

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Сәтбаев Университеті

Ө.А.Байқоңыров атындағы Тау-кен металлургия институты

«Маркшейдерлік іс және геодезия» кафедрасы

7M07306 Геопространственная цифровая инженерия  
МАР2692 «Инновационные технологии в маркшейдерском  
деле»

5 лекция. Методика прогноза устойчивости откосов на основе электронной тахеометрии.

---

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ: РНД, АССОЦ.ПРОФ. КОЖАЕВ Ж.Т.

АЛМАТЫ 2024

# Введение

---

Электронная тахеометрия — один из ключевых методов в маркшейдерии, который позволяет точно и оперативно мониторить состояние откосов карьеров и склонов. Прогнозирование устойчивости откосов является важной задачей, поскольку их обрушения могут повлечь за собой аварийные ситуации, нанося ущерб рабочим и оборудованию, а также нарушая производственные процессы. Использование электронных тахеометров позволяет получать высокоточные данные, необходимые для оценки устойчивости откосов и предотвращения аварий.

# 1. Основные задачи прогноза устойчивости откосов

---

Прогноз устойчивости откосов заключается в оценке текущего состояния склонов и прогнозировании возможных деформаций и обрушений. Основные задачи, решаемые при прогнозе устойчивости:

Определение текущего положения контрольных точек на откосах.

Мониторинг смещений и изменений в пространственном положении склонов.

Оценка потенциальной угрозы обрушений.

Своевременное предупреждение опасных ситуаций и принятие мер по укреплению склонов или корректировке их углов наклона.

## 2. Принципы метода электронной тахеометрии в прогнозировании устойчивости откосов

---

Электронные тахеометры позволяют выполнять высокоточные измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов, что делает их полезным инструментом для маркшейдерских наблюдений за откосами карьеров. Основные принципы применения тахеометров для прогноза устойчивости откосов:

**Создание сети контрольных точек:** Для начала наблюдений создается сеть точек, расположенных на поверхности откоса, которые будут служить опорными для регулярных измерений.

**Периодические наблюдения:** Регулярные измерения помогают фиксировать малейшие смещения контрольных точек и выявлять тенденции деформации откосов.

**Анализ смещений и их динамики:** Данные о смещениях точек позволяют анализировать, как меняется состояние откоса со временем, и делать выводы о его устойчивости.

**Прогнозирование на основе тенденций:** Если данные показывают ускорение смещений или изменение характера деформаций, это может быть признаком грядущего обрушения, что позволяет своевременно принять меры.

# 3. Процесс инструментальных наблюдений за откосами с помощью электронного тахеометра

---

Процесс наблюдений за устойчивостью откосов с использованием электронного тахеометра включает несколько этапов:

## **Размещение контрольных точек**

- На поверхности откоса размещаются специальные марки, которые будут служить контрольными точками для тахеометрических наблюдений.
- Контрольные точки располагаются на ключевых участках откоса — тех, которые подвержены наибольшей деформациям, и на важных конструктивных элементах.

## **Проведение первоначальных измерений**

- Первые наблюдения позволяют зафиксировать исходное положение контрольных точек.
- Эти данные будут использованы как эталонные, с которыми будут сравниваться последующие измерения.

## **Регулярные повторные измерения**

- В зависимости от условий, наблюдения за точками выполняются через определенные интервалы времени.
- Каждое новое измерение сравнивается с эталонным, что позволяет выявить изменение положения контрольных точек и определить характер смещений.

## **Анализ и интерпретация данных**

- Собранные данные анализируются с помощью специализированного программного обеспечения, которое позволяет построить графики смещений и выявить их динамику.
- На основе этих графиков можно сделать выводы о направлении и скорости смещения, а также об изменениях угла наклона.

## 4. Методика прогноза устойчивости откосов на основе анализа данных тахеометрии

---

Для прогноза устойчивости откосов анализируются следующие аспекты:

**Направление и величина смещения:** Если смещения точек направлены в сторону откоса и их величина увеличивается, это может указывать на постепенную потерю устойчивости.

**Скорость смещения:** Увеличение скорости смещений свидетельствует о том, что откос становится менее устойчивым, и может указывать на нарастающий риск обрушения.

**Анализ деформационных изменений по профилю откоса:** Используются графики и трехмерные модели, чтобы проанализировать, как смещения распределены по всей поверхности откоса. Это помогает определить критические зоны.

**Выявление изменений в угле наклона:** Изменение угла наклона откоса относительно исходного значения позволяет оценить риск обрушения.

# 5. Программное обеспечение для обработки данных тахеометрии

---

Современные электронные тахеометры поставляются с программным обеспечением, которое позволяет обрабатывать данные наблюдений, строить графики и модели. Наиболее популярные программы для анализа данных тахеометрии:

**Trimble Business Center** и **Leica Geo Office**: ПО, которое позволяет обрабатывать данные тахеометров, строить профили откосов и анализировать смещения контрольных точек.

**AutoCAD Civil 3D** и **Surfer**: используются для визуализации данных в виде трехмерных моделей, которые удобны для анализа состояния откосов.

**SPSS, ArcGIS** и другие программы для анализа геопространственных данных: помогают выявить тенденции смещений и оценить степень риска.

## 6. Преимущества и ограничения метода тахеометрии для прогноза устойчивости откосов

---

### **Преимущества:**

Высокая точность измерений, позволяющая фиксировать малейшие смещения.

Оперативность проведения измерений, возможность частого мониторинга.

Автоматизация наблюдений с помощью роботизированных тахеометров.

### **Ограничения:**

Зависимость от видимости контрольных точек (например, в плохих погодных условиях может быть затруднена съемка).

Необходимость периодического доступа к каждой контрольной точке для установки отражателей (в случае отсутствия безотражательного режима).

Ограниченный радиус действия по сравнению с лазерными сканерами.

# Заключение

---

Прогноз устойчивости откосов на основе электронной тахеометрии является надежным методом, который позволяет своевременно выявлять и предотвращать возможные аварийные ситуации. Использование электронных тахеометров обеспечивает высокую точность наблюдений, а программное обеспечение позволяет эффективно обрабатывать и анализировать данные для принятия решений. Комплексный подход с регулярными измерениями и анализом полученных данных позволяет маркшейдерам поддерживать безопасность на карьерах и производственных объектах.

## **Контрольные вопросы**

Каковы основные задачи прогноза устойчивости откосов на карьерах?

В чем заключается методика мониторинга откосов с помощью электронной тахеометрии?

Какие данные используются для анализа устойчивости откосов и выявления потенциальных обрушений?

Какую роль играет программное обеспечение в обработке данных, полученных с электронного тахеометра?

Какие преимущества и ограничения имеет метод тахеометрии для прогноза устойчивости откосов?