Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

Жүсіпбек Лаура Ардаққызы

Проект создания государственных геодезических сетей

# ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность 5В071100 – геодезия и картография

АЛМАТЫ 2021

SATBAYEV UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова
Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

**ДОПУШЕН К ЗАЩИТЕ**
Заведующая кафедрой маркшейдерское дело и геодезия, доктор PhD

_____Э.О.Орынбасарова
«_31___» _____05____2021 г.

# ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Проект создания государственных геодезических сетей»

по специальности 5В071100 – геодезия и картография

Выполнила Жүсіпбек Лаура Ардаққызы

Научный руководитель
кандидат технических наук

. Кыргизбаева Г.М.
«20» мая 2021 г.

SATBAYEV UNIVERSITY

Институт геологии, нефти и горного дела им. К. Турысова

Кафедра маркшейдерского дела и геодезии

Специальность 5В071100 – геодезия и картография

**УТВЕРЖДАЮ**
Заведующая кафедрой маркшейдерское дело и геодезия, доктор PhD
_____ Э.О.Орынбасарова
«_31_» _____05_____2021г.

**ЗАДАНИЕ**
**на выполнение дипломной работы**

Обучающемуся Жүсіпбек Лауре Ардаққызы
Тема: «Проект создания государственных геодезических сетей»
Утверждена *приказом Ректора Университета №2331-б от «24» ноября 2021г.*
Срок сдачи законченной работы *«20» мая 2021г.*
Исходные данные к дипломной работе: топографические карты масштаба 1:100 000 и крупнее, описание физико – географических условий.
*а)* Проектирование опорных геодезических сетей;
*б)* Создание графической схемы проекта геодезической сети на картах;
*в)* Методика построения сети;
*г)* Сметная документация.
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей): *представлены 11 слайдов презентации работы*

Рекомендуемая основная литература:


1. Спутниковые навигационные системы: вузовская книга/Липкин И.А.- М.:, 2001.
2. Основы высшей геодезии:учебник/Хаимов З.С.- М.: Недра, 1982.
3. Курс высшей геодезии: вузовская книга/Закатов П.С. – М.: Недра, 1976.
4. Геодезия и картография, журнал М.: Недра

**ГРАФИК**

подготовки дипломной работы

| **Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов** | **Сроки представления научному руководителю** | **Примечания** |
|---|---|---|
| Собрать общие сведения о проектировании | Февраль 2021 г. | Самостоятельное изучение сведений о проектировании геодезических сетей |
| Проектирование ГГС 2 класса | Март 2021 г. | Разработка проекта по проектированию ГГС, методика построения сети |
| Техническая и экономическая составляющая проекта | Апрель 2021 г. | Геодезические сметы |

**Подписи**

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу с указанием относящихся к ним разделов работы

| **Наименование разделов** | **Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)** | **Дата подписания** | **Подпись** |
|---|---|---|---|
| Собрать общие сведения о проектировании | к.т.н. Кыргизбаева Г.М.. | 20 мая 2021 г. | |
| Проектирование ГГС 2 класса | к.т.н. Кыргизбаева Г.М. | 20 мая 2021 г. | |
| Техническая и экономическая составляющая проекта | к.т.н. Кыргизбаева Г.М. | 20 мая 2021 г. | |
| Нормаконтролер | м.т.н Нукарбекова Ж.М | 31.05.2021 г. | |

Научный руководитель Кыргизбаева Г.М.

Задание принял к исполнению обучающийся Жүсіпбек Л.А.

Дата «20» мая 2021г

# АҢДАТПА

Дипломдық жұмыстың бірінші тарауында геодезиялық желілерді жобалау туралы жалпы ақпарат сипатталған. Бірінші тарау 4 бөлімнен тұрады, олардың әрқайсысы мемлекеттік Геодезиялық желіні жобалау принциптерін түсіндіруден тұрады.

Дипломдық жұмыстың екінші тарауында 2-сыныпты мемлекеттік геодезиялық желіні жобалау қарастырылған. Бұл тарау 3 бөлімнен тұрады: жұмыс аймағының физикалық-географиялық ерекшеліктері, жобаның графикалық сызбасын құру, сонымен қатар желіні құру әдістемесі.

Үшінші тарауда жобаның экономикалық компоненті қарастырылған. Тарауда жобаның экономикалық негіздемесі туралы баяндайтын 2 бөлім бар.

# АННОТАЦИЯ

На дипломную работу студента очной формы обучения Жүсіпбек Л. по теме: «Проект создания государственных геодезических сетей.»

Дипломная работа состоит из 3 глав 36 страниц и 2 листов графического материала.

В первой главе дипломной работы описываются общие сведения о проектировании геодезических сетей. Первая глава состоит из 4 разделов, каждый из которых состоит из пояснения принципов проектирования государственной неодезической сети.

Во второй главе дипломной работы рассмотрено проектирование государственной геодезической сети 2 класса. Глава содержит 3 раздела, включающие в себя физико – географические особенности района работ, создание графической схемы проекта, а также методику построения сети.

В третьей главе рассмотрено экономическая составляющая проекта. Глава включает в себя 2 раздела, повествующие о экономическом обосновании проекта.

## ABSTRACT

The first chapter of the thesis describes general information about the design of geodetic networks. The first chapter consists of 4 sections, each of which consists of an explanation of the design principles of the state geodetic network.

In the second chapter of the thesis, the design of the state geodetic network of the 2nd class is considered. The chapter contains 3 sections, including the physical and geographical features of the area of work, the creation of a graphical scheme of the project, as well as the methodology for building a network.

In the third chapter, the economic component of the project is considered. The chapter includes 2 sections describing the economic justification of the project.

