

# НАВИГАЦИЯ ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ ПОЛЯМ

Студент: Колесников А.В.

Группа: СМ5-18

Москва, 2015

## Закон тяготения Ньютона

---

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{l^2},$$

где  $G$  – гравитационная постоянная ( $6.67408 \times 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$ ),

$m_1$  и  $m_2$  – массы двух объектов,

$l$  – расстояние между этими двумя массами.

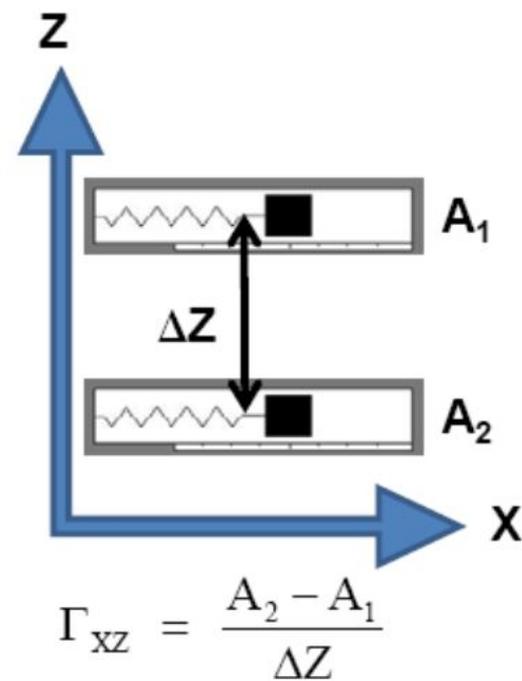
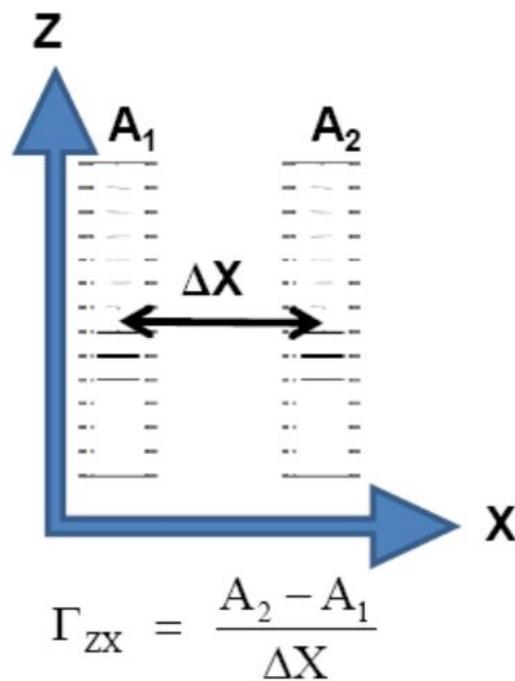
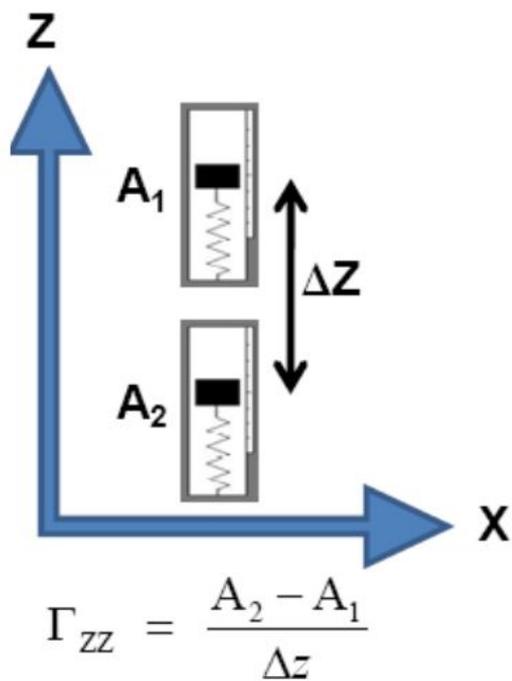
## Гравитационные градиенты:

