



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
СОЮЗ МАРКШЕЙДЕРОВ КАЗАХСТАНА



**«Геодезиядағы, маркшейдериядағы және
геотехникадағы инновациялық технологиялар»**

Халықаралық Форумның

ЕҢБЕКТЕРІ

14-15 қыркүйек 2017 ж.

ТРУДЫ

Международного Форума

**«Innovative technologies in geodesy,
mine surveying and geotechnics»**

14-15 сентября 2017 г.

PROCEEDINGS

of the International Forum

**«Innovative technologies in geodesy,
mine surveying and geotechnics»**

September 14-15, 2017



Қарағанда 2017

Министерство образования и науки Республики Казахстан
Карагандинский государственный технический университет
Союз маркшейдеров Казахстана



Международный маркшейдерский Форум
"Инновационные технологии
в геодезии, маркшейдерии и геотехнике"
II – съезд Союза маркшейдеров Казахстана

Труды Форума
(14-15 сентября 2017 г.)

Караганда 2017

УДК 502 5:504 61 (574) Касымканова Х.М. (Алматы, КазНУ им. Аль-Фараби),
 Джангулова Г.К. (Алматы, КазНУ им. Аль-Фараби),
 Жалгасбеков Е.Ж. (Алматы, КазНУ им. Аль-Фараби),
 Туреханова В.Б. (Алматы, КазНУ им. Аль-Фараби)

СПУТНИКОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОДЕЗИИ

Постановлением Правительства РФ от 28 декабря 2012 года № 1463 в качестве государственных систем координат введены: ГСК-2-11 и ПЗ-90.11, что создает благоприятные условия для развития и широкого применения спутниковых систем позиционирования [1]. Аналогичный проект создания государственной спутниковой геодезической сети и установления государственной системы координат был предоставлен на заседании Правительства РК [2]. Большинство высокоразвитых стран в значительной степени уже сформировало национальные (государственные) системы координат, оптимально ориентированные на сохранение и развитие геодезического потенциала и принимают активное участие в международных проектах по созданию общеземной геоцентрической системы координат.

В настоящее время в Республике Казахстан установлена единая государственная система координат 1942 года (СК-42). В 1991 году она была уравнена с использованием последних достижений науки и технологий. Было выявлено, что по мере удаления от исходного пункта Пулково поправки к координатам возрастают. На территории Казахстана поправки достигают от 3 до 7 метров, а современное геодезическое оборудование предназначено для работы на основе спутниковых технологий с точностью 2 см. [3]. СК-42 имеет гриф «секретно», что затрудняет получение геодезических и картографических материалов в различных отраслях экономики и промышленности, ограничивает доступ негосударственных структур, юридических и физических лиц, в том числе иностранных инвесторов.

Задачей науки является разработка методических основ оптимального создания государственной спутниковой геодезической сети и установления государственной системы координат с сохранением потенциала существующих геодезических сетей с использованием опыта построения геодезических сетей в наиболее информационно развитых странах мира [4,5].

При определении длин свето- и радиодальномерными наземными приборами распространен двусторонний метод измерения расстояний, при котором сигналы, несущие информацию, проходят искомое расстояние дважды. При этом обычно используется оптический диапазон электромагнитных волн.

Но при спутниковых технологиях выбран односторонний дальномерный принцип, дающий возможность одновременного выполнения измерения расстояний между спутником и неограниченным количеством приемников на земной поверхности. При этом для потребителя создается массовая, портативная, экономичная аппаратура без наличия радиопередающей аппаратуры. Причем используется обычно ультракоротковолновый (в

частности дециметровый) диапазон радиоволн, сводящий к минимуму влияние атмосферы и охватывающий всю видимую со спутника часть земной поверхности. При этом информационный сигнал проходит искомое расстояние (ρ) только в одном направлении. Если при этом моменты излучения и приема данного сигнала зафиксированы точно синхронизированными часами, расположенными на спутнике и на приемнике, и которые реализуются на базе высокостабильных опорных генераторов, то расстояние определяется по формуле:

$$\rho = v \cdot t$$

Так как электромагнитные волны проходят за одну наносекунду ($1 \text{нс} = 1 \cdot 10^{-9} \text{с}$) расстояние около 30 см, то для получения необходимого для современной геодезии сантиметрового уровня точности, необходима синхронизация часов с погрешностью сотых долей наносекунды. Пока это невозможно, поэтому применяют понятие псевдодальность, значение которой вычисляется по формуле:

$$R = \rho + v \cdot \delta t \quad (1)$$

где ρ – искомое расстояние, $v \cdot \delta t$ – поправочный показатель.

