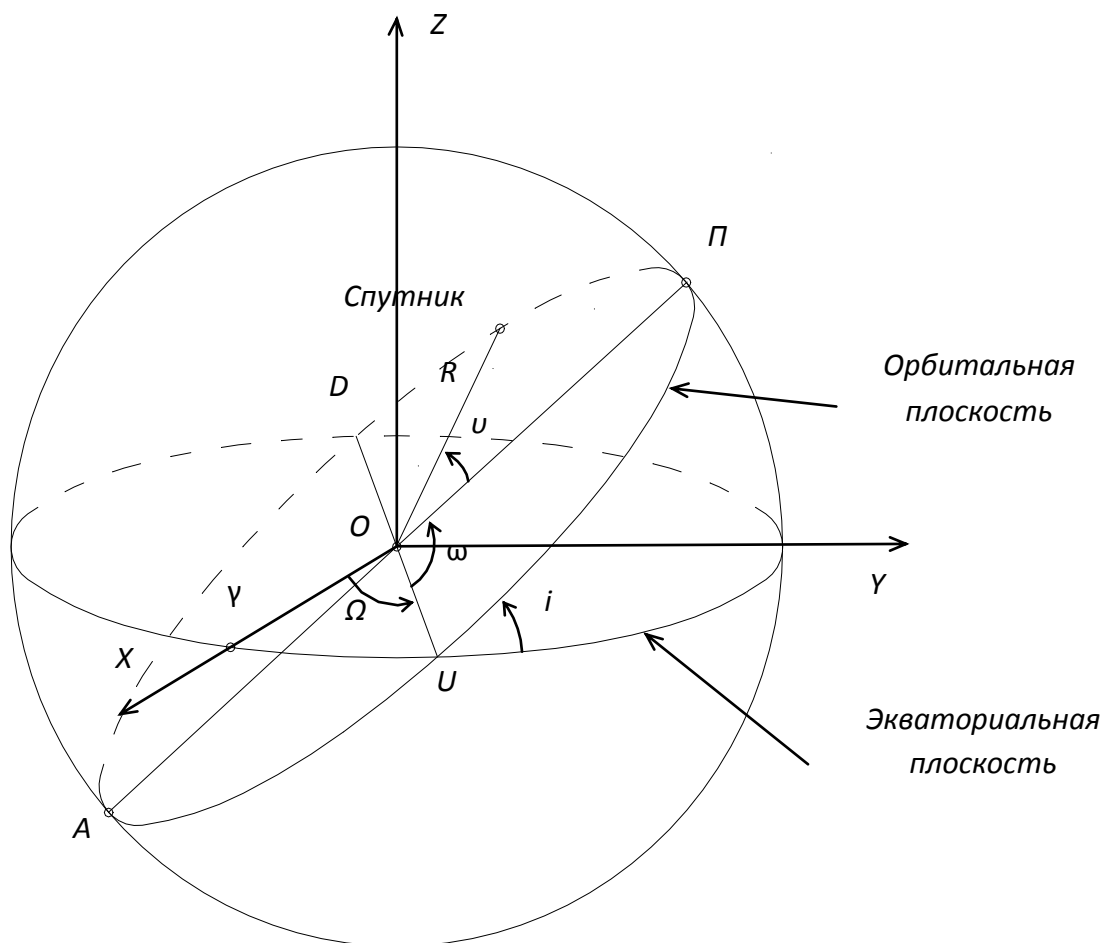


Рис. 1.11. Элементы орбиты

Ориентация орбиты в орбитальной плоскости характеризуется углом перигея (аргументом перигея)  $\omega$  между направлением на восходящий узел  $U$  и перигеем  $\Pi$ , отсчитанным от  $U$  по направлению движения ИСЗ.

Размеры орбиты задаются большой полуосью  $a$  и эксцентриситетом  $e$ .

Угловое удаление  $\nu$  спутника от перигея  $\Pi$  в орбитальной плоскости, отсчитываемое по направлению движения ИСЗ, называется истинной аномалией (т. е. это угол между радиус-вектором спутника и направлением на перигей). Она характеризует положение спутника на орбите. Обычно вместо истинной аномалии в качестве шестого элемента орбиты используется момент прохождения спутника через перигей  $\tau$ , а также эксцентрическую аномалию  $E$  и среднюю аномалию  $M$ .

Кеплеровы элементы орбиты меняются во времени и должны быть известны на момент позиционирования.[16]

## **ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ ВЕДЕНИЯ GPS ИЗМЕРЕНИЙ В ИНЖЕНЕРНО – ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТАХ**

### **2.1. Основы методики ведения GPS измерений в инженерно – геодезических работах**

Выполнение геодезических работ при использовании GPS - оборудования можно разделить на три основных этапа:

- планирование;
- полевая часть работ (спутниковые наблюдения);
- постобработка результатов измерений.

Под планированием работ понимается не только проектирование сети определяемых пунктов, но и выбор оптимальных периодов времени суток, наиболее благоприятных с точки зрения наилучших геометрических показателей, расположения созвездий спутников и с учетом условий закрытости (препятствий для прохождения сигналов от спутников) определяемых точек. Часто планирование на текущий и последующие дни достаточно выполнять относительно некоторой центральной точки зоны предполагаемых дневных работ.

Планирование осуществляется при помощи специальной программы на персональном компьютере с последующей выдачей результатов в алфавитно-цифровой или графической форме на экран дисплея или принтер. Данная программа является составной частью общего программного пакета.[2]

#### **Полевая часть работ**

Полевая часть методики - это съемочные работы, которые проводятся в соответствии с планированием. Как описывалось выше, измерения ведутся в так называемом дифференциальном режиме, поэтому для работы необходимо минимум два приемника с антеннами.

Существует несколько методик проведения спутниковых наблюдений. По нескольким отличительным критериям (время наблюдения на точке,

требования к количеству отслеживаемых спутников, избыточность фиксируемой информации, структура записи данных, состав используемой аппаратуры, технологии выполняемых процедур) их можно разделить на две основные группы: статические и кинематические.

Статические съемки. Традиционная Статика.

Антенна одного из приемников (базового) закрепляется в трегере штатива, после чего нивелируется и центрируется над геодезическим пунктом с точно известными координатами), знание координат базового пункта не является обязательным во время проведения измерений. Антенна другого приемника (перемещаемого) аналогичным образом устанавливается на штативе над точкой, координаты которой требуется определить. При этом необходимо измерить и ввести в приемники высоты антенн над пунктами (процесс центрирования, нивелирования и измерения высоты антенны необходим для того, чтобы спроецировать базовую линию, фактически измеряемую между фазовыми центрами антенн, на реальные геодезические точки). Далее оба приемника, нажатием нескольких клавиш, переводятся в режим «статическая съемка».

Накопление информации происходит либо во внутреннюю (энергонезависимую) память приемника, либо на сменные магнитные карточки в течение от 25 до 60 минут и более в зависимости от количества наблюдаемых спутников и длины базовой линии. Объем памяти приемника (может быть увеличен по желанию пользователя) рассчитан в среднем на 20 - 50 часов непрерывных измерений. В течение сеанса наблюдений допустимы временные потери сигналов от спутников. Минимальное количество спутников при ведении измерений статическим методом - 3. Средняя производительность 7 - 10 (до 20) точек в день на один перемещаемый приемник в зависимости от внешних условий, времени затрачиваемого на переезды между определяемыми точками и опыта работы персонала.

«Быстрая» статическая съемка (только для двухчастотных приемников). Порядок установки антенн и ведения измерений тот же, что и в простой «статике», но продолжительность сеанса наблюдения сокращается до 5 - 20 минут в зависимости от количества отслеживаемых спутников и расстояния между станциями. Такое значительное сокращение времени наблюдения стало возможным за счет введения дополнительных (избыточных) информационных каналов (измерение фазы несущей и обоих кодов на двух частотах) и новейших алгоритмов обработки двухчастотных данных. Средняя производительность - 30-40 точек и более в день в зависимости от площади работ.

#### Кинематическая съемка

Метод «Stop&Go» (Остановись и иди). Установка антенны на базовой станции аналогична статической. Антенна носимого приемника закрепляется в специальном быстро установочном штативе и центрируется над первой точкой, после чего производится накопление информации (30-40 мин.) в неподвижном состоянии для инициализации (определения некоторых начальных условий) всей съемки.

Другими методами выполнения инициализации является способ обмена антеннами на исходных точках или начало измерений с известной базовой линии. Затем антенна с приемником (без включения приемника) переносится на следующую определяемую точку. После установки антенны над текущей (любой после первой) точкой информация накапливается уже в течение 2-3 минут. Далее и вплоть до окончания сеанса съемки повторяются вышеизложенные шаги. Объем памяти приемника рассчитан на 5-20 часов непрерывной съемки. Метод очень удобен и эффективен для использования при кадастровых работах (например, оконтуривание или разметка небольших площадей). Основное требование к съемке - обязательная непрерывность приема сигналов минимум от 4 спутников при движении между пунктами (т.е. необходима достаточно открытая местность). Средняя производительность этого метода трудноопределима.

Возможно координирование 100 точек и более в день в зависимости от площади съемки, средств передвижения, внешних условий и опыта персонала. Наиболее благоприятные результаты получаются при удалении от базовой станции на расстояниях до 20 километров.

Метод «Continuouskinematic» (Непрерывная кинематика).

Начальные установки аппаратуры аналогичны предыдущему типу кинематической съемки. Отличие заключается в том, что наблюдения в данном случае ведутся без остановок над определяемыми точками. В результате постобработки создается каталог координат точек, соответствующих каждому моменту записи измерений в память приемника (интервалом записи можно варьировать от 0,5 сек. До нескольких минут в зависимости от динамики съемки). Данный тип съемки удобно применять как на подвижном объекте, так и в пешем ходу для подробного оконтуривания площадей. Этот метод может быть также использован для привязки центров снимков при аэрофотосъемке. В этом случае, один из приемников устанавливается на летательном аппарате и подключается к регистратору затвора аэрофотокамеры для синхронизации их работы, а другой используется в качестве наземной базовой станции. В итоге возможно получение каталога координат центров фотографирования.

Основное требование к этому типу съемки — обязательная непрерывность приема сигналов минимум от 4 спутников (т.е. необходима достаточно открытая местность). Производительность работ при данном типе съемки ограничивается чаще всего только объемом памяти приемника и емкостью элементов питания.

Метод «Real-TimeKinematic» (Кинематическая съемка в реальном масштабе времени). Это наиболее современный и перспективный метод ведения кинематических наблюдений. Аппаратно добавляется радиомодем, при помощи которого с базовой станции передаются дифференциальные поправки на носимый приемник. При этом на экране носимого приемника отражаются координаты определяемых точек с сантиметровой точностью в

реальном масштабе времени, т.е. не требуется постобработка. Данный метод эффективно применим на расстояниях 10-15 километров от базовой станции, и зависит, как правило, от области уверенного приема сигналов дифференциальной коррекции.

Псевдостатическая (псевдокинематическая) съемка.

Псевдостатические процедуры можно рассматривать как сокращенную версию статического метода, или как кинематическую съемку, для которой требуется повторная установка антенны над одной и той же точкой. Полевая часть псевдостатической съемки выполняется также как и при «кинематике». Однако выгодным отличием является отсутствие необходимости непрерывного сопровождения не менее 4 спутников при движении между определяемыми точками.

Единственное требование для псевдостатики состоит в том, что носимый приемник должен возвращаться на каждую станцию, по крайней мере, дважды, с разнесением по времени в интервале от 1 до 4 часов. Время наблюдения на каждой точке составляет 5-10 минут в зависимости от расстояния до базовой станции и количества отслеживаемых спутников.

Реальная производительность 15-25 точек в день.

При ведении всех видов съемок возможно:

- наблюдение за качеством отслеживания спутников;
- контроль количества видимых спутников;
- текущий контроль памяти приемника и его энергопитания;
- планирование следующего сеанса съемки;
- введение полевых заметок с клавиатуры приемника или контроллера во внутреннюю память или на магнитные карты; изменение названий станций и высот антенны; Введение метеоданных для их учета во время постобработки и т.д.

Как итог описания методов ведения полевых работ при использовании GPS-приемников, в таблице 2.1 приведены оценочные (заявленные фирмамиизготовителями) точностные параметры для различных типов

СЪЕМОК.