## СОДЕРЖАНИЕ


| | | |
|---|---|---|
| | Введение | 13 |
| 1. | Общие сведения о проектировании геодезических сетей | 14 |
| 1.1 | Общие принципы использования ИСЗ в геодезических целях. Спутниковые навигационные системы | 15 |
| 1.2 | Основные процессы и организация работ при создании плановых опорных геодезических сетей | 17 |
| 1.3 | Проектирование опорных геодезических сетей | 18 |
| 1.4 | Оценка точности геодезических сетей | 18 |
| 2. | Проектирование ГГС 2 класса | 21 |
| 2.1 | Физико – географические и климатические особенности района работ | 21 |
| 2.2 | Создание графической схемы проекта геодезической сети на картах | 22 |
| 2.3 | Методика построения сети | 26 |
| 3. | Техническая и экономическая составляющая проекта | 28 |
| 3.1 | Экономика геодезического производства | 28 |
| 3.2 | Составление сметы | 29 |
| | Заключение | 33 |
| | Список литературы | 34 |
| | Приложение А – Графическая схема проекта геодезической сети | 35 |
| | Приложение Б– Сметная документация на проект | 36 |

# ВВЕДЕНИЕ

В данной дипломной работе рассматривается проектирование государственной геодезической сети.

Главной целью проекта является создание проекта построения геодезической сети, который по точности будет соответствовать требованиям и для реализации требовать наименьшие расходы работ, средств и времени.

Задание для проектирования, содержащие: назначение сети, район работ, сроки выполнения работ, особые указания по ее построению.

Комплекс геодезических пунктов, расположенных равномерно по всей территории Республики Казахстан и закрепленных на местности специальными центрами – представляет собой государственную геодезическую сеть.

ГГС должна содержать в себе пункты с постоянно действующими наземными станциями спутникового определения координат с помощью использования спутниковых навигационных систем для предоставления возможности определения координат в режиме, близком к реальному времени.

Технологическая фаза создания геодезических сетей состоит из следующих основных видов разработки:

− проектирование;
− рекогносцировка и закрепление геодезических пунктов;
− выполнение измерений;
− математическая обработка (уравнивание);
− составление каталогов и технических отчетов.

В первой главе собраны общие сведения о проектировании геодезических сетей, основные процессы и организация работ при создании плановых опорных геодезических сетей, оценка точности геодезических сетей, развитие сети референцных станций в Казахстане.

Во второй главе рассмотрено проектирование государственной геодезической системы, создание графического чертежа проекта геодезической сети на карте масштаба 1:100 000, методика построения сети.

Во третьей главе рассчитаны технико – экономические обоснования проекта, составление сметы геодезического производства.

## 1. Общие сведения о проектировании геодезических сетей

Проектировка ГГС охватывает в себе три стадии: 1) получение информации и данных, требуемых для формирования проектировки; 2) создание графического чертежа проекта геодезической сети на карте; 3) техническая и экономическая составляющая проекта, подсчет сметы затрат на создание сети.

В целях эффективной проектировки требуются соответствующая информация материалы и данные о территории создания сети: карта местности масштаба 1:100 000 и крупнее, описание физико – географических условий, данные о прежде построенных в конкретной территории плановых и высотных геодезических сетях.

Недостаточно исследованный проект повлечет к чрезмерным трудовым затратам во время реализации полевых работ, к тому же к отступлению и нарушению длительности осуществления работ.

Расположение геодезических сетей 1 – 2 класса выполняется на топографической карте масштаба 1:100 000.

Во время создания проекта геодезической сети отталкиваются в первую очередь от ее задачи и запрашиваемой точности построения, выбирают наиболее выгодный метод создания сети с учетом физико – географических особенностей района работ. Наиболее правильным считается такой метод, который оснащает более безукоризненную точность построения сети при наименьших затратах труда, материалов, денежных средств и времени на ее создания.

С целью дать требуемую фактичность создания сети, следует перестраховаться, чтобы с графического аспекта схема сети соответствовала предъявленным условиям.

Фундаментальная триангуляционная сеть различных классов строят в конкретной очередности: вначале разрабатывают сеть предпочтительнее значительно высокого класса, например 1, затем 2,3 и т.д. При формировании графического проекта сети в первую очередь внимание необходимо концентрировать на отборе месторасположения всех самостоятельных пунктов. Все пункты ГГС необходимо разместить на высших точках района работ. Нужно это с намерением гарантировать взаимную видимость между ближайшими пунктами имеющими наименьшие высоты триангуляционных знаков; дает возможность формирования сети в различном размещении. Протяжность сторон промежду соседствующими пунктами, не скоординированные с особенностями рельефа местности, неминуемо вызовут к потребности сооружения отметки наибольшей возвышенности либо к недостаточной наблюдаемости среди отдельных пунктов.

### 1.1 Общие принципы использования ИСЗ в геодезических целях. Спутниковые навигационные системы

Геодезические сети являются начальной базой всех топографо – геодезических изысканий. Плановая геодезическая сеть создает единое координатное пространство.

Практическая деятельность демонстрирует, что с ходом времени требования к точности построения опорных геодезических сетей постоянно увеличивается.

Вплоть до второй половины 20 века главным источником информации для решения геодезических задач служили результаты наблюдений, выполненных на поверхности Земли. Из – за этого невозможно было объединить между собой непрерывной сетью треугольники территории, разделенные крупными водными пространствами и создать единую координатную систему для всей Земли.

Только лишь после запуска в СССР 4 октября 1957 г. первого искусственного спутника Земли возникла реальная вероятность построения пространственной триангуляции с большими сторонами.

Применение наблюдений космических объектов в геодезических целях базируется на векторном соотношении.

$$\bar{r}_k = \bar{R}_i + \bar{\rho}_{ik.}. \qquad (1)$$

В случае если точка *i* соответствует пункту наблюдения ИСЗ, точка *k*– положению спутника, то радиус-вектор $\bar{R}_i$ устанавливает положение пункта наблюдения, радиус вектор $\bar{r}_k$ – положение спутника и вектор $\bar{\rho}_{ik}$ – положение спутника относительно пункта наблюдения.