При реализации спутниковых систем позиционирования на основе односторонних методов измерения расстояний выделяются две основные части: передающее устройство на спутнике и приемно-вычислительный комплекс потребителя. Но для поддержания постоянной работоспособности такой спутниковой системы необходима служебная подсистема управления и контроля. Поэтому современные спутниковые системы позиционирования состоят из трех основных секторов (рисунок 1):

- 1) космический сектор
- 2) сектор управления и контроля
- 3) сектор потребления



Рисунок 1 – Схема взаимодействия трех основных секторов глобальных систем позиционирования

Космический сектор состоит из системы спутников позиционирования (созвездие). Передающая аппаратура спутников, излучает радиосигналы в том числе содержащие навигационные сообщения, в которых содержится информация об эфемеридах спутников, о поправках к показаниям его часов, о так называемом альманахе, несущем усеченную информацию о всех входящих в «созвездие» спутниках и т.п. На каждом спутнике установлены солнечные батареи питания, двигатели корректировки орбит, атомные эталоны частоты – времени.

Сектор управления и контроля включает главную станцию управления, альтернативную главную станцию управления, 12 командных станций управления и 16 станций мониторинга [6]. Спутники проходят над станциями два раза в сутки. Собранный на станциях информацию об орбитах используют для прогнозирования координат спутников.

Сектор потребления объединяет в себе аппаратуру всех многочисленных пользователей, с помощью которой осуществляется прием радиосигналов от спутников и вычисление на их основе позиционных характеристик.

Наиболее полными глобальными системами позиционирования на сегодняшний день являются американская система Global Positioning System (GPS) и российская Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС). Высота орбит их спутников около 20 000 км, период обращения примерно 12 часов, на орбите для обеспечения постоянной видимости 4-х спутников их должно быть не менее 24.

Проектирование системы GPS было начато в 1973 году. С момента запуска первого спутника в 1978 году, спутники постоянно модифицировались. С 1978 г. По 1985 г. Было запущено 11 спутников входящих в группу модификации Блок-1, масса которых была 525 кг [7]. За период с 1989 г. По 1997 г. на орбиту было выведено 28 спутников, входящих в Блок-П. Основные отличительные особенности этого блока следующие:

- расчетный срок активного существования спутника – 5 лет, масса 844 кг;
- введена дополнительная защита кодированных сигналов от несанкционированных пользователей.

С 1998 г. На орбиту выводились спутники, входящие в Блок-П R. Их отличительные особенности:

- расчетный срок активного существования спутника – 10 лет, масса 1044 кг;

- спутники могут передавать пользователям качественную информацию без контакта с сектором контроля и управления в течение 14 суток.

Запуск спутников системы ГЛОНАСС был начат в 1982 г. До 1998 года их было запущено 74, большинство из которых к настоящему времени выведены из эксплуатации. На 10 февраля 2000 г. Оставалось 8 активных спутников. Федеральная целевая программа «Глобальная навигационная система» предусматривается не только укомплектование орбитальной группировки, но также упрощение доступа к информации о ГЛОНАСС для гражданских пользователей.

Спутники излучают радиосигналы на двух частотах, обозначаемых L1 и L2, для того чтобы исключить из измерений существенные временные задержки, возникающие при прохождении ионосферы. В GPS все спутники работают на одинаковых частотах, при этом частоте L1 соответствует длина волны 19.0 см, а частоте L2 – длина волны 24.4 см. В ГЛОНАСС значения частот L1 и L2 у каждого спутника свои, близкие к 19 и 24 см.

Коды высокой точности передаются на обеих несущих частотах: L1 и L2. Гражданские только на L1.