Таблица 2.1

**Технические характеристики некоторых приемников GPS.**

| Технические характеристики                            | Название приборов, фирма, страна изготовитель |                                  |                                       |  |  |  |
|---|---|----------------------------------|---------------------------------------|--|--|--|
|   | NR 101<br>SERCEL<br>(Франция)                 | RS 12<br>KARLZeISS<br>(Германия) | Z-12 Real<br>Time<br>Ashtech<br>(США) | Geotracer<br>System 2000<br>Geotronics<br>(Швеция) | 4800 SR<br>geodetic<br>Surveyor<br>(США) | 300<br>Wild GPS-<br>System<br>leica<br>(Швейцария) |
| <b>1. Точность измерений в статическом режиме</b>     |   |                                  |                                       |  |  |  |
| СКО<br>определения<br>приращения<br>координат<br>(мм) | 5+2 ppm                                       | 10+2 ppm                         | 5+1 ppm                               | 5+1 ppm  | 5+1 ppm                                  | 501 ppm  |
| СКО<br>определения<br>расстояний<br>(мм)              | 5+1 ppt                                       | 10+2 ppm                         | 5                                     | 5+1 pmm  | 5+1 ppm                                  | 5+1 ppm  |
| СКО<br>определения<br>превышений<br>(мм)              | 5-30  | 20+2 ppm                         | 17+2 ppm                              | 10+1 ppm   | 10+1 ppm                                 | 10   |

**Постобработка**

После выполнения полевой части работ требуется «скопировать» информацию из приемника в компьютер для вычисления измеренных

базовых линий, а также для решения целого ряда задач, таких как трансформация координат или построение математической модели местности. Операция перегрузки информации осуществляется при помощи специальной программы, входящей в стандартный пакет программного обеспечения. Для этого можно использовать даже самый простой персональный компьютер (вплоть до РС с процессором 086).

Программное обеспечение имеет «дружественный» интерфейс, поэтому работа оператора сводится лишь к последовательному выполнению действий, подсказываемых компьютером.

Постобработка файлов данных (автоматическая и ручная) предполагает последовательное выполнение процессором ряда сложных математических алгоритмов, связанных с решением системы нелинейных уравнений. Сложность реализации таких алгоритмов связана с разрешением неоднозначности измеренной фазы несущих частот, а также с необходимостью построения моделей ионосферной и тропосферной задержки спутниковых сигналов.[7]

Результатом работы этих алгоритмов является определение составляющих вектора базовой линии (приращений координат между точками) в геоцентрической общеземной системе координат WGS-84 с сопутствующими статическими и точностными характеристиками как собственно измерений, так и последующей обработки, которые являются необходимыми для процесса уравнивания.

Таким образом, методика выполнения съемки с геодезическими GPS-приемниками проста и эффективна. Используя GPS-оборудование, один геодезист может самостоятельно за короткое время выполнить весь объем геодезических работ, начиная от составления проекта, до получения уравненного каталога координат или топоплана местности.

Однако, все эти преимущества выглядят не такими явными на фоне высокой стоимости полного комплекта аппаратуры и программного обеспечения. Для реальной оценки эффективности приборов необходимо

выполнить сравнение их использования на некотором едином полигоне при решении однотипных задач.

## 2.2. Измерения, выполняемые спутниковыми приемниками

Отметим, что основное назначение системы GPS — военное. Для исключения несанкционированного использования системы в эфемериды спутников умышленно вносятся искажения, а также искажаются показания часов спутников и несущая частота [так называемый режим Selective Availability (SA)]. Исключить эти искажения может лишь приемник, имеющий доступ к P-коду (только военный приемник). В этом случае предельная погрешность определения абсолютных координат составляет 10...20м. В настоящее время режим SA выключен. Обычный приемник, работающий лишь по C/A коду, может определить абсолютные координаты с предельной погрешностью 150...200м. В систему ГЛОНАСС искажения не вносятся, и любой пользователь может определить координаты своего местоположения с предельной погрешностью 20 м.

Приведем некоторые возможные классификации современных приемников.

Приемники, способные принимать:

C/A код;

C/A код + фазовые измерения на частоте  $L_1$ ;

C/A код + фазовые измерения на частотах  $L_1$  и  $L_2$

C/A код + P-код + фазовые измерения на частотах  $L_1$  и  $L_2$ .

В геодезии широкое применение нашли приемники, занимающие 2-ю и 3-ю позиции в приведенной выше классификации. Кроме того, по области применения приемники подразделяют на геодезические, навигационные, военные и приемники времени.[18]

В геодезических работах в основном используют приемники, способные производить фазовые измерения на частоте  $L_1$  или двух частотах

$L_1$  и  $L_2$ . Однако для определения поправок в часы приемника и обеспечения синхронной работы нескольких одновременно работающих приемников параллельно с фазовыми измерениями производят кодовые измерения с использованием C/A кода. По кодовым измерениям микропроцессор приемника автоматически вычисляет поправку и корректирует часы приемника с точностью  $1 \text{ мс} = 0,001 \text{ с}$ . Следовательно, несинхронность работы приемников, производящих измерения на различных пунктах, не превышает 2 мс. Основные блоки GPS приемника представлены на рис. 2.1.



Рис. 2.1. Структурная схема приемника: 1 — антенна с предусилителем; 2 — идентификатор сигналов и распределение частот по каналам; 3 — микропроцессор для управления работой приемника; 4 — расшифровка принятой информации, вычисление абсолютных координат и поправок в часы приемника, выполнение фазовых измерений; 5 — стабильный кварцевый генератор; 6 — дисплей и панель управления; 7 — блок памяти для записи и хранения информации; 8 — блок питания

Для того чтобы производить фазовые измерения на несущей частоте, необходимо произвести демодуляцию сигнала (очистить сигнал от модуляции).[6] Одним из способов демодуляции сигнала является квадратурование, т.е. умножение сигнала самого на себя.

Если модулированный сигнал

$$x = P(t) \sin \omega t, (2.1)$$

где  $P(t)$  — амплитуда сигнала, которая в определенные моменты времени принимает значения +1 или -1, то после возведения в квадрат этого сигнала амплитуда его изменяться не будет, но частота удвоится:

$$X^2 = P^2(t) \sin^2 \omega t = \frac{P^2}{2} (1 - \cos \omega t) (2.2)$$

В другом способе демодуляции сигнал разделяют на два, в одном из сигналов изменяют фазу на  $\pi/2$  и вновь сигналы складывают. В результате получают гармонический синусоидальный сигнал.

В настоящее время наибольшее распространение получили приемники одночастотные ( $L_1$ ) двенадцатиканальные и двухчастотные ( $L_1$  и  $L_2$ ) по 12 каналов на каждую частоту. Такими приемниками можно одновременно принимать сигналы от 12 спутников.[13]

Частота сигнала, принятая приемником, слишком высокая, чтобы на ней можно было производить высокоточные измерения, поэтому ее понижают путем вычитания из принятой частоты генератора приемника (эта операция называется гетеродинированием). Гетеродинирование производят в несколько этапов, но суммарная частота, которую вычитают из принятого сигнала, близка к частоте, излучаемой спутником. На выделенной разностной частоте производят фазовые измерения.

### **Счет 1 Счет 2**

Приемник принимает сигналы от нескольких спутников (как правило, не менее четырех) и фазовые измерения производятся по всем каналам одновременно. Рассмотрим принцип фазовых измерений в двух каналах (в остальных каналах принцип аналогичен) (рис. 2.2). На временных осях 1 и 2

показаны принятые сигналы  $E_1$  и  $E_2$  от двух различных спутников (после снятия с них модуляции). На временной оси 3 показана частота гетеродина (суммарная частота гетеродинирования) общая для всех спутниковых сигналов. На временных осях 4 и 5 представлен результат гетеродинирования (разностная частота)

$$\Delta f = f_g - f_s \quad (2.3)$$

где  $f_g$  и  $f_s$  — частоты генератора и сигнала соответственно.

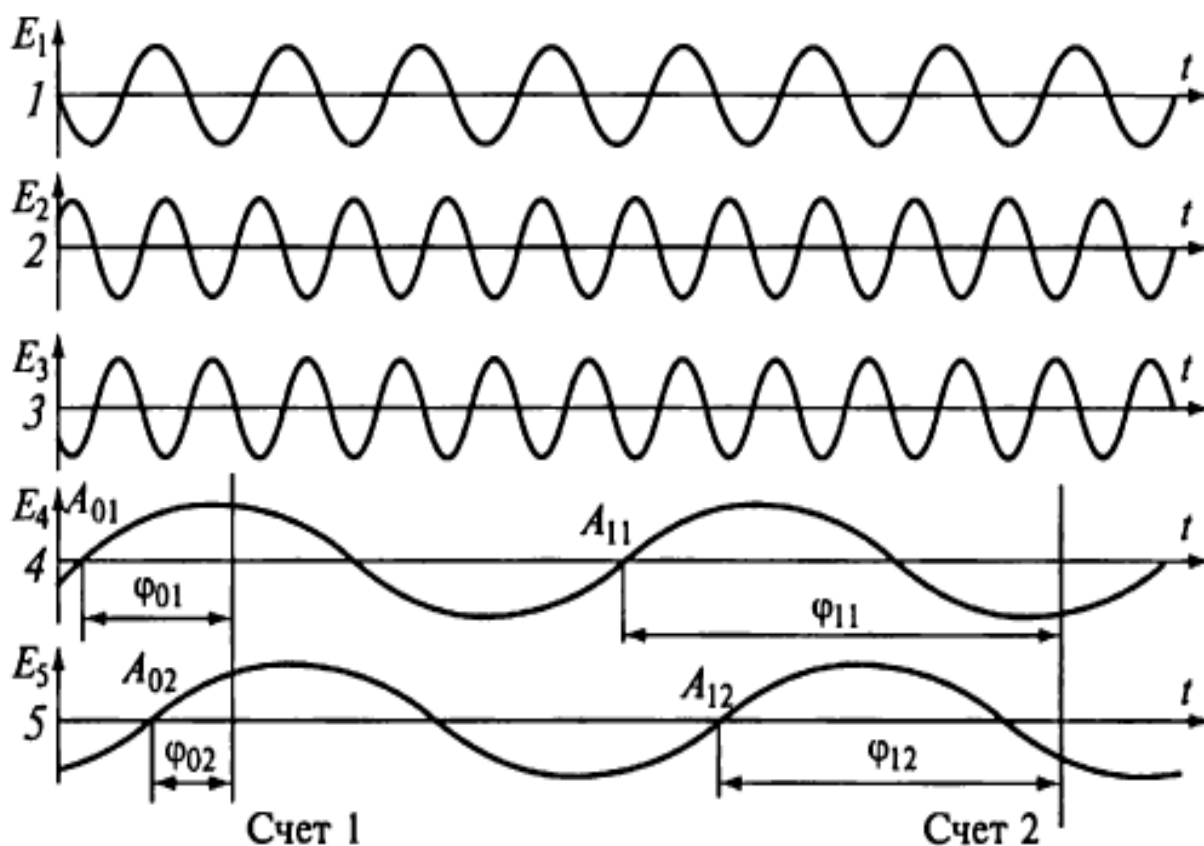


Рис. 2.2. Принцип фазовых измерений в двух каналах: 1...5 — временные оси

Если частота принятого сигнала меньше частоты гетеродина, результат фазовых измерений имеет знак «плюс»; если принятая частота больше частоты гетеродина — знак «минус».[12]

Начало фазовых измерений определяется точкой перехода разностного сигнала через ноль (команда «Старт»). Если в течение целого периода не поступила команда «Счет», то результат измерения обнуляется и счет

начинается вновь. Таким образом, при поступлении первой команды «Счет» записывается результат измерения от стартовых точек  $A_{01}$  и  $A_{02}$  (рис. 2.2) до команды «Счет 1»:  $\varphi_{01}$  и  $\varphi_{02}$ . При этом первый результат измерения по абсолютному значению всегда меньше единицы и составляет долю фазового цикла. При поступлении следующих команд «Счет» измеряются и заносятся в память число фазовых циклов и доли цикла от начальных точек  $A_{01}$ ,  $A_{02}$  до поступления очередной команды «Счет». Команды «Счет» поступают во все каналы одновременно.

Влияние погрешностей, свойственных спутниковым методам измерения, существенно уменьшается, если одновременно используется несколько приемников, установленных на определяемых пунктах, синхронно принимающих сигналы от одних и тех же спутников. В таком случае в разностях координат любой пары приемников все приведенные источники погрешностей будут существенно уменьшены. Разности координат по С/А кодовым измерениям, производившимся синхронно несколькими приемниками по одним и тем же спутникам, имеют среднюю квадратическую погрешность 0,3... 3,0 м. Разность координат, вычисленных по результатам фазовых измерений, характеризуется средней квадратической погрешностью  $0,5 \text{ см} + D \cdot 10^{-6}$ , где  $D$  — расстояние между приемниками. Основные источники погрешностей, сопровождающие спутниковые измерения, подразделяются на три группы.