Отталкиваясь от того, какие величины характеризующие три вектора известны, определение вектора $\bar{\rho}_{ik}$ дает возможность найти решение одной из двух задач. Прямая задача – определение вектора $\bar{r}_k$ т.е. положения спутника, если известно положение пункта наблюдения т.е. вектора $\bar{R}_i$. Обратная задача определение вектора $\bar{R}_i$ т.е. положение пункта наблюдения если вектор $\bar{r}_k$ определен – положение спутника известно.

Метод построения спутниковой геодезической сети по синхронным наблюдениям положения ИСЗ с нескольких (минимум двух пунктов), когда мгновенные положения ИСЗ считаются промежуточными неизвестными, называется геометрическим методом.

Взаимосвязь между пунктами спутниковой геодезической сети в геометрическом методе осуществляется поочередным применением прямой и обратной задач в виде:

$$\begin{aligned} &\bar{R}_{i1} + \bar{\rho}_{i1k} = \bar{r}_k; \\ &\bar{r}_k - \bar{\rho}_{i2k} = \bar{R}_{i2}. \end{aligned} \qquad (2)$$

В связи с извлечением полезных ископаемых из недр Земли, происходит деформирование земной поверхности, в особенности на угольных и нефтедобывающих месторождениях. В связи с этим потребность осуществлять периодически контрольные определения координат опорной маркшейдерской сети. Анализ результатов контрольного определения координат и высот

геодезических пунктов, с прошлыми значениями свидетельствует о существенных их изменениях в положении на обрабатываемых территориях.

Перед началом работ рассматриваются условия необходимости применения спутниковой аппаратуры:

1. условия видимости;
2. сроки выполнения работ;
3. длины сторон в создаваемой сети (не менее 100 м.);
4. удаленность определяемых пунктов от исходных.

Основательно исследовав все условия, проведя рекогносцировку и определив наличие и положение исходных пунктов, которых должно быть не менее 4, используя программное обеспечение, по текущему спутниковому альманаху создают график полевых работ исходных пунктов, и определяемых. Таким образом, еще перед началом полевых работ устраняют вероятные ошибки, связанные с радиовидимостью.

Исходные пункты выбирают из пунктов ГГС так, чтобы определяемые пункты входили в формируемую локальную сеть. В зависимости от условий радионаблюдений и требуемой точности, выбирают режим наблюдений, например:

- статика – наиболее точный метод наблюдений. Используется на длинах линий более 10 км, при этом увеличивается и продолжительность наблюдений, от 30 – 40 минут и выше. Чаще всего применяется при высокоточных работах, необходимым, например при привязке к пунктам ГГС.

- быстрая статика – наиболее распространенный режим, предоставляющий определение длины линий до 10 км, с точностью 1,5 – 2 см и времени наблюдений на пунктах от 5 до 20 минут. Приблизительное время наблюдений для двухчастотных приемников указаны в таблице №1.

Таблица 1 - Приблизительное время наблюдений для двухчастотных приемников

| Метод наблюдения | Число спутников | Длина базовой линии | Приблизительное время наблюдений | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Днем | ночью |
| Быстрая статика | 4 и больше | До 5 км | 5-10 мин. | 5 мин. |
| | больше 4 | 5-10 | 10-20 | 5-10мин. |
| | больше 5 | 10-15 | более 20 | 5-20 мин. |
| Статика | больше 4 | 15-30 | 1-2 часа | 1 час |
| | больше 4 | меньше 30 | 2-3 часа | 2 часа |

Все измерения проводятся «лучевым методом», который предполагает наличие одной постоянной базовой станции и, как минимум одной подвижной. Координаты любого пункта в этом случае будут вычисляться по отношению к неподвижной базовой станции.

## 1.2 Основные процессы и организация работ при создании плановых опорных геодезических сетей

Формирование основных геодезических сетей охватывает нисследующие стадии: проектировка, обследование (рекогносцировка), засыпка участков, сооружение внешних знаков (рис.1).

Рис.1 - Морфологический план базовых этапов создания ГГС

Выполнению полевых исследований на проектируемом участке местности заблаговременно изложенного технического проекта геодезической сети.

## 1.3Проектирование опорных геодезических сетей

Основной ролью проектировки заключается рассмотрение самого выигрышный в инженерном отношении метода конструирования геодезической сети на конкретной местности.

Доброкачественность геодезической сети и оценка ее создания напрямую зависит от надежности технического проекта.

Следовательно, проектировка есть значительной задачей, для разрешения которой следует грамотно найти решение всем организационным, техническим и экономическим вопросам, связанным с построением данной сети.

Технический проект геодезической сети следует проконтролировать и точно определить посредством полевой рекогносцировки. Исследование сети необходимо двигаться с исходных пунктов. Следствие рекогносцировки необходимо быть подобрано размещение пунктов сети так, чтобы гарантировать лучшую форму треугольников и нормальную высоту визирного луча по всем запроектированным направлениям при минимальных высотах знаков и при наименьших затратах средств на проведение работ.

## 1.4 Оценка точности геодезических сетей

Вычисления по установлению точности различных элементов геодезической сети выполняют как до ее построения – при проектировании, так и по окончанию работ – в ходе уравнивания.

Оценка точности запроектированной сети нужна для технически правильной и экономически рациональной постановки работ, так как от выбранной точности зависит выбор методов измерений, схем построения сети, подбор приборов и кадров, объем затрат труда, времени и средств. Чем точнее сеть, тем больший период необходим для ее построения, тем она дороже.

При оценке проекта сети средние квадратические ошибки любых элементов сети вычисляют по формуле.

Величина средней квадратической ошибки единицы веса $\mu$ на стадии проектирования задается предварительно.

Предварительная оценка проекта сети оправдана в абсолютно во всех случаях, в связи с местными условиями приходится отходить от нормативных требований к длинам сторон, и величинам углов в триангуляции.

