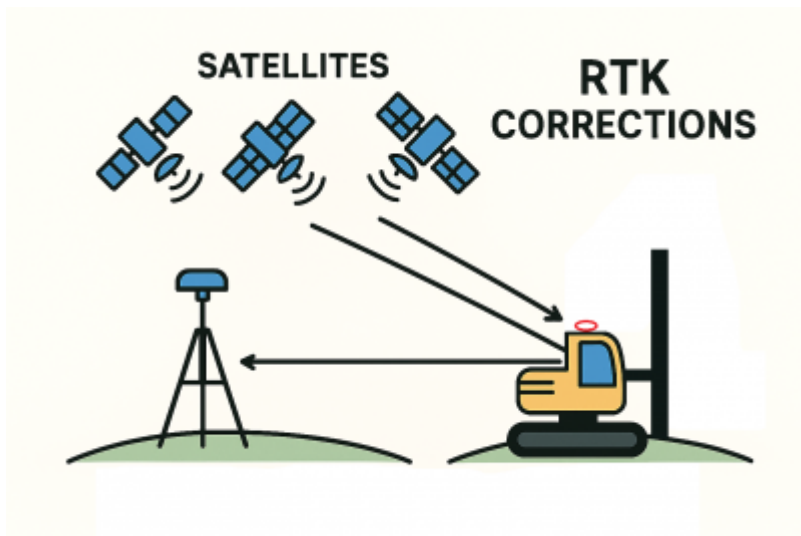


Принципы работы RTK-поправок и взаимодействие базовой станции с оборудованием на буровых установках



Введение

Real-Time Kinematic (RTK) — технология высокоточного позиционирования в реальном времени, используемая в:

- Геодезии
- Навигации
- Промышленных приложениях

Преимущество перед классическим GNSS: сантиметровая точность за счет корректировки данных от базовой станции.

1. Основные компоненты системы RTK

1.1 Базовая станция (Reference Station)

- Установка на точке с известными координатами
- Функции:
 1. Прием сигналов GNSS (GPS, ГЛОНАСС, Galileo)
 2. Вычисление поправок для:
 - Ионосферных/тропосферных задержек
 - Ошибок эфемерид
 - Погрешностей часов спутников
- Варианты передачи поправок:
 1. Радиоканал (UHF)

- 2. Мобильная сеть (NTRIP)
- 3. Локальная сеть

1.2 Оборудование на промышленном оборудовании

- В классическом варианте: мобильный GNSS-приемник (ровер)
- В промышленности: интегрированный GNSS-модуль в систему управления
- Принцип работы:
 - 1. Прием спутниковых сигналов
 - 2. Получение поправок от базовой станции
 - 3. Вычисление координат с точностью 1-3 см

2. Взаимодействие компонентов системы

2.1 Передача поправок

Способ передачи	Характеристики	Применение
Радиоканал (UHF/VHF)	Дальность 10-20 км, независимость от интернета	Локальные объекты
NTRIP (IP-сеть)	Через мобильный интернет/VPN	Удаленная техника
LAN-сети	Проводные/беспроводные решения	Локальные сети предприятия

2.2 Обработка данных

- Получение сырых измерений и поправок
- Применение RTK-алгоритмов
- Передача точных координат в:
 - 1. Системы автоматизации
 - 2. Системы управления направлением

3. Особенности работы на буровых

3.1 Проблемы и решения

- **Вибрации и помехи:**
 - 1. Решение: антивибрационные GNSS-антенны с фильтрацией
- **Удаленность базовой станции:**
 - 1. Решение: NTRIP с сотовой связью или ретрансляторы
- **Требования к точности:**
 - 1. Дополнительный контроль:
 - Ориентации (азимут/наклон)
 - Положения в пространстве

3.2 Интеграция с системами управления

- Варианты интеграции:
 1. SCADA-системы
 2. ПО мониторинга процессов
- Синхронизация с:
 1. Гироскопами
 2. Инклинометрами
- Формирование комплексной системы позиционирования

4. Влияние потери связи

4.1 Кратковременный обрыв

- **При использовании NTRIP:**
 1. Автопереход в Single-режим (точность 1-5 м)
 2. Буферизация поправок (несколько секунд)
 3. Автовосстановление RTK
- **При использовании UHF:**
 1. Более стабильное соединение
 2. Аналогичный алгоритм восстановления

4.2 Длительный обрыв

- **Без резервирования:**
 1. Снижение точности до:
 - DGPS (0.5-2 м)
 - Standalone GNSS (2-5 м)
 2. Риск отклонений при точных работах
- **С резервированием:**
 1. Автопереключение UHF↔NTRIP
 2. Локальный сервер поправок
 3. Гибридные системы (радио + интернет)

4.3 Минимизация рисков

Рекомендуемые меры:

1. Дублирование каналов связи
2. Системы оповещения о потере RTK
3. Использование IMU для кратковременной компенсации
4. Регулярный мониторинг качества связи

5. Типы передаваемых сообщений от базовой станции

5.1 Основные форматы данных

- **RTCM 3.x** - современный стандарт:
 1. Поддержка всех систем GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou)
 2. Включает:
 - Поправки к измерениям псевдодалности
 - Фазовые измерения
 - Эфемеридные данные
 3. Версии:
 - RTCM 3.2 - базовая
 - RTCM 3.3 - улучшенная обработка GLONASS
 - RTCM 3.4 - поддержка Galileo и BeiDou
- **RTCM 2.x** - устаревший формат:
 1. Только GPS
 2. Ограниченная функциональность
 3. Используется в legacy-системах
- **CMR/CMR+** - проприетарные форматы:
 1. Компактное представление
 2. Используются некоторыми производителями оборудования

5.2 Состав передаваемых сообщений

- **Тип 1001-1004** - GPS поправки
- **Тип 1009-1012** - GLONASS поправки
- **Тип 1074-1084** - MSM (Multi-Signal Messages) для GPS
- **Тип 1094-1104** - MSM для GLONASS
- **Тип 1124-1134** - MSM для Galileo
- **Тип 1230** - сообщения о состоянии аппаратуры

5.3 Частота обновления данных

^ Тип данных	^ Частота обновления	^ Важность	^
Фазовые измерения	1-5 Гц	Критично	
Эфемериды	30-60 сек	Высокая	
Антиспуфинг	1 раз в сеанс	Средняя	
Состояние станции	1-10 Гц	Мониторинг	

5.4 Особенности для буровых установок

- Требования:
 1. Обязательная поддержка MSM сообщений
 2. Минимальная частота обновления 5 Гц
 3. Поддержка всех GNSS систем

- Рекомендации:
 1. Использовать RTCM 3.3 и выше
 2. Проверять полноту передаваемых сообщений
 3. Мониторить качество коррекций

Заключение

RTK-технология обеспечивает:

- Высокоточное позиционирование буровых
- Интеграцию с системами управления
- Минимизацию последствий потери связи

Рекомендации: внедрение гибридных систем с резервированием каналов.

См. также

- [RTK-технологии в геодезии](#)
- [Настройка базовой станции GNSS](#)
- [Резервирование GNSS-систем](#)

From:
<https://wiki.rit-it.com/> - **RIT Automation**

Permanent link:
https://wiki.rit-it.com/doku.php/share:manuals:rtk_manual?rev=1755224727

Last update: **2025/08/15 02:25**

