

УДК 528.3: 528.063.1: 528.21

На правах рукописи

УРАЗАЛИЕВ АСЕТ СЕЙСЕНБЕКОВИЧ

**Модернизация местной геодезической сети города Алматы с
применением спутниковых и гравиметрических данных**

6D071100 - Геодезия

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Научные консультанты:
к.т.н., ассоц.профессор Мейрамбек Г.
PhD, Шоганбекова Д.А.

Зарубежный научный консультант:
PhD, Roman Shults

Республика Казахстан
Алматы, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	5
ВВЕДЕНИЕ	7
1 СОСТОЯНИЕ МЕСТНОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЕТИ ГОРОДА АЛМАТЫ И АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРОБЛЕМ	14
1.1 Характеристика местной геодезической сети города	14
1.2 Состояние точности и устойчивости локальной геодезической сети под влиянием природных и техногенных процессов	21
1.3 Выводы по главе 1	27
2 СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ МОДЕРНИЗАЦИИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	30
2.1 Зарубежный опыт по модернизации геодезической сети	30
2.2 Отечественный опыт по модернизации геодезической сети	36
2.3 Выводы по главе 2	39
3 ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ТРАНСФОРМАЦИИ КООРДИНАТ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ГЕОИДА ГОРОДА АЛМАТЫ	42
3.1 Обследование геодезических пунктов АГС города Алматы	42
3.2 Проведение спутниковых (GNSS) наблюдений на пунктах геодезической сети	46
3.3 Обработка полученных спутниковых данных в программном комплексе GAMIT/GLOBK	47
3.4 Уравнивание геодезической сети и получение высокоточных координат и высот пунктов	52
3.5 Обоснование выбора априорных файлов (apf)	53
3.6 Формирование базы гравиметрических данных (комбинирование наземных и глобальных данных) для территории исследования	62
3.7 Анализ и оценка точности цифровых моделей рельефа (ЦМР)	69
3.8 Оценка и подбор глобальной геопотенциальной модели (ГГМ)	77
3.9 Выводы по главе 3	82
4 ТРАНСФОРМАЦИЯ КООРДИНАТ МЕЖДУ ЛОКАЛЬНОЙ И ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМАМИ КООРДИНАТ	86
4.1 Конформное преобразование Гельмерта (4-параметрическая модель)	88
4.2 Билинейное преобразование	89
4.3 Аффинное преобразование координат	90
4.4 Полиномиальное преобразование второго и третьего порядка	91
4.5 Полиномиальный конформный метод преобразования второго и третьего порядка	94
4.6 Сравнительный анализ точности методов трансформации координат	96
4.7 Выводы по главе 4	98
5 ПОСТРОЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ГЕОИДА ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА АЛМАТЫ	101
5.1 Методика вычисления и построения локальной модели геоида	101