Средняя квадратическая ошибка любого уравненного элемента в общем случае равна

$$m = m_{исх.}^2 + m_F^2 \quad , \qquad (3)$$

где *mисх* – средняя квадратическая ошибка влияния исходных данных;

$m_F$ – средняя квадратическая ошибка оцениваемой функции уравненных величин.

$$m_F = \mu\sqrt{\frac{1}{P_F}}, \qquad (4)$$

где $\mu$ - средняя квадратическая ошибка единицы веса, находимая из уравнивания или задаваемая инструкцией, или известная заранее по аналогичным геодезическим построениям.

На стадии проектирования средние квадратические ошибки измеряемых величин задают с учетом имеющегося опыта измерений таких величин. В этом случае вес запланированных к измерению в проектируемой сети горизонтальных направлений *N*, азимутов $\alpha$, расстояний *S* вычисляют по формулам

$$PN = c/m^2N; \qquad P\alpha = c/m^2\alpha; \qquad PS = c/m^2S;$$

Горизонтальные направления на пунктах геодезической сети каждого данного класса измеряют равноточно. $P = 1$, отсюда $c = m^2N$;

Тогда формулы примут вид

$$P_N = 1; \quad P_\alpha = m_N{}^2 / m_\alpha^2; \quad P_s = m_N^2 / m_s^2; \quad m_N = m/\sqrt{2}. \qquad (5)$$

где *m* – средняя квадратическая ошибка измеренного угла.

Получено множество разных по форме и точности приближенных формул априорной оценки точности различных элементов геодезических сетей, создаваемых разными методами.

На стадии проектирования $\mu$ задается заранее. Она достаточно хорошо известна из практики геодезических измерений и регламентируется инструкциями для сети каждого класса.

Формула (4) применяется как на стадии предрасчета точности построения сети, так и при уравнивании.

В триангуляционных построениях (рядах) относительную ошибку слабой стороны находят по формуле

$$\left(\frac{m_s}{s}\right)^2 = \left(\frac{m_b}{b}\right)^2 + k\frac{m_\beta^2}{\rho^2}\sum_1^n\left(ctg^2 A_i + ctg^2 B_i + ctgA_i ctgB_i\right) \qquad (6)$$

или в логарифмическом виде

$$m_{\lg S}^2 = m_{\lg b}^2 + k\frac{m_\beta^2}{\rho^2}\sum R_i, \qquad (7)$$

$$R_i = \sum\left(\delta_{A_i}^2 + \delta_{B_i}^2 + \delta_{A_i}\delta_{B_i}\right), \qquad (8)$$

где $m_{\lg S}$ и $m_{\lg b}$ - средние квадратические ошибки логарифмов слабой и базисной сторон в единицах шестого знака логарифма; $m_\beta$ - средняя квадратическая ошибка измеренного угла; $k = 2/3$ для сети, состоящей их треугольников, и $k = 1/2$ для сети, состоящей из геодезических четырехугольников или центральных систем; $\delta$ - изменения логарифмов синусов связующих углов при изменении этих углов на одну секунду, выраженные в единицах шестого знака логарифма.

Переход к относительной ошибке делается по формуле

$$\frac{m_s}{s} = \frac{m_{\lg S}}{0{,}43\cdot 10^6}. \qquad (9)$$

Средняя квадратическая ошибка азимута связующей стороны равна

$$m_\alpha = \sqrt{\frac{m_A^2}{2} + \frac{m_\beta^2}{25}\left[(5k+12) - \frac{(5k+6)^2}{5N+22}\right]}, \qquad (10)$$

где $m_A$ - средняя квадратическая ошибка измерения азимутов Лапласа; $N$ - число треугольников в звене.

Для приближенного подсчета ошибок в положении пункта можно воспользоваться формулами продольного $m_L$ и поперечного $m_q$ сдвигов:

$$m_L^2 = \frac{L^2}{2}\left(\frac{m_b^2}{b^2} + \frac{m_\beta^2}{\rho^2}\cdot\frac{2n^2 - 3n + 10}{9n}\right); \qquad (11)$$

$$m_q^2 = \frac{L^2}{2\rho^2}\left(m_\alpha^2 + \frac{n^2 + 2n + 12}{15}m_\beta^2\right),$$

где $L$ - длина диагонали ряда; $\frac{m_b}{b}$ - относительная ошибка исходной стороны; $n$ - число сторон (промежуточных) в сети, из которых складывается длина $L$.

Средняя квадратическая ошибка $M$ определения положения конечного пункта ряда треугольников относительно его начального пункта вычисляется по формуле:

$$M = \sqrt{m_L^2 + m_q^2}. \qquad (12)$$

## 2. Проектирование ГГС 2 класса

### 2.1 Физико – географические и климатические особенности района работ

Город Алматы – масштабный и жизнедеятельный материальный и высокоразвитый главный центр ультрасовременного Казахстана. Но немногие знают, что недалеко от мегаполиса есть настоящие «места силы» – уникальные природные и археологические объекты, история которых и разнообразна и загадочна, и оттого – еще более притягательна.

Находиться это удивительное место в 200 километрах от Алматы, близ границы с Китаем. Чарын (рис.2) стал памятником природы.

Рис. 2 – каньон Чарын, Алматинская область

В урочище Сарыторгай располагаются находящиеся под охраной лесопосадочная полоса, в которой произрастает редчайшие деревья, - ясень согдийский. Ясеневая роща (рис.3) – уникальная, такая же аналогичная роща располагается в Северной Америке. Ясеневая роща есть наиболее хранимый памятник природы под патронажем ЮНЕСКО. Года рощи приблизительно около 5 миллионов лет.

Рис. 3 – Ясеневая роща

Здесь же течет приток речки Чарын (рис.4) протяжностью 427 верст. Исток реки находится в возвышенности хребта Кетмень и впадает в низовье реки Или.

Особенно выдающийся павильоном парка является каньон Чарын. Глубь каньона достигает 200 м. 150—300 м набирает вышина отвесных гор каньона.