При кодовых измерениях приемник принимает специальный сигнал, называемый кодом, который состоит из некоторого числа единичных сигналов, чередование которых для непосвященного человека воспринимается как случайный процесс. Такие сигналы называют псевдослучайными кодами. Каждый спутник NAVSTAR GPS излучает свой код, а спутники ГЛОНАСС используют единый код на все спутники. В памяти приемника хранятся все коды, по которым производится распознавание номера спутника (для NAVSTAR GPS), российские спутники распознаются по частоте излучения. В приемнике формируются точно такие

же коды, что и на спутниках. Сравнивая кодовые сигналы, принятые со спутников, с аналогичными сигналами, созданными в приемнике, решают две задачи:

псевдослучайная последовательность позволяет принимать сигналы малой мощности с помощью компактных антенн;

надежно регистрировать время приема кодового сигнала по часам приемника.

В связи с тем что часы приемника не столь стабильны, как часы на спутниках (часы приемника примерно в 1000000 раз менее стабильны, чем часы на спутнике), одновременно с координатами приемника ( $X_{\text{п}}$ ,  $Y_{\text{п}}$ ,  $Z_{\text{п}}$ ) определяется и поправка в часы приемника  $\delta t$ , всего четыре неизвестных.

Интервал времени между излучением сигнала на спутнике  $T_c$  и приемом его в приемнике  $T_{\text{п}}$ , умноженный на скорость распространения электромагнитных волн  $v$ , называют псевдодальностью, так как она содержит значительную погрешность часов приемника:

$$D' = (T_{\text{п}} - T_c)v. \quad (2.4)$$

Расстояние между спутником и приемником на момент измерения связано с результатами измерений следующим соотношением:

$$D + \delta t v = (T_{\text{п}} - T_c)v \quad (2.5)$$

или

$$\sqrt{(X_c - X_{\text{п}})^2 + (Y_c - Y_{\text{п}})^2 + (Z_c - Z_{\text{п}})^2} + \delta t v = (T_{\text{п}} - T_c)v. \quad (2.6)$$

Дальномерных измерений, которые решаются как пространственная линейная задача, должно быть минимум четыре.

При фазовых измерениях псевдослучайные коды не используются, а измерения выполняют на несущей частоте, которую освобождают от модуляции. В связи с тем что длина волны несущей частоты величина небольшая — 19 см, а точность измерения разности фаз составляет «1 %, то потенциальная точность фазовых измерений составляет 2 мм, а при длительных измерениях за счет осреднения эта точность в некоторых случаях может быть еще увеличена.[11]

В связи с тем что частота на спутнике не совпадает с частотой приемника, начальные фазы этих частот не совпадают, поэтому техническая реализация таких измерений довольно сложна.[8] Суть ее сводится к тому, что с нескольких спутников (обычно не менее четырех) принимают сигналы и подсчитывают число фазовых циклов принятых сигналов за единый интервал времени.

Составление результатов измерений фазовых циклов является основой для вычисления приращений координат пунктов, на которых были выполнены синхронные измерения.

### **2.3. Используемые приборы**

Выбор методики определений и аппаратуры обусловлены, главным образом, характером рельефа; сроками, установленными заказчиком и финансовыми возможностями. Для реализации установленной схемы создания геодезического обоснования объекте выполнения инженерно – геодезических работ и выполнении в последующем строительных работ, была использована спутниковая навигационная аппаратура фирмы Trimble 4600LS Surveyor. Ниже приведены ее основные характеристики.

Экономичный, полностью интегрированный прибор для GPS - съемок. Простой в обращении, высокопроизводительный прибор для создания опорных сетей, проведения топографических съемок и сбора данных для ГИС. Имеет возможность работы в режиме реального времени.

4600LS Surveyor™ является недорогим высокопроизводительным геодезическим GPS - инструментом для создания опорных сетей и проведения инженерно – геодезических работ - даже в реальном масштабе времени. Прибор не требует наличия прямой видимости между пунктами и способен работать днем и ночью при любой погоде. Приемник 4600LS может эффективно использоваться для проведения статических, быстростатических (L1 FasStatic) GPS - съемок на коротких и средних базисных линиях.

4600LS Surveyor имеет небольшие размеры и простей в обращении. GPS - приемник, антенна и батареи объединены в единый блок весом всего 1.7 кг. Для работы 4600LS не требуются внешние источники питания и дополнительные соединительные кабели. Наличие только одной клавиши управления и трех светодиодных индикаторов позволяет легко контролировать процесс выполнения съемки.[15]

4600LS - работает от батареек типа С (343-элементы). При съемках с постобработкой комплекта батареек хватает на 4 дня работы.

При создании опорных сетей приемник 4600LS устанавливается на штативе и включается одним нажатием кнопки. Для эффективного проведения топографических съемок 4600LS крепится на вешке и управляется с помощью дополнительно поставляемого портативного контроллера TSCI. Собранные в поле данные выгружаются через последовательный порт, который также служит и для подключения контроллера. Контроллер используется для настройки параметров работы приемника и ввода информации о пунктах. Приемник 4600LS создан для использования в экстремальных полевых условиях. Он работает в диапазоне температур от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+65^{\circ}\text{C}$ , полностью герметичен и не тонет в воде. Результаты съемки могут храниться во внутренней памяти приемника или контроллере.

Для обеспечения высокой точности и производительности 4600LS производит высококачественные измерения по фазе несущей и C/A коду на частоте L1 при выполнении статических, одночастотных быстростатических (L1 FastStatic) съемок, а также при съемках в реальном масштабе времени. 4600LS Surveyor может хранить данные более 64 часов измерений в режиме быстростатической съемки. Формат данных совместим с форматами других GPS -приемников фирмы Trimble.

При использовании в комплекте с высокоэффективным программным обеспечением для постобработки GPSurvey TM фирмы Trimble создание

опорных геодезических сетей может быть выполнено с субсантиметровой точностью при коротких сеансах наблюдений.

При работе в реальном масштабе времени (DGPS) через второй последовательный порт приемник 4600LS принимает дифференциальные поправки в формате RTCM, что позволяет получать координаты в реальном времени с ошибкой менее 1 метра. Возможна модернизация 4600LS для выполнения съемок в реальном времени (RTK), при которой обеспечивается сантиметровая точность координат непосредственно в момент наблюдений на пункте.

Для обеспечения субметровой точности в съемочных приложениях 4600LS объединяется с программой AssetSurveyor™ и продуктами серии Pathfinder фирмы Trimble. В этом случае он может использоваться для создания высокоточных сетей.

Приемник 4600LS Surveyor фирмы Trimble - крупнейшего в мире производителя GPS - продукции - является первым комбинированным геодезическим GPS - приемником, реально позволяющим объединить качество и удобство использования с высокой производительностью при вполне доступной цене.

### **Технические характеристики:**

Физические:

Размеры: 22.1 см (диаметр) x 11.8 см (высота)

Вес: 1.4 кг без батарей; 1.7 кг с батареями класса С

Встроенная память: 1 Мб

Электрические:

Электропитание: потребляемая мощность менее 1 Ватта 5В пост.тока от 4 батарей класса С (343 элементы); 9-20В пост. тока от внешних источников питания.

Батареи: более 32 часов работы от 4 щелочных батареек класса С (при номинальной температуре).

Индикаторы состояния:

Три светодиодных индикатора: питание, сбор данных и отслеживание спутников. Вкл./Выкл.: одна кнопка включения питания / запуска съемки.

Антенна: микрополосковая, объединена с приемником.

Интерфейс: два RS232 порта для подключения контроллера/накопителя данных или радиомодема (скорость передачи данных до 38400 бод).

#### **Условия эксплуатации:**

Температура:

рабочая: от -40 °С до +65 °С

хранения: от -55 °С до +75 °С

Влажность: 100%, полная герметизация, не тонет в воде.

#### **Ударопрочность:**

Выдерживает падение с 2-метровой высоты. Выполнение статической съемки:

#### **Режимы:**

Статика с быстрым стартом (Quick-StartStatic)

Быстрая одночастотная статика (LI FastStatic)

#### **Точность:**

В плане: 5 мм + 1 мм/км (при длине линии <10 км)

5 мм + 2 мм/км (при длине линии > 10 км)

По высоте: 10 мм + 2 мм/км по азимуту: 1'' + 5''/км

Подразумевается, что на всех пунктах непрерывно отслеживается как минимум 5 ИСЗ в соответствии с рекомендуемой методикой проведения одночастотных статических съемок. Точность съемки в режиме LI FastStatic является функцией продолжительности сеанса измерений и условий наблюдений на пунктах.

## **2.4 Программное обеспечение уравнивания геодезических сетей**

**TRIMNET Plus™.** В настоящее время появилась возможность объединить процедуры уравнивания, используя как OP8 измерения, так и традиционные

(оптические) измерения, а также ортометрические высоты. Все это позволяет делать расширенная версия универсального программного обеспечения уравнивания сети, которая была разработана фирмой Trimble.

Имея программное обеспечение TRIMNET Plus, можно произвести совместную обработку GPS измерений, традиционных измерений, включая наблюдения угловых величин, разности высот с целью осуществления окончательного уравнивания сети или отдельного уравнивания, используя отдельно каждый из видов приведенных измерений. В результате можно получить выполненные отдельно или совместно процедуры уравнивания сети по ортометрической высоте и высоте над эллипсоидом. Кроме того, использование программного обеспечения TRIMNET Plus позволяет производить одновременную настройку нескольких сетей.

Анализ как GPS, так и традиционных оптических измерений, а также автоматического вычисления координат, становится быстрее и проще за счет использования программного обеспечения TRIMNET Plus. При расчете сетей можно использовать различные комбинации систем координат (ECEF Декартовых, эллипсоидальных и плановых картографических проекций). Кроме того, пользователь может задать собственную систему отсчета.

При комбинировании GPS измерений, модели геоида и данных традиционной съемки, программное обеспечение TRIMNET Plus производит уравнивание ортометрических высот с точностью заявленных ошибок. Это дает пользователю наиболее точный метод определения значений высот с помощью GPS. Если не используется модель геоида, то в результате комбинирования традиционных и GPS измерений получаются оценки отличия геоида от выбранной модели.

С помощью программного обеспечения TRIMNET Plus можно выполнить уравнивание традиционных измерений на станции, обеспечивая ввод необработанных данных с клавиатуры или из файлов, записанных в накопителе данных.

Таким образом, после решения ряда задач (от начального планирования работ до организации базы данных) с помощью универсального программного пакета TRIMVEC Plus, выполняется построение и окончательное уравнивание сети, используя TRIMNET Plus и комбинируя результаты GPS и традиционных измерений, а также модель геоида.

Характеристики.

Программное обеспечение TRIMNET Plus представляет собой:

- Эффективное и простое в использовании средство, обладающее всеми возможностями, необходимыми для полного завершения процедуры уравнивания геодезической сети;
- Управляемое с помощью системы меню, ПО имеет на выходе информацию, представленную в графической форме;
- Производит автоматическое и непосредственное считывание выходных файлов, обработанных с помощью TRIMVEC Plus;
- Обеспечивает три режима уравнивание сети - для данных, полученных с помощью GPS измерений, традиционных измерений и комбинированных измерений;
- Обеспечивает механизм считывания файлов, загруженных в накопитель данных в процессе проведения традиционных съемок и представленных в DCO формате;
- Считывает и использует файлы Geoid 90 Ъ Geoid 91 для выполнения наиболее точных процедур уравнивания;
- Предоставляет пользователю возможность вводить в процессе уравнивания геодезические, государственные плоские и местные, заданные пользователем координаты, а также определять наиболее удобную выходную систему координат;
- Задаваемые пользователем единицы линейных измерений, включая метр, US Геодезический фут, международный фут и другие единицы измерения, удовлетворяющие требованиям заказчика;

- Выходные данные поступают непосредственно на графопостроитель, обеспечивая формирование изображения сети с наложенными на него эллипсами ошибок по каждой станции;
- Представление выходной информации в системе плоских координат: дистанция на плоскости, дирекционный угол, масштабный коэффициент и др.;
- Представление выходной информации в системе геодезических координат: геодезическая дальность, геодезический азимут, разность между эллипсоидальной и ортометрической высотами;
- Настройка больших геодезических сетей, состоящих из более, чем 32 000 точек;
- Возможность преобразования позволяют определить сдвиг местной системы отсчета при переходе от проекта к проекту или определить местную систему отсчета, уравнивание в которой уже было произведено.