---

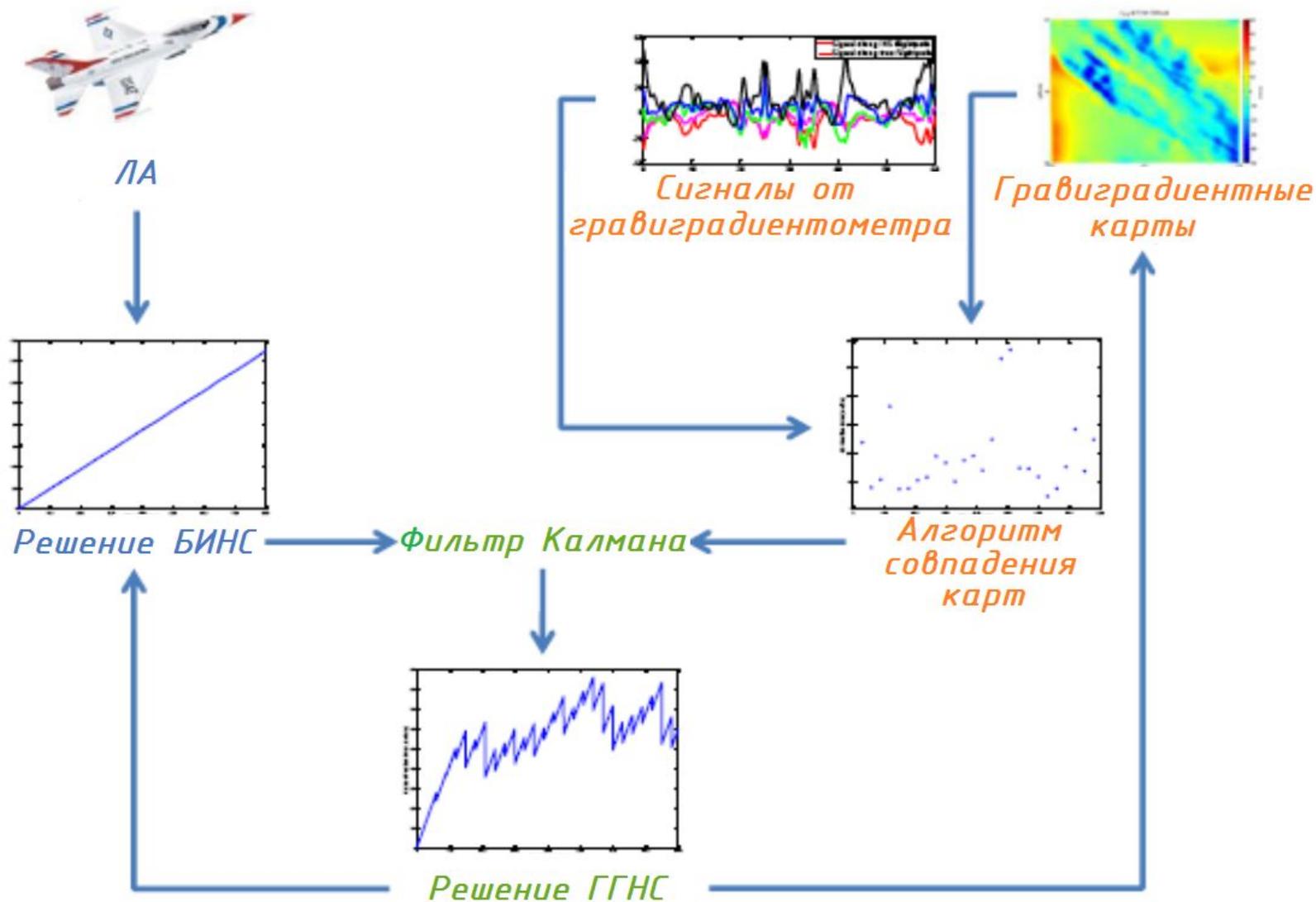
Гравитационные градиенты удобно представить, как тензор второго порядка с девятью компонентами. Следующие уравнения используют направления: север ( $N$ ), восток ( $E$ ), вниз ( $D$ ) системы координат.

$$\Gamma^n \equiv \nabla \nabla^T \phi_g = \begin{pmatrix} \Gamma_{NN} & \Gamma_{NE} & \Gamma_{ND} \\ \Gamma_{NE} & \Gamma_{EE} & \Gamma_{ED} \\ \Gamma_{ND} & \Gamma_{ED} & \Gamma_{DD} \end{pmatrix},$$