Рис. 4 – река Чарын

## 2.2 Создание графической схемы проекта геодезической сети на картах

В данной дипломной работе проводилось проектирование сети на основе карты масштаба 1:100 000. Основные требования для проектирования триангуляции 2 класса указаны в таблице №2.

Количество базовых станций сети в целях заблаговременных вычислений надобной численности спутниковых базовых станций сети для охвата участка конкретной площади позволено применять вычисления:

$$N = \frac{L * W}{(2 * R - O) * 2}$$

где N — численность станций;

L — протяжность участка;

W — широта участка;

R — радиус рабочего пространства одной станции (максимум 80–100 км);

O — зона перекрывания рабочей области между станциями.

Применив данные ширины и длины исследуемой территории охвата на местности, разрешается рассчитать площадь сети и число потребных станций (рис.5).

| L, км | W, км | Площадь, км² | R, км | O, км | N |
|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 100 | 10 000 | 50 | 5 | 1–2 |
| 200 | 200 | 40 000 | 50 | 5 | 4–5 |
| 300 | 300 | 90 000 | 50 | 5 | 10 |
| 400 | 400 | 160 000 | 50 | 5 | 17–18 |
| 500 | 500 | 250 000 | 50 | 5 | 27–28 |
| 1000 | 1000 | 1 000 000 | 50 | 5 | 110–111 |

Рис. 5 – предварительный расчет количества базовых станций

Таблица 2 – Основные условия для проектирования сети триангуляции 2 класса

| Класс проектирования | Величина направления, км | Вероятная средняя квадратное отклонение измерения углов | Углы | Разрешимая погрешность в треугольниках | Возможная относительная погрешность базисной стороны |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 7 – 20 | 1,0″ | не менее 20° | 3,0″ | 1:300 000 |

Программа полевых работ должна содержать следующие материалы:

1) Наименование базы работ. Чарын. Карта К-44-03;

2) Разновидность конструируемого съёмочного основания. Планово–высотное;

3) Высота сечения рельефа и масштабность проектируемых съёмочных работ. Масштаб 1:100 000, высота сечения – 10 м;

4) Реестр применяемого устройства и программного обеспечения:

ГНСС приемник Leica GS14 – база + 2 ровера (рис.6; рис.7), Leica Geo Office – офисный пакет программ для обработки данных. Свойства приемника указаны в таблице №3.

Графическая схема проекта в Приложении А.

Определение координат пунктов производится с использованием метрологически аттестованных спутниковых геодезических приемников «Leica GS14» в статическом режиме, паспортная точность которых в данном режиме составляет:

-в плане – $M_p$= 5мм+1*10-6 Dмм.

-по высоте - $M_P$= 10мм+1.5*10-6 Dмм.

Рис.6 - Точка измерения наклонной высоты для антенны фирмы «Leica»

Рис. 7 – Комплект база и ровер Leica GS14

Таблица 3 – Свойства приемника Leica GS14

| | |
|---|---|
| Применение | С сантиметровой точностью совершенствование геодезических сетей (длина базовой линии не ограниченна); с сантиметровой точностью проведения крупномасштабной топографической съемки; с сантиметровой точностью вынос проекта в местной системе координат; |
| Количество каналов | 240 |
| Одновременное получение сигналов | 120 орбитальных спутников |
| Получение радиолокационного сигнала | GPS: L1, L2, L2C,<br>L5<br>GLONASS: L1, L2<br>Galileo: GIOVE-A, GIOVE-<br>B<br>Galileo: E1, E5a, E5b, Alt-<br>BOC<br>Compass (BeiDou): B1, B2<br>SBAS: WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS, QZSS |
| Важнейшие свойства | Не меньше: 20 Гц,<br>DGPS, RTCM, неисчерпаемое расстояние получение данных RTK, передача RTK данных, RTK сети, Возможность модернизации до приема сигналов спутников Gallileo, Compass |
| GNSS Измерения | Независимые кодовые и фазовые измерения по всем частотам<br>GPS: полный цикл фазы несущей, Код (C/A, P, C код)<br>GLONASS: полный цикл фазы несущей, код(C/A, P код)<br>Galileo: полный цикл фазы несущей, код<br>BeiDou: полный цикл фазы несущей, код |
| Антенна | прием сигналов со спутников: GPS L1, L2, L2C, L5; ГЛОНАСС L1, L2 , Galileo GIOVE-A, GIOVE-B, E1, E5a, E5b, Alt-BOC, Compass, SBAS - WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS |
| Используемые технологии | Технология приема сигналов всех спутниковых систем; технология, позволяющая контролировать точность и качество результатов измерений; стабильная работа в любой сети базовых станций. |
| Точность измерений в плане: статическая съемка | 3 мм + 0.1мм/км |
| Точность измерений по высоте: статическая съемка | 3.5 мм + 0.4мм/км |

## 2.3 Методика построения сети

Статика и быстрая статика считается классическими и самыми распространенными методами GPS съемок. Эти методы требуют чтобы как

минимум два GPS приемника, расположенные на двух концах базовой линии, одновременно принимали спутниковый радиосигнал в течении 20 – 60 минут, в зависимости от длины базовой линии, числа спутников, их взаимного расположения в пространстве и других факторах.

Большое количество данных, накапливаемых за период съемки, дает возможность решить некоторые технические трудности, которые невозможно решить при более кратковременном периоде наблюдений. Эти методы съемок обеспечивают очень высокую точность определения координат.

Для успешных GNSS наблюдений необходим непрерывный прием спутникового сигнала, особенно тогда, когда прибор функционирует как базовая станция. Устанавливать инструмент необходимо в местах с открытым горизонтом, избегая препятствия, таких как деревья, высотные здания и т.д.

При наблюдениях в статистическом режиме антенна должна находиться в стабильном положении в течении всего периода измерений на пункте. Необходимо установить антенну на штатив или пункте с принудительным центрированием. Антенну следует хорошо отцентрировать над точкой и отгоризонтировать ее.