#### GPSurvey™ 2.0

В некоторых случаях, когда территория съемки значительна, используют и другой вариант программного обеспечения. Программное обеспечение для GPS съемки, работающее в среде Windows. GPSurvey является наиболее популярным в мире программным обеспечением для постобработки данных и управления проектом съемки. GPSurvey 2.0 позволяет осуществить целый комплекс задач: спланировать GPS съемку; выгрузить данные из геодезических приемников фирмы Trimble, геодезических контроллеров TDC1 и других накопителей данных; обработать одночастотные или двухчастотные GPS данные, полученные в результате выполнения статических, быстрых статических съемок; просмотреть и проанализировать результаты; выполнить тщательное уравнивание сети; экспортировать уравненные координаты;

Модуль уравнивания сети TRIMNET Plus обеспечивает совместное уравнивание результатов традиционных геодезических измерений и GPS

данных, включая данные, полученные из постобработки или в реальном масштабе времени. [ 5 ]

В самом сердце GPSurvey находится WAVE - процессор обработки базисных линий. Он открывает пользователям возможность для значительного повышения производительности полевых работ. Во - первых, процессор WAVE способен получать надежные результаты для длинных базисных линий и для различных условий на пунктах. Во - вторых, геодезисты в поле имеют полную свободу действий, поскольку WAVE обрабатывает вместе и автоматически все типы GPS данных - результаты статических, быстростатических съемок. Спроектированный геодезистами и разработанный профессиональными программистами, GPSurvey прост в использовании. Он имеет графический MicrosoftWindows интерфейс пользователя, интуитивное управление, а также тщательно разработанный набор установочных параметров по умолчанию. Наличие единой базы данных и полностью интегрированных модулей облегчает переключение между различными задачами. Для опытного пользователя GPSurvey предоставляет широкий выбор параметров управления.

В состав GPSurvey 2.0 стандартно входит модуль для импорта и экспорта данных в RINEX формате. Составление отчетов по проекту возможно в предварительно заданных ASC11 форматах, в ASC11 форматах, заданных пользователем, а также в формате DXF. Дополнительная утилита преобразования координат дает возможность выполнять трансформацию независимо от уравнивания сети.

GPSurvey может поставляться в различных конфигурациях. Программные пакеты для обработки одночастотных или двухчастотных данных поставляются с одной или двумя лицензиями. Вариант GPSurvey, предназначенный для поддержки работы в реальном масштабе времени, обеспечивает загрузку, просмотр и уравнивание данных, полученных при выполнении съемок в реальном времени.

Кроме того, компоненты GPSurvey могут поставляться в отдельности. Модуль GPSurveyManager позволяет осуществлять планирование, загрузку данных, просмотр сети, а также преобразования координат. Опции обработки базисных линий выполняют обработку результатов одночастотной (L1) статической съемки, двухчастотной (L1/L2) быстрой статической съемки, а также кинематической съемки с ОТР инициализацией. Модуль TRIMNET Plus, поставляемый как программа уравнивания сети, может также поставляться отдельно в дополнение к GPSurveyManager.

Программное обеспечение GPSurvey разработано фирмой Trimble, самым крупным мировым производителем геодезической GPS аппаратуры, а также лидирующим экспертом в области применения GPS для геодезических работ.

#### **Общие характеристики.**

Программное обеспечение для постобработки GPS данных и управления проектом съемки состоит из модулей, работающих на IBM совместимых персональных компьютерах в операционной среде Windows, и позволяющих осуществлять:

- Планирование работ;
- Выгрузку и передачу данных;
- Обработку результатов наблюдений;
- Уравнивание сети;
- Графический анализ данных и результатов обработки;
- Составление отчетов по проекту;
- Преобразования координат и экспорт данных.

#### **Требования к компьютеру:**

- IBM - совместимый ПК с процессором intelPentium (рекомендуется процессор intelPentiumII и выше), математическим сопроцессором, 128Мб ОЗУ (минимум), 20Мб свободного места на диске для инсталляции OP8.EXE, совместимый с Windows манипулятор "мышь", Windows версии 98 или выше, DOS версии 6,22 или выше.[7]

## Интерфейс пользователя:

- Графические значки;
- Управление с помощью манипулятора "мышь";
- Система падающих меню;
- Общая база данных проекта, доступная для любого модуля;
- Всеобъемлющая система оперативной справки;
- Интегрированная система справочной информации;
- Задаваемые пользователем параметры обработки, включая выбор используемых спутников, маски возвышения, время начала и окончания наблюдений, пределов для отбраковки.

После проведения инженерно – геодезических работ на объекте строительства инженерных коммуникаций получены следующие данные (табл.2.2, 2.3 ).

Таблица 2.2  
Сообщение программы обработки(фрагмент)

```
report
**** SSF/SSK Solution Output Files For Selected Baselines ****
.ssf/.ssk      From Station  To Station    Solution      Slope         Ratio  Referenc
  Output File  Short Name    Short Name    Type           Type          Ratio  Variance
O0002432.ssf  Base1         Base 2        LI float       7566.560      35.3   21.661
O0002364.ssf  Base1         Base 2        LI fixed       7566.546      10.5   6.191
O0002360.ssf  Base1         Base C        LI fixed       8079.281      10.5   2.615
O0002340.ssf  Base1         Base C        LI fixed       8079.281      10.5   2.615
O0002436.ssf  Base1         Base C        LI float       8079.120      16.151
000023 88.ssf  Base 2        Base C        LI fixed       7247.105      1.9    8.871
O0002428.ssf  Base 2        Base C        LI fixed       7247.094      1.5    6.306
O0002468.ssf  Base 2        Base C        LI fixed       7247.093      4.9    10.517
O0002440.ssf  Base 2        Rp-03        LI fixed       3865.542      5.9    6.964
O0002444.ssf  Base 2        Rp-03        LI fixed       3865.534      1.6    7.186
O0002448.ssf  Base 2        Rp-03        LI fixed       3865.529      14.0   2.971
O0002452.ssf  Base 2        Rp-03        LI fixed       3865.531      4.9    7.311
O0002456.ssf  Base 2        Rp-03        LI fixed       3865.525      2.0    8.344
O0002392.ssf  Base C        Rp-02        LI fixed       4655.991      5.6    4.292
O0002420.ssf  Base C        Rp-02        LI fixed       4655.963      12.5   3.623
O0002404.ssf  Rp-01         Base 2        LI fixed       5057.322      6.6    5.649
O0002408.ssf  Rp-01         Base C        LI fixed       4264.968      5.5    8.356
O0002396.ssf  Rp-02         Base 2        LI fixed       4260.977      2.1    9.251
O0002424.ssf  Rp-02         Base 2        LI fixed       4260.990      6.4    7.019
O0002344.ssf  Rp-02         Rp-01        LI fixed       818.086      4.1    0.821
O0002368.ssf  Rp-02         Rp-01        LI fixed       818.086      4.1    0.821
O0002472.ssf  Rp-02         Rp-04        LI fixed       1164.810      2.3    0.905
O0002460.ssf  Rp-03         Base C        LI float       5179.826      3.545
O0002464.ssf  Rp-03         Base C        LI fixed       5179.684      9.0    5.347
O0002480.ssf  Rp-03         Rp-01        LI fixed       1353.747      10.5   1.001
O0002348.ssf  Rp-03         Rp-04        LI fixed       1210.151      18.1   0.976
O0002372.ssf  Rp-03         Rp-04        LI fixed       1210.151      18.1   0.976
```

|                |       |        |          |          |      |       |
|----------------|-------|--------|----------|----------|------|-------|
| O0002412.ssf   | Rp-04 | Base 2 | LI fixed | 5012.204 | 5.9  | 3.763 |
| O0002384.ssf   | Rp-04 | Base C | LI fixed | 5436.059 | 5.2  | 2.729 |
| 000024 16.ssf  | Rp-04 | Base C | LI fixed | 5436.041 | 34.5 | 6.563 |
| O0002400.ssf   | Rp-04 | Rp-01  | LI fixed | 1172.376 | 12.3 | 0.737 |
| O0002356.ssf   | Rp-07 | Rp-01  | LI fixed | 783.162  | 6.1  | 2.313 |
| 000023 SO.ssf  | Rp-07 | Rp-01  | LI fixed | 783.162  | 6.1  | 2.313 |
| 00002476. ssf  | Rp-07 | Rp-03  | LI fixed | 789.006  | 6.0  | 2.529 |
| O0002352.ssf   | Rp-07 | Rp-04  | LI fixed | 581.019  | 4.7  | 3.457 |
| 000023 76. ssf | Rp-07 | Rp-04  | LI fixed | 581.019  | 4.7  | 3.457 |

End of Report

redund.txt

| East  | From Station | Delta N | Delta E | Delta U | To Station | ID   | SSF File | North | BPC Comment |
|---|--------------|---------|---------|---------|------------|------|----------|-------|-------------|
|   | Up           |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base C       |         |         |         | Base 2     |      |          |       | -7562.0637  |
|   | -258.4196    |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | -35.1682     | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 2435       |      |          |       |             |
| Solutions Imported from SSF Files 28-10-05 03:31:45 |              |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base C       |         |         |         | Base 2     |      |          |       | -7562.0429  |
|   | -258.6049    |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | -35.2589     | -0.0208 | 0.1853  | 0.0906  | 2367       |      |          |       |             |
| Solutions Imported from SSF Files 28-10-05 03:31:45 |              |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base C       |         |         |         | Base 1     |      |          |       | -4397.0472  |
|   | 6777.7670    |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | 5.2641       | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 2439       |      |          |       |             |
| Solutions Imported from SSF Files 28-10-05 03:31:45 |              |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base C       |         |         |         | Base 1     |      |          |       | -4397.0625  |
|   | 6777.9494    | 5.3162  | 0.0154  | 0.1824  | -0.0521    | 2363 |          |       |             |
| Solutions Imported from SSF Files 28-10-05 03:31:45 |              |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base C       |         |         |         | Base 1     |      |          |       | -4397.0625  |
|   | 6777.9494    | 5.3162  | 0.0154  | 0.1824  | -0.0521    | 2343 |          |       |             |
| Solutions Imported from SSF Files 28-10-05 03:31:45 |              |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base 2       |         |         |         | Base 1     |      |          |       | 3164.7060   |
|   | 6519.4814    |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | 37.0802      | 0.0000  | 0.0000  | 0.0000  | 2431       |      |          |       |             |
| Solutions Imported from SSF Files 28-10-05 03:31:45 |              |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base 2       |         |         |         | Base 1     |      |          |       | 3164.7181   |
|   | 6519.4874    |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | 37.0611      | -0.0121 | 0.0059  | 0.0190  | 2391       |      |          |       |             |
| Solutions Imported from SSF Files 28-10-05 03:31:45 |              |         |         |         |            |      |          |       |             |
|   | Base 2       |         |         |         | Base 1     |      |          |       | 3164.6928   |

6519.4871  
 37.0141 0.0132 0.0057 0.0661 2471

Таблица 2.3.