Фазовый метод определения дальностей наиболее точный. Инструментальная погрешность метода не превышает 1-2 мм. При фазовом методе измерений возникает сложная проблема разрешения неоднозначности, обусловленная тем, что отсутствует возможность счета целого числа (N) уложенной длины волны в измеряемом расстоянии.

Спутниковое позиционирование – определение с помощью спутников параметров пространственно-временного состояния объектов, таких как координаты, вектор скорости его движения, разности координат двух объектов, точное время наблюдения.

Существует два способа позиционирования: автономный и дифференциальный.

При автономном способе пользователь работает с одним приемником, дальность измеряется кодовым методом. Точность определения координат оценивается погрешностью около 30 м. Можно повысить точность автономного способа продолжительными наблюдениями [5].

В отличие от автономного способа, дифференциальный способ требует выполнения измерений одновременно двумя приемниками. Один приемник располагают на пункте с известными координатами. Его называют контрольно-корректирующей станцией (ККС). Способ тем точнее, чем меньше расстояние от подвижного приемника до ККС.

Точность дифференциального способа при кодовом методе измерения дальностей колеблется в диапазоне от дециметров до нескольких метров. При фазовом методе точность повышается до 1-5 см.

Основными функциями приемно-вычислительного комплекса являются:

1. прием радиосигналов от наблюдаемых спутников [3];
2. организация определений регистрируемых величин;
3. выполнение предварительных обработок.

Вспомогательными задачами аппаратуры потребителя с прилагаемым к ней программным обеспечением являются:

- 1) селекция, т.е. отделение принимаемых радиосигналов конкретного спутника от сигналов других спутников, захват данного сигнала и последующее его отслеживание на протяжении всего сеанса связи;
- 2) демодуляция и декодирование принятых сигналов с целью их подготовки к выполнению измерений интересующих пользователя величин;
- 3) расшифровка передаваемого со спутника навигационного сообщения;
- 4) текущее управление всем процессом наблюдений и выполняемых аппаратурой измерениями;

5) предварительная обработка результатов измерений и организация их хранения с использованием устройств памяти.

Все перечисленные выше функции реализуются на основе использования обобщенной структурной схемы приемной аппаратуры потребителя

Возможности современных спутниковых технологий, проявляющиеся в точном и оперативном определении координат пунктов, расположенных в пределах земного шара, были использованы для создания глобальной опорной геодезической сети [7].

Мониторинг, проводимый на пунктах глобальной геодезической сети, позволяет периодически уточнять координаты этих пунктов, вычислять точные значения эфемерид спутников систем позиционирования. Спутниковые наблюдения позволяют изучать геодинамические явления, происходящие в земной коре, ионосфере, тропосфере и т.д. Ведутся работы по построению и эксплуатации глобальной сети постоянных GPS пунктов. В число постоянных пунктов Международной службы GPS для геодинамики (IGS) на территории Республики Казахстан включены Петропавловск и Чимкент.

Наряду с глобальной и континентальными геодезическими сетями, создаваемыми на основе спутниковых технологий, аналогичные подходы используются и при построении национальных опорных геодезических сетей, обеспечивающих наиболее рациональное и эффективное практическое определение координат и высот пунктов на всей территории страны с точностями, требуемыми для решения возможно более широкого круга научно-технических и производственных задач.

Литература

1. ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ от 28 декабря 2012 г. № 1463 «О ЕДИНЫХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СИСТЕМАХ КООРДИНАТ»

2. 18 июня 2012 г. - В Казахстане будет создана государственная спутниковая геодезическая сеть

3. Генике А.А., Побединский Г.Г. Глобальные спутниковые системы определения местоположения и их применение в геодезии. Изд. 2-е, перераб. И доп. - М.: Картоцентр, 2004. - 355 с.

4. Control Segment. /<http://www.gps.gov/systems/gps/control>.

5. Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикуннов В.С. и др.; Под ред. В.С. Тикуннова. Геоинформатика. Учеб. Для студ. Вузов - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 480 с. (Классический университетский учебник).

6. Соловьев Ю. А. Системы спутниковой навигации. - М.: Эко-Трендз, 200. - 267 с.

7. Методические вопросы построения глобальных и региональных геодезических сетей.

