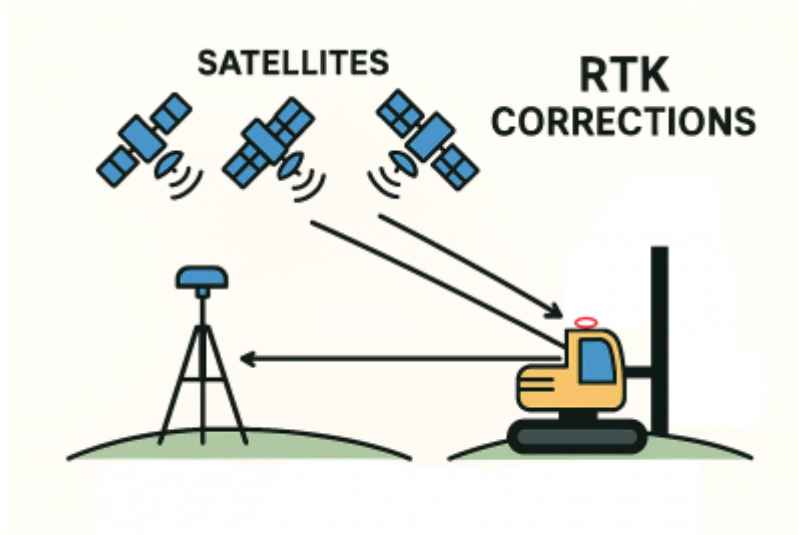


# Принципы работы RTK-поправок и взаимодействие базовой станции с оборудованием на буровых установках



## 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 псевдодальности
    - 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=1755224591](https://wiki.rit-it.com/doku.php/share:manuals:rtk_manual?rev=1755224591)

Last update: **2025/08/15 02:23**