Координаты точек измеренные с использованием GPS приёмника и точность их определения

| № точки                        | координаты |             | ошибки |
|--------------------------------|------------|-------------|--------|
| <b>СГС-0</b><br><b>Ташкент</b> | X          | 6155996.995 | 0.003  |
|                                | Y          | 217842.670  | 0.003  |
|                                | H          | 124.140     | 0.006  |
| <b>СГС-0</b><br><b>Ургенч</b>  | X          | 6156759.621 | 0.008  |
|                                | Y          | 218354.919  | 0.004  |
|                                | H          | 131.454     | 0.014  |
| СГС-1<br>Бухара                | X          | 6156745.057 | 0.001  |
|                                | Y          | 218311.510  | 0.001  |
|                                | H          | 131.126     | 0.004  |
| СГС-1<br>Караул-<br>базар      | X          | 6158660.593 | 0.003  |
|                                | Y          | 218038.396  | 0.003  |
|                                | H          | 118.038     | 0.010  |
| СГС-1<br>Газли                 | X          | 6158624.369 | 0.003  |
|                                | Y          | 217979.607  | 0.004  |
|                                | H          | 119.186     | 0.013  |
| СГС-1<br>Ромитан               | X          | 6158621.175 | 0.001  |
|                                | Y          | 217984.308  | 0.002  |
|                                | H          | 119.176     | 0.010  |
| СГС-1<br>Каган                 | X          | 6158612.179 | 0.004  |
|                                | Y          | 218058.471  | 0.006  |
|                                | H          | 118.979     | 0.012  |
| СГС-1<br>Каракуль              | X          | 6158613.355 | 0.098  |
|                                | Y          | 218064.423  | 0.116  |
|                                | H          | 118.577     | 0.130  |
| СГС-1<br>Алат                  | X          | 6158617.471 | 0.010  |
|                                | Y          | 218067.430  | 0.008  |
|                                | H          | 119.081     | 0.025  |
| СГС-1<br>Гиждуван              | X          | 6158624.240 | 0.234  |
|                                | Y          | 218075.890  | 0.156  |
|                                | H          | 162.187     | 0.321  |
| СГС-1<br>Жондор                | X          | 6158627.523 | 0.009  |
|                                | Y          | 218048.673  | 0.012  |

|                    |   |             |       |
|--------------------|---|-------------|-------|
|                    | Н | 120.138     | 0.021 |
| СГС-1<br>Шафиркант | Х | 6158768.129 | 0.002 |
|                    | Ү | 218247.920  | 0.004 |
|                    | Н | 125.125     | 0.005 |
| СГС-1<br>Янгибазар | Х | 6159090.223 | 0.003 |
|                    | Ү | 217905.211  | 0.004 |
|                    | Н | 125.858     | 0.014 |
| СГС-1<br>Каган     | Х | 6159068.109 | 0.010 |
|                    | Ү | 217962.410  | 0.006 |
|                    | Н | 125.807     | 0.017 |
| СГС-1<br>Галаасия  | Х | 6159053.257 | 0.002 |
|                    | Ү | 217993.165  | 0.006 |
|                    | Н | 125.306     | 0.031 |
| СГС-1<br>Вабкент   | Х | 6156635.332 | 0.032 |
|                    | Ү | 218201.444  | 0.030 |
|                    | Н | 129838      | 0.024 |

### **ГЛАВА 3. ОХРАНА ТРУДА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.**

Охрана труда - система законодательных актов, социально-экономических, организационных, технических, гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий и средств, предусматривающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Одна из основных обязанностей администрации — обеспечить надлежащее техническое оборудование рабочих мест и создать условия, соответствующие правилам и нормам по охране труда (технике безопасности, производственной санитарии, электробезопасности и другим правилам). Особая ответственность ложится на администрацию по обеспечению здоровых условий труда при выполнении полевых топографо-геодезических работ, которые характеризуются специфическими особенностями: большим разнообразием физико-географических условий местности; проживанием в полевых условиях; обще-котловым питанием; проведением работ и постоянным перемещением отдельных производственных подразделений небольшим составом; нахождение их на открытом воздухе, зачастую в неблагоприятных и суровых климатических условиях, а в отдельных случаях в районах распространения инфекционных заболеваний, малообжитых и труднопроходимых местностях; организация переправ и движения через водные препятствия и по опасным участкам местности; отсутствием скорой медицинской помощи и др.

До начала работ в городах, населенных пунктах, на территориях промышленных объектов и объектов специального назначения, по линиям железных дорог и автомагистралей, в лесах и т. д. необходимо получить в органах, ведающих данной территорией, разрешение на право производства работ и согласовать требования по безопасности, предъявляемые местными организациями к проведению планируемых топографо-геодезических работ[4].

Кабинет Министров Республики Узбекистан совместно с Советом Федерации профсоюзов Узбекистана устанавливают уровни требований необходимые для обеспечения безопасности труда на производстве, путем разработки и принятия научно обоснованных стандартов, правил и норм охраны труда, окружающей среды, а также разрабатывают по согласованию с профсоюзами и финансируют республиканские целевые программы по улучшению условий труда, предупреждению производственного травматизма, профессиональных заболеваний и контролируют их выполнение.

Министерства и ведомства по согласованию с соответствующими профсоюзными организациями разрабатывают и финансируют отраслевые программы по улучшению условий труда.

Администрация предприятия, собственных либо уполномоченный им орган управления обеспечивает на предприятии выполнение требований стандартов, правил и норм по охране труда, а также обязательств, предусмотренным коллективным договором.

Работники предприятия обязаны соблюдать требования правил и норм по охране труда, установленные соответствующими законодательными и нормативными актами республики, коллективными договорами.

Общее руководство по охране труда осуществляется по отраслям народного хозяйства комитетами, министерствами и ведомствами.

Основным направлением работы по охране труда министерства, ведомства является постоянное совершенствование организации работы по созданию здоровых и безопасных условий труда работающих, предупреждению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

С этой целью министерством, ведомством создается и постоянно совершенствуется служба охраны труда и нормативная документация по охране труда. Проводится анализ причин несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний. На основании такого

анализа разрабатываются мероприятия по предупреждению травматизма. Разрабатываются и утверждаются комплексный план улучшения условий, охраны труда и санитарно-оздоровительных мероприятий; целевая комплексная программа по сокращению применения ручного труда; план мероприятий по механизации ручных работ и дальнейшему оздоровлению условий труда женщин и подростков в целом по отрасли.

Вся работа проводится совместно с центральными отраслевыми комитетами профсоюза. Наиболее важные и актуальные вопросы рассматриваются на совместных заседаниях коллегий министерства, ведомства и центрального комитета профсоюза. Разработанные мероприятия проводятся в жизнь приказом руководителя министерства, ведомства.

Министерства и ведомства изучают, обобщают и распространяют передовой опыт по охране труда по подчиненным предприятиям.

Для решения вопросов, требующих научной разработки, привлекаются научно-исследовательские и проектно-конструкторские организации, а также ведущие специалисты.

Кроме этого, в соответствии с законодательством министерства, ведомства осуществляют внутриведомственный контроль за соблюдением законодательства и правил по охране труда и технике безопасности в отношении подчиненных им предприятий.

Финансирование охраны труда осуществляется государством, а также за счет добровольных взносов общественных объединений и предприятий независимо от форм собственности.

Бюджетные ассигнования на охрану труда (республиканские и местные), выделяемые в соответствующих бюджетах отдельной строкой, используются для содержания органов управления, надзора и контроля, финансирования научно-исследовательских работ, выполнения государственных целевых программ по охране труда.

Каждое предприятие выделяет на охрану труда необходимые средства в размере, определяемом коллективным договором. Работники предприятий не несут каких-либо дополнительных расходов на эти цели.

Предприятия вправе создавать централизованные фонды по охране труда за счет прибыли (доходов) от их хозяйственной, коммерческой, внешнеэкономической и иной деятельности, а также других источников.

Средства на охрану труда не могут быть использованы на иные цели.

Порядок образования и использования фондов определяется Кабинетом Министров Республики Узбекистан с участием Совета Федерации профсоюзов Узбекистана.

Министерства, ведомства, концерны, ассоциации и другие хозяйственные органы координируют работу по охране труда в соответствии с утвержденными ими положениями по согласованию с Центральным (республиканским) комитетом профсоюзов.

На предприятиях с численностью работающих 50 и более человек создаются службы (вводятся должности) по охране труда из числа лиц имеющих специальную подготовку, а насчитывающих 50 и более транспортных, кроме того, создаются службы (вводятся должности) по безопасности дорожного движения. На предприятиях с меньшей численностью работающих и количеством транспортных средств выполнение функций службы по охране труда возлагается на одного из руководителей.

Службы охраны труда и безопасности дорожного движения работают по положениям, согласованным с профсоюзным комитетом, и по своему статусу приравниваются к основным службам предприятия и подчиняются его руководителю.

Специалисты служб охраны труда имеют право контролировать соблюдение всеми работниками правил и норм по охране труда, выдавать руководителям структурных подразделений обязательные для исполнения предписания об устранении выявленных нарушений, а также вносить

представления руководителям предприятий о привлечении к ответственности лиц, нарушающих законодательство об охране труда.

Специалисты служб охраны труда и безопасности дорожного движения не могут привлекаться к выполнению работ, не относящихся к их должностным обязанностям.

Службы охраны труда и безопасности дорожного движения ликвидируются только в случае прекращения деятельности предприятия.

Основными обязанностями работников службы охраны труда являются:

1. организация обеспечения своевременного проведения обучения и инструктажей по технике безопасности, осуществление контроля за их качеством, а также наличием у работающих соответствующих удостоверений на право ведения работ;
2. организация пропаганды по соблюдению требований охраны труда, техники безопасности и производственной санитарии, а также обеспечение подразделений необходимыми инструкциями, плакатами, литературой и др.;
3. осуществление контроля за соблюдением требований и норм по охране труда, технике безопасности, пожарной безопасности и электробезопасности, промышленной санитарии, а также своевременное предоставление трудящимся льгот по охране труда и обеспечение их лечебно-профилактическим питанием, спецмолоком и др.

Работники службы охраны труда и техники безопасности имеют право:

4. беспрепятственно посещать подчиненные подразделения, осматривать производственные, служебные и бытовые помещения, знакомиться с отчетами, материалами расследований несчастных случаев и другой документацией по охране труда и технике безопасности;
5. запрещать эксплуатацию технологического и вспомогательного оборудования, производство работ на отдельных участках и процессах, транспортных и грузоподъемных средств и механизмов и другое, если это угрожает жизни или здоровью работающих, с обязательным уведомлением об этом руководителя или главного инженера предприятия;

6. привлекать по согласованию с руководством подразделения соответствующих специалистов технических служб или других подразделений к проверкам состояния охраны труда; запрашивать и получать от подчиненных подразделений материалы по охране труда и технике безопасности, а также требовать от лиц, допустивших нарушения требований безопасных и здоровых условий труда, письменных объяснений;

Большое место в системе мероприятий отводится составлению проектов безопасной организации полевых работ по экспедиции, полевым партиям и бригадам, независимо от района и видов работ.

Первоначальные проекты безопасной организации полевых работ, разрабатываемые руководителями бригад, являются затем составной частью проектов организации безопасных работ партий, экспедиции и отображают следующие основные вопросы: даты начала, окончания и порядок ликвидации полевых работ, описание особенностей участков и условий труда на закрепленном объекте, влияющих на сложность и организацию работ; планируемые мероприятия по охране труда; количество бригадо-месяцев, необходимое для выполнения производственного задания по нормам с учетом производительности труда, и другие вопросы производственной деятельности.

При составлении проекта вычерчивается в произвольном масштабе схема работ, а в необходимых случаях схема безопасного передвижения по сложному участку с указанием мест и сроков переправ через водные препятствия; элементы местности, отрицательно влияющие на организацию работ, маршрут движения по участку работ; базы и склады.

Последующим этапом проводимой работы является составление календарного плана мероприятий по технике безопасности, который должен предусматривать: даты прохождения работниками подразделений медицинского освидетельствования; проведение профилактических прививок, обучения и инструктажей по технике безопасности; получения

необходимого снаряжения и оборудования для обеспечения безопасного ведения работ, продуктов питания; составление актов готовности бригад и автотранспорта, выделяемого для производства полевых работ.

Подготовленные рабочие проекты по безопасности организации полевых работ представляются на рассмотрение и заключение в специальную комиссию экспедиции, которая назначается ежегодно приказом по экспедиции.

Завершающим этапом подготовки к полевым работам является рабочий проект по безопасной организации работ экспедиции, который должен состоять из рабочих проектов полевых партий и бригад. К проекту экспедиции прикладываются объяснительная записка, обзорная схема, план и график оргтехмероприятий по подготовке к полевым работам. Защита проекта организации работ экспедиции производится в центральной комиссии предприятия, которая рассматривает эти вопросы по утвержденному графику.

В соответствии с требованиями предусматривается обучение работающих безопасности труда проводить на всех предприятиях, независимо от характера и степени опасности производства.

Лиц, входящих в состав комплексных бригад, обучают безопасным методам труда в полном объеме по их основной и совмещаемой профессиям. Общее руководство и организация обучения по предприятию возлагается на руководителя предприятия, а в подразделениях — на руководителя подразделения.

Контроль за своевременностью и качеством обучения работающих безопасности труда в подразделениях предприятия осуществляет отдел (бюро, инженер) охраны труда (техники безопасности) или инженерно-технический работник, на которого возложены эти обязанности приказом руководителя предприятия.

По характеру и времени проведения инструктаж работающих подразделяется на:

1. вводный;
2. первичный на рабочем месте;
3. повторный;
4. внеплановый;
5. текущий.

Вводный инструктаж проводят со всеми принимаемыми на работу, независимо от их образования, стажа работы по данной профессии или должности, а также с командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятие, переводимыми из одного подразделения в другое, командированными, учащимися и студентами, прибывшими на производственное обучение или практику, с работниками, выполняющими новую для них работу, а также со строителями при выполнении строительно-монтажных работ на территории действующего предприятия. Первичный инструктаж на рабочем месте проводят с каждым работником с практическим показом безопасных приемов и методов труда.