Используя основные условия для проектирования триангуляции 2 класса спроектировала сеть из 5 треугольников.

Для проведения спутниковых наблюдений необходимо установить 6 пунктов. Пункт 1 – пункт с плановыми координатами и высотной отметкой. Пункты 2,3,4,5,6 – пункты с высотными отметками. Наблюдения будут проводиться с установлением одной неподвижной базы и двух передвижных роверов.

1. Первая сессия наблюдений – база на пункте с известными координатами 1, два ровера в режиме статика на пунктах 2 и 3. Продолжительность сессии по 1 часу;

2. Вторая сессия – база на пункт 3, два ровера в режиме статика на пунктах 2 и 4;

3. Третья сессия – база на пункт 4, два ровера в режиме статика на пунктах 5 и 6;

4. Четвертая сессия – база на пункт 5, два ровера в режиме статика на пунктах 1 и 3;

5. Пятая сессия – база на пункт 6, два ровера в режиме статика на пунктах 2 и 3.

Полевые исследования на территории создаются из транспортировки приемников и комплекс оборудования на участки и проведения сеансов в соразмерности с программой полевых работ. Выполняя быстрый статистический и статистический методы спутниковых измерений, на всех пунктах нужно выполнить один прием измерений.

-Сопроводить развертывание аппаратуры, монтировать приемник на пункте и вычислить вышину антенны;

-Привести в готовность приемник к измерениям;

-Наладить систему внесения данных наблюдений спутников;

-Используя дисплей, внести в фиксирующий прибор номер пункта, содержание вышины антенны. Провести прием исследований спутников в течении периода, установленного в программе проекта полевых исследований в пользу эксплуатируемого способа спутниковых определений;

-Включить систему внесения показаний и проделать свертывание оборудования;

-В заключении работ на объекте следует выполнять вычислительную обработку данных наблюдений спутников.

Вычислительная обработка производится по следующим этапам:

-Предварительная обработка – разрешение неоднозначностей фазовых псевдодальностей до наблюдаемых спутников, получение координат определяемых точек в системе координат глобальной навигационной спутниковой системы и оценка точности;

-Трансформация координат в принятую систему координат;

-Уравнивание геодезических построений и оценка точности.

## 3 Техническая и экономическая составляющая проекта

### 3.1 Экономика геодезического производства

На завершающем этапе проектирования разрабатывается экономическое обоснование проекта создания сети.

Документ в котором отображена определенная стоимость в финансовых показателях и установленного объема работ по объекту, называется смета (сметной стоимостью).

Стоимость на полевые исследования учтены для их проведения в экспедиционных условиях с оплатой сотрудникам командировочный гонорар или полевого довольствия.

Стоимость является оптимизированными для одинаковых работ. По данному проекту составлена смета на определенные виды геодезических работ.

Общая стоимость работ геодезических работ, запланированных на объекте берется из суммы следующих затрат:

В расценках учтены затраты на:

а) приобретении технических условий на реализацию исследовательских работ;

б) анализ и заключение основных данных, требуемых для производства изысканий;

в) формирование договорной документации;

г) разработку, осмотр приборов, инструментов, оборудования и метрологическое обеспечение единства и точности средств измерений;

д) текущий ремонт оборудования и инструмента;

ж) внутренний контроль и приемку изыскательских материалов;

Цены и нормативно трудовые затраты рассчитываются на заведомо согласованных условиях путем алгоритма корректировочных коэффициентов доводится к контракту работ и уплата труда на территории. Использовании корректировочных коэффициентов, констатировании степень трудности или зон стоимости, а также нормативных зон трудовых затрат должно быть должным образом установлено.

### 3.2 Составление сметы

Составление сметы на весь комплекс проектно-изыскательских работ по форме 2П в Приложение Б.

В связи с нехваткой заработной платы, ростом цен на энергоносители, коммунальные услуги, арендную плату помещений значительно возросли фактические затраты.

Смета составляется основываясь на прямые расчеты с применение нынешнего показателя заработной платы, цен на материалы, оборудование.

В таком случаи к сметной стоимости коэффициенты не применяются.

При геодезических изысканиях и определенной договоренности по договору с компанией, устанавливают договорные стоимости. Отталкиваясь от цен сформировавшихся по опыту работ. Для геодезической оценки требуются два регулирующих органа и клиент, и подрядчик. Геодезические оценки особенно актуальны для предпринимателей, выполняющих работы по поручению государственных и муниципальных предприятий и других организаций, финансирование предполагает расходы бюджета или специально отведенных для этой цели средств. С этой точки зрения, геодезической оценки общеустановленным дополнением к договору на съемки или съемки изысканий. При условии массивных землеустроительных работ возможно развитие оценки модели, которая подвергается в результате изменений в соответствии с конкретными требованиями каждого отдельного объекта. Тем не менее, справедливость, следует отметить, что значение и актуальность имеют только геодезические оценки, которые были разработаны индивидуально для каждого объекта в соответствии с целями и задачами клиента.

Следует отметить, что геодезические расчеты и технические условия находятся в тесном взаимодействии. Оценки, сделанные на основании технических условий и адаптированные к конкретной земле. Оценки для геодезических работ могут быть построены с использованием формул или прикладными функционального программного обеспечения. Сметная стоимость работ вычислялась по данным указанным в таблице № 4, 5, 6, 7, 8, 9.