УДК 622.271

Нисаметдинов Р.Ф. (Караганда, КарГТУ),
Нагибин А.А. (Караганда, КарГТУ),
Долгоносков В.Н. (Караганда, КарГТУ),
Кожемяков А. (Караганда, КарГТУ),

ЛАЗЕРНОЕ СКАНИРОВАНИЕ КАРЬЕРНЫХ ОТКОСОВ НА ВАСИЛЬКОВСКОМ КАРЬЕРЕ

Производство инструментальных наблюдений на карьере имеет важное значение для безопасной отработки месторождения полезного ископаемого.

Инструментальный контроль состояния прибортовых массивов на карьере «Васильковский» с использованием лазерного сканера необходимо проводить не реже 2-х раз в год в соответствии с маркшейдерской инструкцией. При обнаружении деформации массива инструментальные наблюдения должны выполняться ежедневно, изменение скорости движения массива в сторону уменьшения позволит пересмотреть периодичность наблюдений.

Конструкция реперов и способ их закладки были выбраны, чтобы обеспечить нормальные условия для производства работ при инструментальных наблюдениях, прочную связь с грунтом, неподверженность влиянию сезонного промерзания и оттаивания грунта; надежную сохранность на весь период службы наблюдательной станции, простоту конструкции и дешевизну изготовления.

Во избежание вертикальных смещений репера за счет деформаций грунта, вызываемых изменением его влажности, закладка реперов производится на глубину не менее 1,5 м в рыхлых породах и не менее 0,8 м в скальных.

Для наблюдательных станций на карьере исходные и опорные реперы заложены бетонированными, а рабочие реперы - забивными (рисунок 1, 32).



Рисунок 1 - Заложены репера наблюдательных станций

Для мониторинга неблагоприятных участков карьера и получения дополнительной информации о трещиноватости, были определены 4 точки установки прибора, обеспечивающие оптимальную точность и плотность при сканировании. Станции сканирования приведены на рисунке 3.6. Негативное

Рахимбеков С.М. Адаптивная инновационная технология ведения подземных горных работ.....	85
Дианов А. Современные технологии деформационного мониторинга и области их применения.....	89
Низаметдинов Н.Ф. Передовые технологии в маркшейдерском деле.....	94
Низаметдинов Н.Ф. Радарная система быстрого развертывания для мониторинга бортов карьера.....	98
Низаметдинов Ф.К., Толеубекова Ж.З., Резник Б.Е., Мозер Д.В., Исаинова Г.О. Подготовка высококвалифицированных специалистов «геотехников» для горнодобывающих предприятий в рамках реализации ГПИИР – 2.....	100
Токкужин Е.Н., Ростов С.А., Ожигин С.Г., Ожигина С.Б. Геомеханический мониторинг с использованием современных методов измерений.....	104
Касымканова Х.М., Джангулова Г.К., Жалгасбеков Е.Ж., Туреханова В.Б. Спутниковые технологии в геодезии.....	111
Низаметдинов Р.Ф., Нагибин А.А., Долгоносов В.Н., Кожемжаров А. Лазерное сканирование карьерных откосов на Васильковском карьере.....	116
Низаметдинов Р.Ф., Кожемжаров А. Наблюдение за деформацией бортов карьера с помощью системы geomos monitoring на Васильковском месторождении.....	119
Демин В.Ф., Демина Т.В. Технологические подходы создания прогрессивных технологических схем проведения горных выработок.....	122
Долгоносов В.Н., Нагибин А.А., Старостина О.В., Волошина Д.А. Аналитический способ расчета устойчивости карьерных откосов ступенчатого профиля.....	125
Аслбеков Ф.С., Елубаев А.Е. Обоснование рациональных параметров бортов карьера Пустынное.....	130
Низаметдинов Н.Ф., Исымов Д. Разработка проекта автоматизированной наблюдательной станции за состоянием бортов карьера «Коктасжал».....	133
Калмаганбетов Н.А., Сейдуали Н.Н. Подготовка исходных данных для оценки устойчивости бортов карьера Пустынное.....	135
Низаметдинов Ф.К., Бесимбаева О.Г., Хмырова Е.Н. Оценка точности планово-высотного положения связующих реперов в системе мониторинга.....	138