Все рабочие после первичного инструктажа на рабочем месте и проверки знаний в течение 2-5 смен (в зависимости от стажа, опыта и характера работы) выполняют работу под наблюдением мастера или бригадира, после чего оформляется допуск их к самостоятельной работе. Допуск к самостоятельной работе фиксируется датой и подписью инструктирующего в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте (личной карточке инструктажа).

Повторный инструктаж проходят все работающие независимо от квалификации, образования и стажа работы не реже, чем через шесть месяцев.

Повторный инструктаж проводят с целью проверки и повышения уровня знаний правил и инструкций по охране труда индивидуально или с

группой работников одной профессии по программе инструктажа на рабочем месте.

Внеплановый инструктаж проводят при:

1. изменении правил по охране труда;
2. изменении технологического процесса, замене или модернизации оборудования, приспособлений и инструмента, исходного сырья, материалов и других факторов, влияющих на безопасность труда;
3. нарушении работниками требований безопасности труда, которые могут привести или привели к травме, аварии, взрыву или пожару;
4. перерывах в работе: для работ, к которым предъявляются дополнительные (повышенные) требования безопасности труда, — более чем на 30 календарных дней, а для остальных работ — 60 дней.

Внеплановый инструктаж проводят индивидуально или с группой работников одной профессии в объеме первичного инструктажа на рабочем месте.

Текущий инструктаж проводят с работниками перед производством работ, на которые оформляется наряд-допуск. Проведение текущего инструктажа фиксируют в наряде-допуске на производство работ.

О проведении первичного, повторного и внепланового инструктажа на рабочем месте лицо, проводившее инструктаж, делает запись в журнале регистрации инструктажа на рабочем месте (в личной карточке инструктажа) с подписью инструктируемого и инструктирующего. При регистрации внепланового инструктажа указывают причину, вызвавшую его проведение.

Дальнейшее повышение рабочими уровня знаний по безопасности труда осуществляют:

1. на курсах повышения квалификации;
2. на курсах по безопасности труда.

Повышение знаний инженерно-технических работников

по безопасности труда осуществляется ими при повышении квалификации:

1. на специальных курсах (семинарах) по охране труда;

2. в институтах повышения квалификации;
3. на курсах при научно-исследовательских институтах и предприятиях;
4. на факультетах и курсах повышения квалификации при высших учебных заведениях.

По окончании обучения инженерно-технических работников в институтах, на факультетах и курсах повышения квалификации должна быть предусмотрена проверка знаний по охране труда.

При производстве топографических работ следует уделять большое внимание вопросам охраны природы. При этом необходимо стремиться к максимальной сохранности лесных и пахотных земель, пастбищ и других сельскохозяйственных угодий. Прокладку опорных ходов нужно выполнять по возможности вдоль дорог и троп, располагая центры и реперы в местах отсутствия лесонасаждений и сельскохозяйственных культур. При передвижении транспорта необходимо свести к минимуму повреждение ценных угодий и проведение лесных вырубок; с этой целью следует стремиться к более широкому использованию аэрогеодезических методов измерений. При развитии съёмочного обоснования нужно по возможности использовать естественные контуры и местные объекты для размещения опорных точек, чтобы исключить нанесение ущерба природе.

При выполнении работ в населенных пунктах запрещается производить измерения на газонах, в огородах и других местах искусственных насаждений, рубить деревья и кустарники, ломать ветки. Нельзя засорять территорию и водоемы бытовыми отходами, выбрасывать бумагу, упаковочные материалы, банки, бутылки и т. п.; они должны быть сложены в ящики и контейнеры для сбора мусора. При работе в парках и скверах запрещается повреждать многолетние и однолетние насаждения.

В процессе работы необходимо предпринимать меры, исключая загрязнение водных источников и окружающей среды, сохранять и охранять леса, торфяники и сельскохозяйственные посевы от пожаров. Правилами пожарной безопасности запрещается разводить костры возле нефтепродуктов и других легковоспламеняющихся веществ, вблизи деревьев, кустарников и спелых посевов,

в местах с подсохшей травой, на торфяниках. Костры следует окапывать канавой и тщательно гасить, засыпая песком, землей или заливая водой. Нельзя бросать на землю горящие спички и тлеющие окурки в сухом лесу или на лугу с высохшей травой. Работники полевых партий в случае обнаружения очага пожара вблизи места их работы должны немедленно принять меры по быстрейшей его ликвидации.

Каждый работающий, заметивший опасность, угрожающую людям, сооружениям и имуществу, обязан принять неотложные меры для ее устранения и немедленно сообщить об этом своему непосредственному руководителю. Руководитель работ обязан принять меры к устранению опасности, при невозможности устранения - прекратить работы, вывести работающих в безопасное место и поставить в известность старшего по должности.

Запрещается проведение полевых топографо-геодезических работ в необжитой местности в одиночку или малыми группами менее трех человек. При выполнении производственного задания группой работников в составе двух и более человек один из них должен быть назначен старшим, ответственным за безопасное ведение работ, распоряжения которого для всех членов группы являются обязательными.

Перед началом работ необходимо ознакомиться с техническим процессом предстоящей работы, с применяемой при сборке технологической оснасткой и другими мерами, необходимыми для безопасного ведения топографо-геодезических работ на объекте.

В журналах по технике безопасности, имеющих у заказчика, должна быть отметка о прохождении инструктажа, который производит ответственный представитель заказчика.

При обнаружении недостатков в организации рабочего места, неисправностей защитных средств и предохранительных приспособлений необходимо поставить в известность начальника

объекта или другое ответственное лицо (прораба, мастера) и к работе не приступать, пока обнаруженные недостатки не будут устранены.

Все работники, выполняющие топографо-геодезические работы на строительных объектах, на монтаже оборудования, обеспечиваются дополнительно защитными касками, предохранительными поясами и в необходимых случаях диэлектрическими резиновыми ботами и перчатками[4].

При работах, производимых вблизи токоведущих частей, находящихся под напряжением, рекомендуется применять предохранительный пояс со стропой из ремня, капронового фала или хлопчатобумажной веревки.

При осмотре рабочего места (лесов и подмостей) следует обращать внимание, чтобы на настилах, стойках, поручнях и т.п. не было торчащих, не загнутых концов и шляпок гвоздей, головок и гаек болтов и других выступающих предметов, а также не прибитых досок.

Инструмент на рабочем месте необходимо устанавливать жестко, так чтобы не допускать его падения со строительных сооружений. Категорически запрещается класть инструмент или другое оборудование на перила ограждений или на не огражденный край площадки, лесов и подмостей, а также у краев люков колодцев и оставлять его без присмотра на объекте.

Работники полевых подразделений, работающие на строительных и монтажных объектах, обязаны строго выполнять правила внутреннего трудового распорядка, действующего на объектах.

При производстве работ на высоте с временных монтажных приспособлений или непосредственно с элементов конструкций необходимо применять предохранительные пояса и канаты.

При работе с осветительными приборами и электроприборами необходимо присутствие дежурного электрика или лица, его заменяющего.

## Глава 4. ЭКОНОМИКА, ПЛАНИРОВАНИЕ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Основной задачей деятельности Госкомземгеодезкадастра является наиболее полное удовлетворение растущих общенародных потребностей в геодезических данных, топографических съемках и картографических материалах. Исходя из этого, экономическая работа в отрасли нацелена на ускорение интенсификации экономики топографо-геодезического производства, совершенствование системы планирования и стимулирования, развитие и укрепление хозяйственного расчета, усиление воздействия всего хозяйственного механизма на повышение эффективности производства и качества работы.

Важной неотъемлемой частью хозяйственного механизма является хозяйственный расчет. Хозрасчет экономически заинтересовывает каждый производственный коллектив в эффективной работе. Это обеспечивается сочетанием государственных интересов с материальной заинтересованностью всего коллектива и каждого работника в высоких конечных результатах труда. Конкретные формы это сочетание находит в системе стимулирования производительного, качественного труда.

Стоимость производства работ является важнейшей экономической категорией.

В топографо-геодезическом производстве используют несколько стоимостных оценок:

1. сметная стоимость — стоимость запланированного или выполненного объема работ, определяемая по сметам к техническим проектам на основании расценок (цен) или прямым расчетом;
2. плановая себестоимость — стоимость запланированного или выполненного объема работ, определяемая в планах на текущий год на основании плановых калькуляций, выражающая ожидаемые (или ожидавшиеся) по разработанному плану затраты на производство;

3. себестоимость — фактическая стоимость работ, которая подсчитывается в результате бухгалтерского учета фактических затрат на производство и выражает собственные уже произведенные затраты.

Разность между сметной стоимостью и плановой себестоимостью называют плановой прибылью, а разность между плановой себестоимостью и себестоимостью — сверхплановой прибылью. Таким образом, разность между сметной стоимостью и себестоимостью будет определять прибыль предприятия. Рассчитанная в бухгалтерских балансах с учетом доходов от непроизводственной деятельности, она носит название балансовой прибыли.

Осуществление режима экономии требует последовательного и неуклонного снижения себестоимости работ, т. е. экономного расходования всех видов ресурсов. Поэтому в системе плановых показателей ныне повышается значение показателя себестоимости. Добиться ее неуклонного снижения возможно лишь на основе тщательного анализа затрат, составляющих себестоимость по отдельным слагающим. Поэтому принято классифицировать все слагающие по отдельным признакам.

Структура себестоимости топографо-геодезических работ (по элементам затрат, в % к итогу) следующая: сырье и основные материалы — 3,5 %, вспомогательные и прочие материалы — 0,4 %, топливо и энергетические материалы—1,5%, малоценные и быстро- изнашивающиеся предметы и спецодежда (износ) — 2,8 %, заработная плата основная и дополнительная — 49,2 %, начисления на заработную плату — 2,4%, полевое довольствие — 5,4%, амортизация— 5,2%, транспорт — 27,8%, прочие расходы — 1,8%. Таким образом, в структуре себестоимости топографо-геодезических работ около половины занимают затраты на заработную плату, и их производство характеризуется как трудоемкое производство.

Предприятия Госкомземгеодезкадастра выполняют госбюджетные, финансируемые за счет средств государственного бюджета, работы и договорные, финансируемые за счет средств заказчиков.[10]

Топографо-геодезические работы выполняются двумя способами — хозяйственным и подрядным. На производство работ хозяйственным способом требуются собственные трудовые, материальные и финансовые ресурсы. При подрядном способе требуются лишь финансовые ресурсы.

Наконец, стоимость производства топографо-геодезических работ складывается из затрат на собственно производство работ и затрат на так называемые организационно-ликвидационные работы (орглики). Затраты на производство работ связаны с выполнением отдельных процессов непосредственно на объекте. Затраты на орглики связаны с подготовкой работ на объекте и их ликвидацией, т. е. на перевозки работников, собственных транспортных средств, приборов, инструментов, оборудования, материалов и в необходимых случаях горючего, продовольствия и фуража.

Существенная особенность затрат на организационно-ликвидационные работы состоит в том, что они трудно поддаются нормированию, а следовательно, снижается уровень их планирования, а углубленный экономический анализ, проводится далеко не всегда. Между тем затраты на орглики могут достигать 70—80 % от затрат на собственно производство работ. Наведение порядка в планировании и использовании средств на организационно-ликвидационные работы является непременным условием экономного ведения хозяйства.

В свою очередь затраты на собственно производство работ и затраты на организационно-ликвидационные работы состоят из основных и накладных расходов. Основные расходы могут быть рассчитаны на единицу продукции по каждому процессу и состоят из отдельных статей. \

Установлен следующий состав статей основных расходов:

В статью 1 — «Основная заработная плата производственного персонала» — входит основная заработная плата производственных инженерно-технических работников и рабочих; надбавки за районный коэффициент в размере от 15 до 100 %; надбавки за высоко-горность в размерах 10 % при производстве работ на высотах от 1500 до 1700 м, 15%—

на высотах от 1701 до 2000 м, 30%—от 2001 до 3000 м и 40 % —свыше 3000 м;

В статью 2 — «Дополнительная заработная плата производственного персонала» — включаются предусмотренные действующим законодательством о труде выплаты производственному персоналу за нерабочее время (очередные и учебные отпуска, выходные пособия, оплата за время, затраченное на выполнение государственных обязанностей, и т. п.); затраты на дополнительную заработную плату рассчитывают в следующих размерах от основной производственной заработной платы: для ИТР на полевых работах — 8,7%, для ИТР на камеральных работах — 6,4%, для рабочих — 4,2%.

В статью 3 — «Начисления на заработную плату производственного персонала» — включаются отчисления на социальное страхование от основной и дополнительной заработной платы производственного персонала в размере 4,8 %.

В статью 4 — «Полевое довольствие производственного персонала» — включаются затраты по выплате полевого довольствия производственному персоналу в размере 40—50 % от заработной платы в зависимости от района производства работ.