Таблица 4 – Расходы по внешнему транспорту

| № пп | Расстояние проезда и перевозки в одном направлении, км | Расходы по внешнему транспорту в обоих направлениях, % стоимости полевых работ, а также выполняемых в экспедиционных условиях камеральных работ, продолжительностью, мес. | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | до 1 | 2 | 3 | 6 | 9 | 12 и более |
| 1 | свыше 254 до 100 | 19,6 | 16,8 | 12,6 | 5,6 | 4,2 | 4,2 |
| 2 | свыше 100 до 300 | 28 | 21 | 18,2 | 8,4 | 7 | 5,6 |
| 3 | свыше 300 до 500 | 35 | 29,4 | 23,8 | 11,2 | 8,4 | 7 |
| 4 | свыше 500 до 1000 | 43,4 | 35 | 28 | 14 | 9,8 | 8,4 |
| 5 | свыше 1000 до 2000 | 50,4 | 44,8 | 39,2 | 18,2 | 14 | 9,8 |
| 6 | свыше 2000 | - | 54,6 | 50,4 | 39,2 | 30,8 | 23,8 |

Таблица 5 – Вычисление длин базисов

| № пп | Наименование работ | Ед.изм. | Цена, тенге |
|---|---|---|---|
| | Снесение координат центра пункта с измерением базисов и углов при 2 – х базисов: | пункт | - |
| 1 | I категория сложности – полевые работы | - | 23 284 |
| 2 | I категория сложности – камеральные работы | - | 4 292 |

Предельно высоко стоящим видом геодезических работ при создании фундаментальных сетей является строительство геодезических знаков.

Таблица 6 – Средняя стоимость постройки геодезических знаков.

| Показатель | 1 пункт |
|---|---|
| Средняя высота сигналов, м | 10 |
| Средняя стоимость работ, тенге:<br>1) Постройка сигнала | 2710 |
| 2) угловые измерения на пункте сети 2 класса | 1332 |

Таблица 7 – Закладка геодезических знаков

| № пп | Наименование работ | Ед.изм. | Цена, тенге |
|---|---|---|---|
| | Изготовление и установка знаков: Грунтовый репер (железобетонный и трубчатый) при глубине закладки 2,5 | знак | - |
| 1 | I категория сложности | - | 33 075 |
| | Изготовление и установка знаков: стенные и скальные марки и реперы | знак | - |
| 2 | I категория сложности | - | 3 259 |
| | Изготовление и установка знаков: Пункт съемочной сети: деревянный столб, пень (оформленный под столб), трубка на бетоне (на глубине до 0,7 м): | знак | - |
| 3 | I категория сложности | - | 1 797 |
| | Изготовление и установка знаков: Рабочие пункты: металлические трубки (штыри), дюбель – гвоздь и др.: | знак | - |
| 4 | I категория сложности | - | 402 |

Таблица 8 – Вычисление координат и высот точек

| № пп | Наименование работ | Ед.изм. | Цена, тенге |
|---|---|---|---|
| | Плановая высотная привязка при расстоянии между точками до свыше 50 до 100 м: | точка | - |
| 1 | I категория сложности | - | 1 287 |
| | Изготовление и установка знаков: стенные и скальные марки и реперы | знак | - |
| 2 | I категория сложности | - | 3 259 |
| | Изготовление и установка знаков: Пункт съемочной сети: деревянный столб, пень (оформленный под столб), трубка на бетоне (на глубине до 0,7 м): | знак | - |
| 3 | I категория сложности | - | 1 797 |
| | Изготовление и установка знаков: Рабочие пункты: металлические трубки (штыри), дюбель – гвоздь и др.: | знак | - |
| 4 | I категория сложности | - | 402 |

Таблица 9 – Измерение углов (направлений) триангуляции

| **№ пп** | **Наименование работ** | **Ед.изм.** | **Цена, тенге** |
|---|---|---|---|
| | Измерение углов (направлений) триангуляции 2 класса | 1 пункт | - |
| 1 | I категория сложности | - | 23 236 |

Пояснения к смете

Расчеты сметной стоимости выполнены по сборнику «Инженерно-геодезические изыскания». – Алматы, цены рассчитаны по состоянию на 1 января 2019 г.

-Районный коэффициент – 1,15

-Коэффициент за безводность –1,2

-Поправочный коэффициент – 1,3

В связи с неоднократным повышением уровня минимальной заработной платы к сборнику «Инженерно-геодезические изыскания», применяется коэффициент – 3,2.

Состав бригады:

-Геодезист – 1

-Помощник геодезиста – 2

Заработная плата берётся 40 % от сметной стоимости выполняемых работ, которая будет равняться (789 636,776) тг.

-Геодезист 429 636,776 тг.

-Помощник геодезиста 180000х2 тг.

Смета же составлена для вычисление заработной платы геодезиста, на один месяц. С учетом всех поправочных коэффициентом. Зарплата старшего геодезиста составляет 429 636,776 тг. Помощник геодезиста 180 000 тг.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломной работе было произведено проектирование инженерно – геодезических сетей.

На выбранном участке была запроектирована государственная геодезическая сеть 2 класса методом триангуляции. Сети были запроектированы согласно все правилам и требованиям построения.

При проектировании сети триангуляции обязательным условием было проверка видимости между проектируемыми пунктами, в противном случае нужно было провести расчет сигналов.

В результате оценки триангуляционного хода знаменатель допустимой невязки лежит в пределах допустимого значения ( 1/300 000).

