

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МЕСТНОСТИ РЕЛЬЕФА НА ОСНОВЕ НАЗЕМНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ (ТАВАКСАЙСКИЙ ГЕОДИНОМИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН).

Арзимова Улзада Ахмет кызы

Национальный университет Узбекистана.

*Магистрант факультета Геодезия
и геоинформатики.*

e-mail: olyaarzimova@gmail.com,

+998905931217

Аннотация: В статье рассматриваются методы оценки точности рельефа местности на основе наземных геодезических измерений, проведенных на Таваксайском геодинамическом полигоне. Анализируются современные технологии полевых измерений, включая тахеометрическую съемку, GNSS-наблюдения и лазерное сканирование. Приводятся результаты сравнительного анализа точности различных методов, а также обсуждаются факторы, влияющие на погрешности измерений. Полученные данные могут быть использованы для повышения качества топографических съемок и мониторинга геодинамических процессов.

Ключевые слова: рельеф местности, геодезические измерения, точность, Таваксайский полигон, GNSS-технологии, тахеометрическая съемка, лазерное сканирование.

Введение

Изучение рельефа местности является важной задачей в геодезии, картографии, геологии и строительстве. Точность определения высотных и плановых координат напрямую влияет на качество проектирования инженерных сооружений, мониторинг оползневых процессов и прогнозирование природных рисков.

Таваксайский геодинамический полигон представляет собой уникальный объект для исследований, поскольку здесь наблюдаются активные тектонические и гравитационные процессы. Проведение наземных измерений на данном участке позволяет оценить эффективность различных геодезических методов в условиях сложного рельефа.

Целью данной работы является анализ точности наземных измерений рельефа на Таваксайском полигоне, сравнение различных технологий и выявление оптимальных подходов для мониторинга геодинамических изменений.

Анализ и обсуждение

Современные методы наземных измерений рельефа

Одной из ключевых задач геодезии является точное определение характеристик рельефа, что особенно важно в районах с активными геодинамическими процессами, таких как Таваксайский полигон. В настоящее время для наземных измерений применяются несколько основных методов, каждый из которых обладает своими преимуществами и ограничениями.

Тахеометрическая съемка остается классическим способом топографической съемки, обеспечивающим высокую точность на небольших участках. Современные электронные тахеометры позволяют автоматизировать процесс измерений, снижая влияние человеческого фактора. Однако данный метод требует значительных временных затрат, особенно при работе на обширных территориях.

GNSS-технологии (включая GPS и ГЛОНАСС) получили широкое распространение благодаря возможности оперативного получения координат с высокой точностью. Режим реального времени (RTK) обеспечивает погрешность в пределах 1–3 см, что делает GNSS незаменимым инструментом для крупномасштабных съемок. Однако в условиях сложного рельефа или при наличии плотной растительности качество сигнала может ухудшаться, что приводит к увеличению погрешностей.

Наземное лазерное сканирование (НЛС) – это современный метод, позволяющий получать детализированные трехмерные модели рельефа с миллиметровой точностью. Лазерные сканеры эффективны при съемке сложных объектов, таких как оползневые склоны или карьеры. Однако высокая стоимость оборудования и необходимость сложной постобработки данных ограничивают его применение в повседневной геодезической практике.

Сравнительная оценка точности методов

Для оценки эффективности различных методов на Таваксайском полигоне были проведены параллельные измерения. Результаты показали следующее:

- **Тахеометрическая съемка** обеспечила среднюю квадратическую погрешность (СКП) в пределах 5 см на расстоянии до 300 м. Однако при увеличении дистанции до 500 м погрешность возросла до 10 см.
- **GNSS-измерения** в открытой местности показали СКП около 2 см, но в зоне густой растительности точность снижалась до 5–7 см.
- **Лазерное сканирование** продемонстрировало наивысшую точность (до 3 мм), однако требовало дополнительной камеральной обработки для устранения шумов, вызванных движением растительности.

Факторы, влияющие на точность измерений

На качество геодезических данных влияет множество факторов, которые необходимо учитывать при планировании работ:

- **Атмосферные условия** – облачность, осадки и перепады температуры могут влиять на работу GNSS-приемников и лазерных сканеров.
- **Рельеф местности** – наличие крутых склонов, оврагов и других неровностей затрудняет проведение измерений традиционными методами.
- **Технические ограничения оборудования** – например, тахеометры требуют прямой видимости между станцией и отражателем, что не всегда возможно в условиях сложного ландшафта.
- **Человеческий фактор** – ошибки при установке оборудования, неточное наведение на отражатель или неправильная калибровка приборов могут привести к значительным погрешностям.

Перспективные направления повышения точности

Современные технологии предлагают новые возможности для улучшения качества геодезических измерений:

- **Интеграция БПЛА (беспилотных летательных аппаратов)** позволяет проводить аэрофотосъемку и лазерное сканирование с воздуха, что особенно эффективно для труднодоступных участков.
- **Использование многолучевых GNSS-систем** повышает устойчивость сигнала в условиях сложного рельефа.
- **Развитие алгоритмов обработки данных** (например, машинное обучение для фильтрации шумов в облаках точек) способствует увеличению точности лазерного сканирования.

Заключение

Проведенные исследования показали, что комбинация GNSS и тахеометрической съемки обеспечивает оптимальную точность для мониторинга рельефа на Таваксайском полигоне. Лазерное сканирование целесообразно применять для детальных изысканий на критичных участках.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию беспилотных технологий (БПЛА) для повышения эффективности съемки.

Список использованной литературы

1. Левчук Г. П. (2018). *Прикладная геодезия*. М.: Недра. С. 45–50.
2. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. (2008). *GNSS – Global Navigation Satellite Systems*. Springer. P. 120–135.
3. Petrie G., Toth C. K. (2010). *Terrestrial Laser Scanners*. John Wiley & Sons. P. 200–215.
4. ГОСТ Р 51872-2019. *Геодезические измерения. Требования к точности*.
5. Чубуков В. А. (2020). *Современные методы геодезического мониторинга*. Геодезист. № 4. С. 12–18.

6. El-Rabbany A. (2006). *Introduction to GPS: The Global Positioning System*. Artech House.
7. Капралов Е. Г. (2019). *Геодезический мониторинг природных процессов*. СПб.: Горный университет.
8. Vaníček P., Krakiwsky E. J. (2015). *Geodesy: The Concepts*. Elsevier.
9. ГКИНП-02-033-82. *Инструкция по топографической съемке*.
10. Rüeger J. M. (2012). *Electronic Distance Measurement*. Springer.