В статью 5 — «Материалы» — входят все затраты на материалы, используемые непосредственно при производстве работ (цемент, гвозди, лесоматериалы, трубы, черные и цветные металлы, химикаты, фотобумага, фотопленка, журналы, бланки, чертежно-канцелярские материалы и др.), рассчитанные по действующим нормам расхода материалов и установленным ценам.

В статью 6 — «Транспорт производственный» — включаются затраты на содержание применяемого при производстве работ собственного транспорта, а также стоимость аренды наемного транспорта.

В статью 7 — «Амортизация производственных инструментов, приборов и оборудования» — входят амортизационные отчисления в

установленных размерах от стоимости основных фондов, используемых непосредственно на топографо-геодезических работах.

В статью 8 — «Износ малоценных инструментов и предметов снаряжения» — включаются расходы по износу малоценных инструментов и предметов снаряжения, не числящихся в основных фондах. Сумма расходов определяется на основании перечня инструментов и предметов снаряжения, установленного для каждой бригады, и норм износа.

В статью 9 — «Прочие основные расходы» — входят оплата квартирных, суточных, подъемных и стоимости проезда при командировках и перемещениях производственного персонала, возмещение ущерба колхозам, совхозам и другим организациям и частным лицам, причиненного в связи с производством топографо-геодезических работ.

Накладные расходы не могут быть рассчитаны на единицу продукции. При составлении смет на производство топографо-геодезических работ их начисляют на суммы основных расходов в установленных для каждого предприятия размерах. В планах предприятий их определяют непосредственным расчетом с учетом предстоящих фактических затрат и их уровня в прошлые годы. Накладные расходы также состоят из отдельных статей. Без детальной расшифровки к ним относятся затраты на содержание управленческого и административно-хозяйственного персонала предприятий, экспедиций и цехов; на содержание и ремонт зданий и транспортных средств; расходы по охране труда и технике безопасности, по повышению квалификации персонала, руководству практикой студентов, организованному набору рабочих, рационализации и изобретательству, содержанию охраны, почтово-канцелярские и другие расходы. Существенную часть в накладных расходах составляют административно-управленческие расходы.

Для составления сметы используется сборник цен, предназначенный для определения стоимости, нормативов заработной платы и трудовых затрат при выполнении геодезических, топографических и картографических работ

предприятиями и организациями Госкомземгеодезкадастра и другими предприятиями и организациями.

Сборник содержит цены, нормативы заработной платы и трудовых затрат на укрупненные и единичные процессы следующих геодезических, топографических и картографических работ: создание государственных геодезических сетей, сетей сгущения и съемочного обоснования; гравиметрические работы; нивелирование; топографические съемки; топографические съемки застроенных территорий; обновление топографических карт и планов; съемка подземных коммуникаций; создание и обновление цифровых топографических карт и планов с применением цифровой фотограмметрической системы; цифровое картографирование; картографические и чертежно-оформительские работы; вычислительные, проектно-сметные работы, составление технических отчетов, машинописные работы с применением ПК; фотолабораторные работы; обработка материалов аэрофотосъемочных работ.

Цены рассчитаны в соответствии с требованиями действующих нормативно-технических документов: инструкций, руководств, наставлений, правил, а также:

Гражданского Кодекса Республики Узбекистан;

Налогового Кодекса Республики Узбекистан;

Закона Республики Узбекистан «О геодезии и картографии»;

Положения о составе затрат по производству и реализации продукции (работ, услуг) и о порядке формирования финансовых результатов, утвержденного постановлением Кабинета Министров Республики Узбекистан от 5.02.1999 г. № 54 с внесенными изменениями и дополнениями согласно постановлениям Кабинета Министров Республики Узбекистан от 11.06.2003 г. № 261, от 16.06.2003 г. № 270, от 15.10.2003 г. №444;

Цены в сборнике представлены в базовых коэффициентах к минимальному размеру оплаты труда и учитывают основные затраты (прямые и косвенные) на производство геодезических, топографических и

картографических работ без учета расходов на проведение организационных и ликвидационных мероприятий, расходов периода и затрат на метрологическое обеспечение единства и точности средств измерений при производстве геодезических, топографических и картографических работ.

Расходы на проведение организационных и ликвидационных мероприятий определяются по нормативам в процентах от основных затрат на производство полевых работ. В особых случаях состав затрат на проведение организационных и ликвидационных мероприятий определяется прямым расчетом (труднодоступные, необжитые, удаленные районы и т.п.). Нормативы расходов на проведение организационных и ликвидационных мероприятий утверждаются Госкомземгеодезкадастром.

Расходы периода определяются по нормативам, установленным Госкомземгеодезкадастром для предприятий и организаций, входящих в его состав, в процентах от основных затрат на производство работ и затрат на проведение организационных и ликвидационных мероприятий. Цены установлены с учетом плановой прибыли в размере 10 %.

Расходы на метрологическое обеспечение единства и точности средств измерений при производстве геодезических, топографических и картографических работ устанавливаются в размере 2 % от стоимости работ, на которых планируются метрологические исследования. Цены, нормативы заработной платы и трудовых затрат включают затраты на все операции и процессы, необходимые для выпуска конечной продукции.

Цены с расходами на проведение организационно-ликвидационных мероприятий учитывают затраты на все сопутствующие основному производству подготовительные и вспомогательные работы: техническую подготовку производства; рабочее проектирование; обучение специалистов и рабочих безопасным методам производства работ; текущий ремонт, поверки и исследования инструментов и приборов; переезд производственного персонала на участок работ и обратно; доставку материалов, снаряжения, инструментов на участок работ и обратно; организацию и содержание

временных полевых баз и средств радиосвязи, устройство рабочих помещений или палаток для бригад на участках работ; производство контрольных операций, оформление материалов, сдачу и приемку работ.

Затраты на выполнение аэрофотосъемочных работ ценами не учтены и определяются отдельно, по договорным ценам организаций, выполняющих эти работы. В случаях выполнения работ не в полном объеме, предусмотренном составом работ, к ценам следует применять понижающие коэффициенты, соответствующие фактической трудоемкости работ.

При выполнении геодезических, топографических и картографических работ с использованием материалов ограниченного пользования, к ценам и нормативам применяется коэффициент 1,1.

При производстве работ в районах, где установлены районные надбавки к заработной плате и надбавки за особые условия работ (горные и высокогорные, пустынные и безводные районы), к ценам применяются поправки, рассчитываемые путем умножения норматива заработной платы на коэффициенты, помещенные в таблице 4.1.

**Таблица 4.1**

| <b>Надбавки к заработной плате, %</b>            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 10   | 15    | 20    | 30    | 40    | 50    | 60    | 70    | 80    | 90    |
| <b>Коэффициенты к нормативу заработной платы</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 0,124  | 0,186 | 0,248 | 0,372 | 0,496 | 0,620 | 0,744 | 0,868 | 0,992 | 1,116 |

Цены и нормативы установлены для восьмичасовой рабочей смены, среднее количество рабочих дней в месяце - 21,01 дня, количество рабочих часов - 168,08 часа. При производстве работ в горных районах с абсолютными высотами свыше 2300 м цены и нормативы восьмичасовой

рабочей смены пересчитываются на шестичасовую путем умножения на коэффициент 1,333.

При выполнении полевых геодезических и топографических работ в неблагоприятный период года цены и нормативы применяются с коэффициентами, помещенными в таблице 4.2.

**Таблица 4.2**

| <b>Продолжительность<br/>неблагоприятного периода года, мес.</b> | <b>Коэффициент</b> |
|--|--------------------|
| 2,0-2,9  | 1,10               |
| 3,0-3,9  | 1,15               |
| 4,0-4,9  | 1,20               |
| 5,0-5,9  | 1,25               |
| 6,0-6,9  | 1,30               |
| 7,0-8,0  | 1,35               |

Если при производстве полевых работ предусматривается использовать проводников или инструкторов-альпинистов, расходы на их содержание определяются прямым расчетом.

В случае, когда при выполнении полевых работ бригада живет в палатке, цены и нормативы заработной платы рабочих применяются с повышающими коэффициентами, помещенными в таблице 4.3.

**Таблица 4.3**

| <b>Вид работ</b>   | <b>Коэффициенты:</b> |   |  |
|--|----------------------|---|--|
|  | <b>к цене</b>        | <b>к нормативу<br/>заработной<br/>платы<br/>рабочих</b> | <b>к нормативу<br/>трудовых<br/>затрат<br/>рабочих</b> |
| <b>Создание геодезических сетей,<br/>сетей сгущения и съемочного<br/>обоснования</b> | 1,164                | 1,321   | 1,471  |

|   |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|
| <b>Нивелирование,<br/>топографические съемки и<br/>обновление топографических</b> | 1,192 | 1,187 | 1,414 |
|---|-------|-------|-------|

Цены рассчитаны при использовании для производства полевых работ автомобильного транспорта.

Цены и нормативы без транспортных расходов определяются путем умножения на коэффициенты, приведенные в пояснениях к таблицам сборника.

В ценах расходы по статьям «износ» и «амортизация» на полевых работах определены при продолжительности полевого периода 8,0 месяцев. Поправочные коэффициенты к ценам, учитывающие различную продолжительность полевого периода, приведены в таблице 4.4.

**Таблица 4.4**

| <b>Продолжительность<br/>полевого периода, месяцы</b> | <b>Коэффициент к цене</b> |
|---|---------------------------|
| 4   | 1,018                     |
| 5   | 1,013                     |
| 6   | 1,008                     |
| 7   | 1,004                     |
| 8   | 1,000                     |
| 9   | 0,996                     |
| 10  | 0,992                     |

При выполнении камеральных работ исполнителями полевых геодезических и топографических работ в межполевой период цены и нормативы применяются с коэффициентами:

при вычислительных работах - 1,15;

при составительских и чертежно-оформительских работах, при работах по цифровому картографированию - 1,20;

при выполнении других работ- 1,10.

При выполнении полевых геодезических и топографических работ на территориях (акваториях) в условиях специального режима к ценам и нормативам применяется коэффициент 1,25.

К территориям со специальным режимом относятся районы и участки, где по обстановке и установленному режиму неизбежны перерывы или затруднения, связанные с потерями рабочего времени при выполнении геодезических, топографических и кадастровых работ: пограничные районы, полигоны, аэродромы, строительные площадки, на которых производятся взрывные работы, районы с повышенной радиоактивностью, внутренние территории взрывоопасных, вредных и горячих цехов предприятий оборонной, химической и металлургической, угольной и горнодобывающей промышленности, действующие электрические станции и подстанции, открытые распределительные устройства электрических станций, полосы шириной до 200 метров действующих линий электропередач напряжением 500 КВт и выше.

К территориям со специальным режимом не относятся улицы городов, железные и автомобильные дороги, территории железнодорожных станций, порты и др., где задержки и перерывы в работе, связаны с интенсивным движением транспорта.

В случае, когда к ценам и нормативам требуется применение нескольких поправочных коэффициентов, окончательное значение цен и нормативов получают путем умножения табличных значений на произведение всех поправочных коэффициентов.