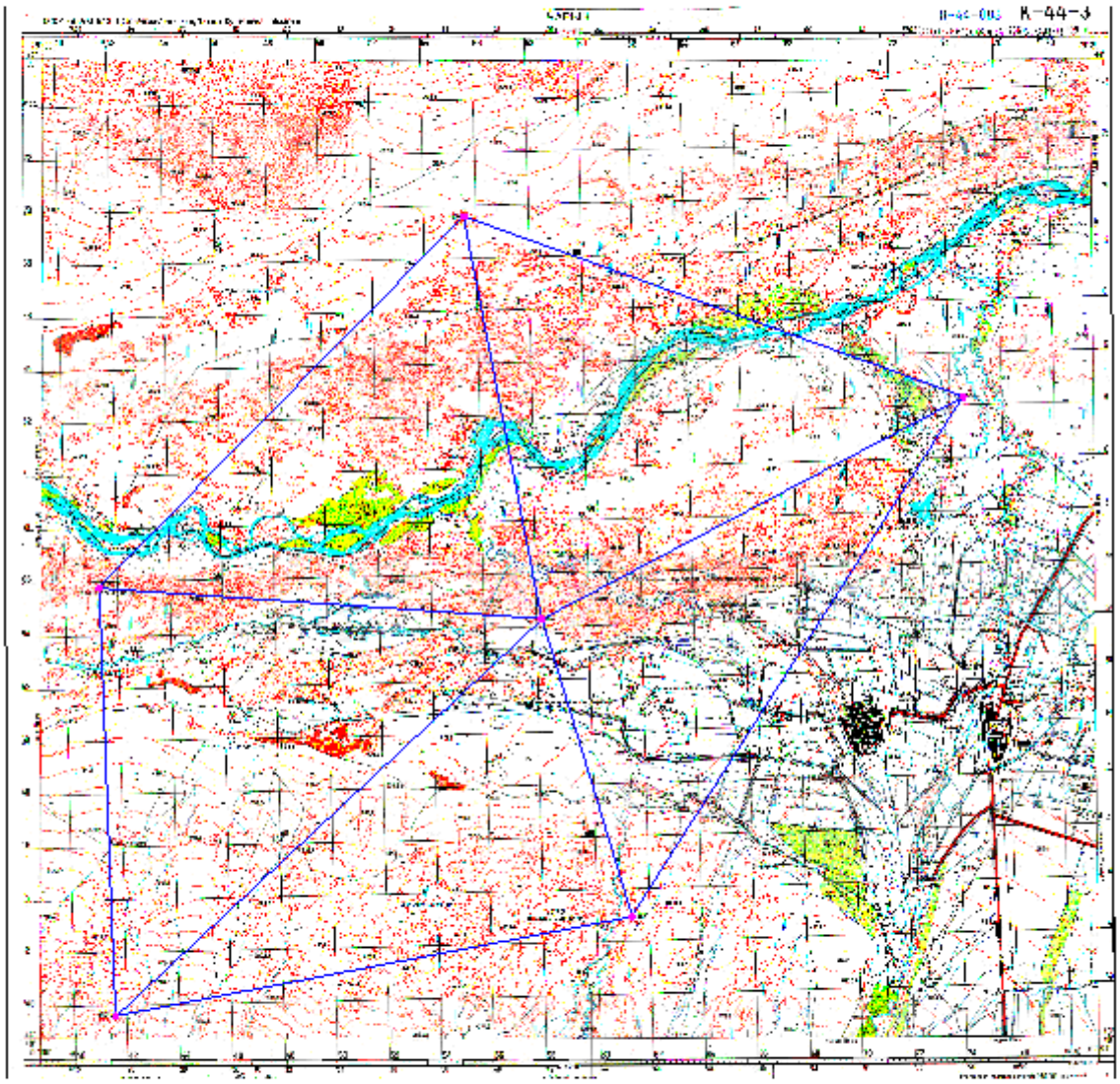
Для написания дипломной работы на карте масштаба 1: 100 000 запроектировала сеть из 5 треугольников согласно требованиям, со сторонами от 2 – 7 км, составила программу съемки, установку пунктов и научилась составлять сметную документацию.

По итогам работы был создан проект по созданию геодезической сети триангуляции. В результате проделанных работ по проекту, должны быть получены координаты и относительные высоты точек, которые необходимы для создания геодезической опорной сети.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. М.М.Молдабеков, Г.Т.Мурзакулов, М.Р.Нургужин, М.Ж.Сагындык, О.А.Алипбеки, А.Е.Ашуров «Геоцентрические системы координат и актуальные проблемы модернизации государственной геодезической сети».
2. Спутниковые навигационные системы: вузовская книга/Липкин И.А.- М.:, 2001.
3. Основы высшей геодезии:учебник/Хаимов З.С.- М.: Недра, 1982.
4. Курс высшей геодезии: вузовская книга/Закатов П.С. – М.: Недра, 1976.
5. Геодезия и картография, журнал М.: Недра
6. Агентство Республики Казахстан по управлению земельными ресурсами «Основные положения о государственной геодезической и нивелирной сетях Республики Казахстан». – Астана, 2009.
7. Г.Д.Сыздыкова «Развитие сети референцных станции в Казахстане», - Астанатопография, 2007.
8. http://geo-s.sibstrin.ru/l
9. СЦИ РК 8.03-04-2017 «Сборник цен на геодезические изыскания в строительстве». – Нур – Султан, 2019.
10. ЕНВР «На топографические и геодезические работы часть I полевые работы» 2003 г.
11. ЕНВР «На топографические и геодезические работы часть IIкамеральные работы» 2003 г.

Приложение А




Графическая схема ГГС 2 класса

Смета на проектирование ГГС 2 класса

| № | Наименование работ | Объем | Стоимость единицы объема, тг. | Поправочный коэффициент | Общая стоимость, тг. |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Рекогносцировочное обследование пунктов триагуляции | 6 пунктов | 7821 | 1,15 | 53964,9 |
| 2 | GPS - координирование пунктов | 6 пунктов | 23236 | 1,15 | 160328,4 |
| 3 | Закладка реперов | 5 пунктов | 35274 | 1,3 | 229281 |
| 4 | Камеральная обработка | 40 га | 16154 | 1,3 | 21000,2 |
| 5 | Стоимость внутреннего транспорта | 1 | 140000 | 0,06 | 8400 |
| 6 | Стоимость внешнего транспорта | 1 | 146255 | 0,28 | 40951,4 |
| 7 | Расходы на содержание базы | | 146255 | 1,3 | 190131,5 |
| 8 | Полевое довольствие | | 150000 | 1,8 | 270000 |
| 9 | Амортизация производственного оборудования | 1 | 5800 | | 5800 |
| 10 | Оплата труда: | | 300000 | | 300000 |
| | геодезист | 1 | 150000 | | 15000 |
| | помощник геодезиста | 2 | 75000 | | |
| 12 | Итого с учётом добавочных коэффициентов | | | | 1279857,4 |