## РАСЧЕТ

стоимости работ на объекте

118400

наименование

шифр объекта

| № п. п.       | Наименование работ (услуг) в порядке технологической последовательности | Категория трудности работ (услуг) | Номер                       |                   |                                       | Цена единицы работ |                          |                       |                          |         |                          |
|---------------|---|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|---------|--------------------------|
|               |   |                                   | цены единицы работы (услуг) | примечание к цене | таблица в указаниях по примечанию цен | всего              | поправочные коэффициенты | в том числе зар.плата |                          |         |                          |
|               |   |                                   |                             |                   |                                       |                    |                          | специальных           | поправочные коэффициенты | рабочих | поправочные коэффициенты |
| 1             | 2   | 3                                 | 4                           | 5                 | 6                                     | 7                  | 8                        | 9                     | 10                       | 11      | 12                       |
| 1             | Обследование и восстановление пунктов триангуляции                      | 4                                 | т.1.18 №24                  | СЦ-2009           | п.16                                  | 161 734            | 1,1; 1,164               | 19 418                | 1,1; 1,321               | 24 390  | 1,1; 1,471               |
| 2             | Определение координат пунктов спутниковыми методами                     | 2                                 | т.1.2 №4                    | СЦ-2009           | п.16                                  | 2 004 986          | 1,1; 1,164               | 313 050               | 1,1; 1,321               | 192 518 | 1,1; 1,471               |
| 3             | Обработка материалов  |                                   | т.6.4 №5                    | СЦ-2009           | п.16                                  | 28 179             | 1,1                      | 28 179                | 1,1                      |         |                          |
| 4             | Составление программы и отчета работ                                    |                                   | т.6.6 №1                    | СЦ-2009           | п.16                                  | 1 457 267          | 1,1                      | 785 584               | 1,1                      |         |                          |
| <b>Всего:</b> |   |                                   |                             |                   |                                       |                    |                          |                       |                          |         |                          |

| Цены единицы работы<br>(услуги) с учетом поправоч-<br>ных коэффициентов, сум |                          | Районные<br>надбавки<br>к зара-<br>ботной<br>плате,<br>сум | Цена единицы<br>работы<br>(услуги) с<br>учетом<br>районных<br>надбавок, сум | Единица<br>измерения<br>работ,<br>(услуги) | Объём<br>работ<br>(услуг) | Стоимость<br>объема<br>работ<br>(услуг)<br>тыс.сум | Стоимость<br>расхода<br>на<br>орглики<br>тыс.сум | Стоимость<br>объема<br>работ<br>с оргли-<br>ками<br>тыс.сум | Расходы<br>периода<br>тыс.сум | Всего:<br>стоимость<br>объема<br>работ<br>(услуг)<br>тыс.сум |            |
|--|--------------------------|--|---|--|---------------------------|--|--|---|-------------------------------|--|------------|
| всего  | в том числе<br>зар.плата |  |   |  |                           |  |  |   |                               |  |            |
|  | специа-<br>листов        | рабочих  | 0,186   |  |                           |  | 14%  | 33%   |                               |  |            |
| 13   | 14                       | 15   | 16  | 17   | 18                        | 19   | 20   | 21  | 22                            | 23   | 24         |
| 207 084  | 28 216                   | 39 465   | 12 589  | 219 673                                    | пункт                     | 2,00   | 439,346  | 61,508  | 500,854                       | 165,282  | 666,136    |
| 2 567 184  | 454 893                  | 311 513  | 142 552   | 2 709 736                                  | пункт                     | 20   | 54 194,720                                       | 7 587,261   | 61 781,981                    | 20 388,054   | 82 170,035 |
| 30 997   | 30 997                   |  | 5 765   | 36 762                                     | пункт                     | 20   | 735,240  |   |                               | 242,629  | 977,869    |
| 1 602 994  | 864 142                  |  | 160 730   | 1 763 724                                  | прогр/отчет               | 1  | 1 763,724  |   |                               | 582,029  | 2 345,753  |
|  |                          |  |   |  |                           |  |  |   |                               |  | 86 159,793 |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение спутниковой геодезии подразумевает – использование глобальных спутниковых радионавигационных систем для решения геодезических задач. Это направление является наиболее распространенным и массовым в геодезическом производстве. Спутниковые приемники уже сегодня широко применяются во многих геодезических подразделениях Республики Узбекистан для обновления геодезических сетей, привязки аэрофотоснимков, топографических и кадастровых съемок и других видов работ.

В дипломном проекте рассмотрены спутниковые методы измерений при ведении инженерно – геодезических работ. Основные выводы дипломного проекта можно свести к следующему:

1. К концу прошлого века созданы спутниковые навигационные системы. Это американская GPS и российская ГЛОНАСС. Основная этих систем – определение координаты и времени. Помимо своего прямого назначения эти системы используются для решения научных задач. Системы в состоянии обеспечить глобальность, точность, непрерывность, высокую доступность и ряд других требований. Точное определение координаты и времени – актуальнейшая задача для самого широкого спектра научно – технических приложений. Это и высшая геодезия, геодинамика, картография, геодезическая и аэрофотосъемка, инженерно – геодезические работы, воздушная навигация, навигация морских и речных судов, навигация наземного транспорта и другие области.
2. Признано целесообразным использование в системе GPS шести близких к круговым орбит, плоскости которых смещены относительно друг друга на  $60^\circ$ , при этом в каждой соседней орбитальной плоскости положение спутников смещается примерно на  $40^\circ$ .
3. Для того, чтобы однозначно определить свое местоположение необходимо знать расстояния (дальности) до четырех спутников. Можно обойтись и тремя, если логически исключить неправдоподобное решение.

4. GPS-приемники в зависимости от типа выполняемых измерений и доступности кода делятся на три группы:

1. Кодовые – измеряющие псевдодальности на основе C/A-кода;
2. Фазовые – измеряющие фазу принимаемого сигнала с использованием C/A-кода;
3. P-кодовые – измеряющие фазу принимаемого сигнала с использованием P-кода. Использование P-кода достигается за счет установки специальной платы на входе приемника.

В зависимости от количества используемых частот приемники бывают одночастотные и двухчастотные.

5. Выполнение геодезических работ при использовании GPS - оборудования можно разделить на три основных этапа:

- планирование;
- полевая часть работ (спутниковые наблюдения);
- постобработка результатов измерений.

6. Приемники, способные принимать:

C/A код;

C/A код + фазовые измерения на частоте L1;

C/A код + фазовые измерения на частотах L1 и L2

C/A код + P-код + фазовые измерения на частотах L1 и L2.

В геодезии широкое применение нашли приемники, занимающие 2-ю и 3-ю позиции в приведенной выше классификации. Кроме того, по области применения приемники подразделяют на геодезические, навигационные, военные и приемники времени.

7. В проекте рассмотрен пример применения спутниковых технологий при проведении инженерно – геодезических работ на объекте строительства инженерных коммуникаций.

8. В проекте рассмотрены вопросы охраны труда и окружающей среды при ведении геодезических работ.

9. В проекте рассмотрены вопросы экономики топографо-геодезического производства, составлена смета на приведенные в проекте работы.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каримов И.А. Мыслить и работать по новому требованию времени. Ташкент. Узбекистон, 1997.
2. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. Том I // М., ФГУП «Картгсоцстр», 2005 г.
3. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. // М., Картгеоцентр, 2004 г
4. Горлов В.М., Свечников Л.Н., Мыльников С.А. Двести вопросов и ответов по охране труда на топографо - геодезических работах. Москва. Недра, 1986г.
5. Ключин Е.Б., Киселев М.И. и др. Инженерная геодезия. Москва. Высшая школа, 2000 г.
6. Медведев П.П., Баранов И.С., «Глобальные космические навигационные системы», ВИНТИ, серия «Геодезия и аэрофотосъемка», 1992.
7. Милов Г. К. Современнигеодезическиметоди за изследване на деформации. София, Техника, 2008.
8. Основные положения о государственных геодезических сетях. Москва. ЦНИИГАиК, 2002 г.
9. Поклад Г.Г., Гриднев С.П. Геодезия. Москва. Изд-во «Академический проект», 2007г.
10. Сборник цен на геодезические, топографические и картографические работы. Ташкент, 2009г.
11. Справочник геодезиста. Под ред. В.Д. Большакова и Г.П. Левчука. Москва. Недра, 1985г.
12. Land Surveyor, GPS Survey System», Trimble Navigation, 1993.
13. Tennissen P.J.G. Quality Control and GPS //GPS for Geodesy (2 Edition), Springer, 1998 г.

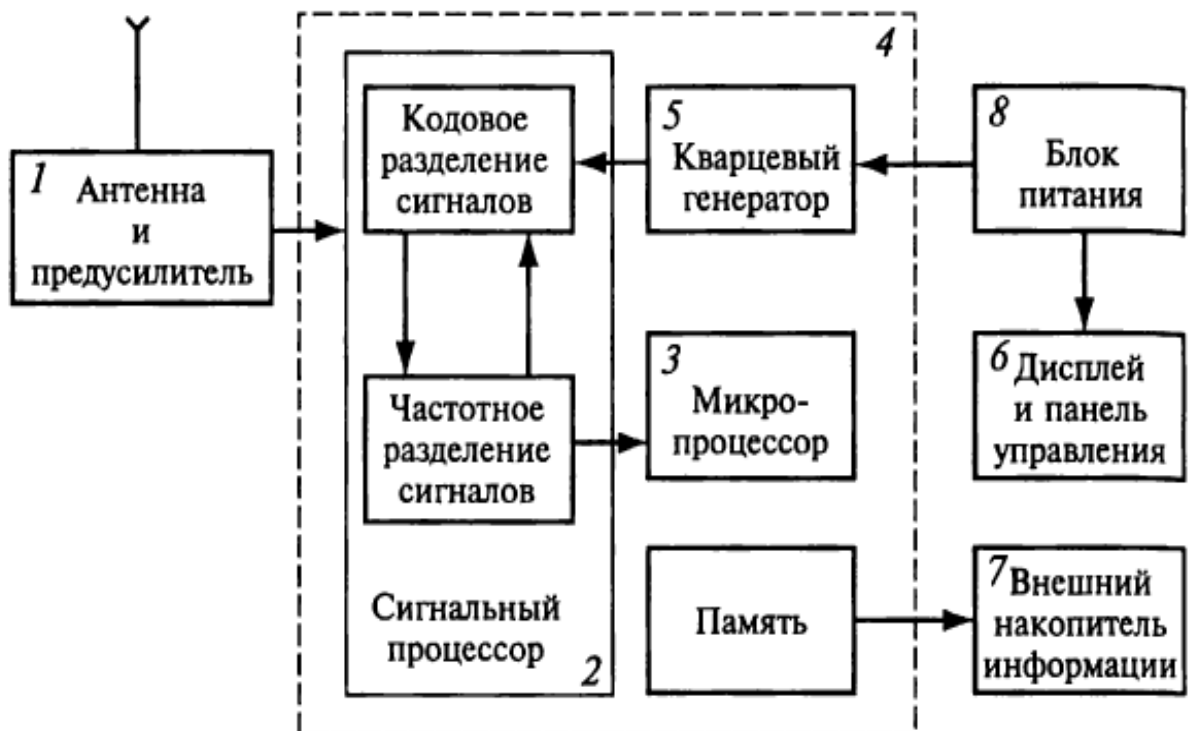
14. <http://science.d3.ru/comments/423228/>
15. [http://www.flcd.ru/mobile/arts/gps\\_technology/](http://www.flcd.ru/mobile/arts/gps_technology/)
16. <http://www.gis2000.ru/equipment/gps/>
17. [http://www.leica-geosystems.ru/ru/Leica-TS30\\_77093.html](http://www.leica-geosystems.ru/ru/Leica-TS30_77093.html)
18. [http://crydee.sai.msu.ru/Universe\\_and\\_us/4num/v4pap7.html](http://crydee.sai.msu.ru/Universe_and_us/4num/v4pap7.html)

## Основные характеристики систем навигационных спутников

Таблица 1.1

| параметр, способ  | СРНС ГЛОНАСС                             | GPS NAVSTAR        | TEN GALILEO            | BDS<br>COMPASS |
|---|--|--------------------|------------------------|----------------|
| Число НС (резерв)   | 24 (3)                                   | 24 (3)             | 27 (3)                 | 30 (5)         |
| Число орбитальных плоскостей                                | 3  | 6                  | 3                      | нет данных     |
| Число НС в орбитальной плоскости                            | 8  | 4                  | 9                      | нет данных     |
| Тип орбит   | Круговая<br>( $e=0\pm 0.01$ )            | Круговая           | Круговая               | Круговая       |
| Высота орбиты, КМ   | 19100                                    | 20183              | 23224                  | 21500          |
| Наклонение орбиты, градусы                                  | $64.8\pm 0.3$                            | $\sim 55$ (63)     | 56                     | $\sim 55$      |
| Номинальный период обращения по среднему солнечному времени | 11 ч 15 мин 44<br>$\pm 5$ с              | $\sim 11$ ч 58 мин | 14 ч 4 мин. и<br>42 с. | нет данных     |
| Способ разделения сигналов НС                               | Кодово-частотный (кодовый на испытаниях) | Кодовый            | Кодово-частотный       | нет данных     |

### 1.1. Общие сведения о спутниковых навигационных системах.



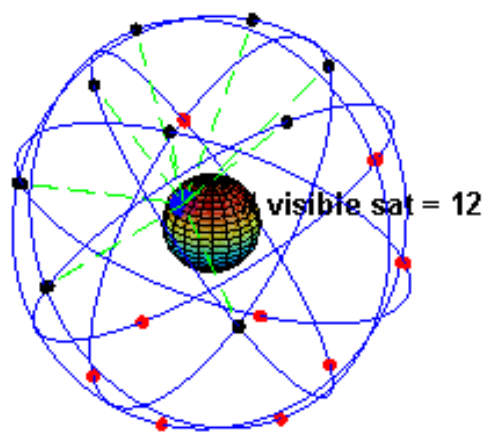


Рис.1.1. Конфигурация орбит спутников и спутник системы GPS