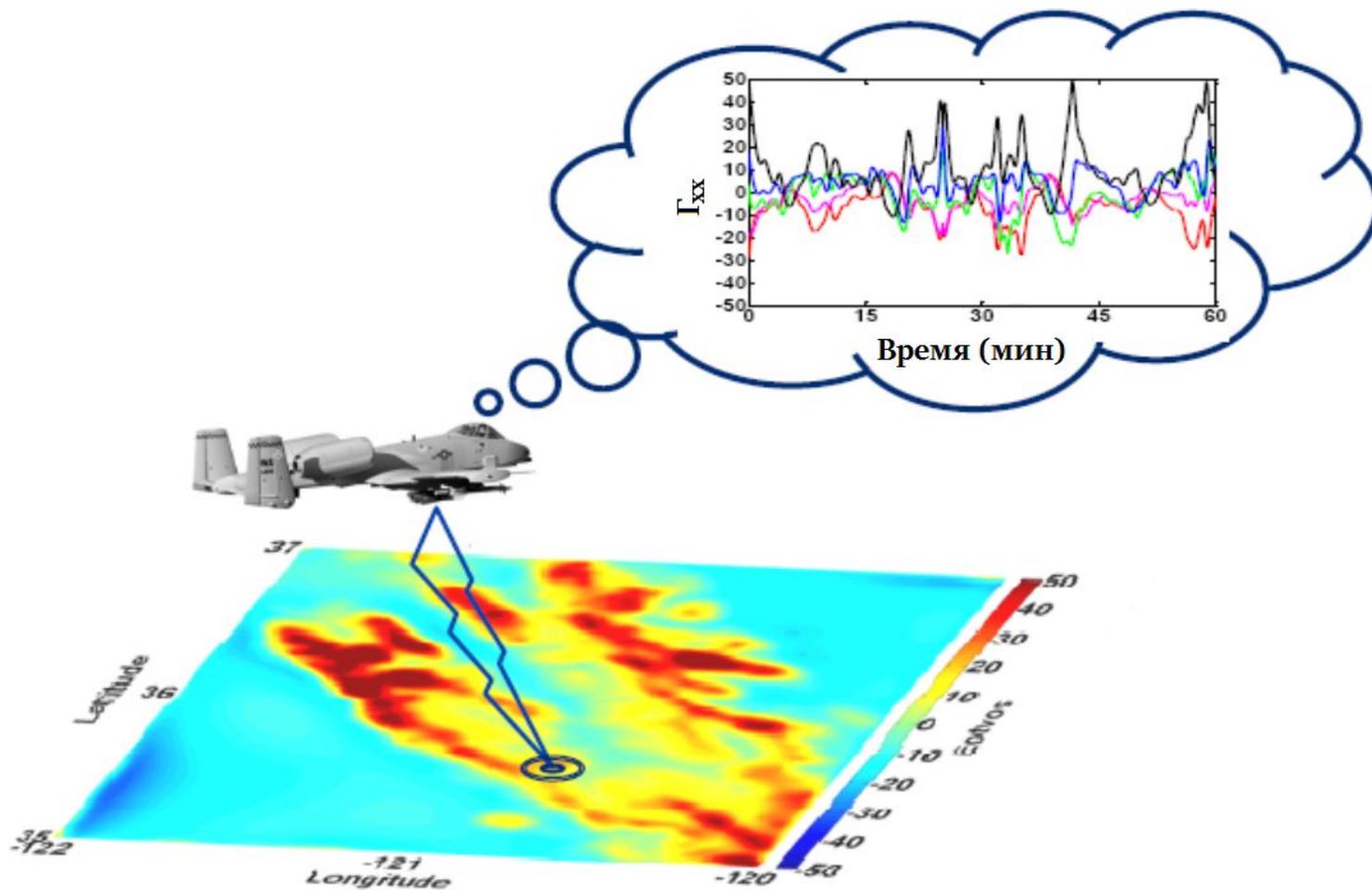
где, например,  $\Gamma_{NE}$  – изменение гравитационной силы в северном направлении для данного движения в восточном направлении.



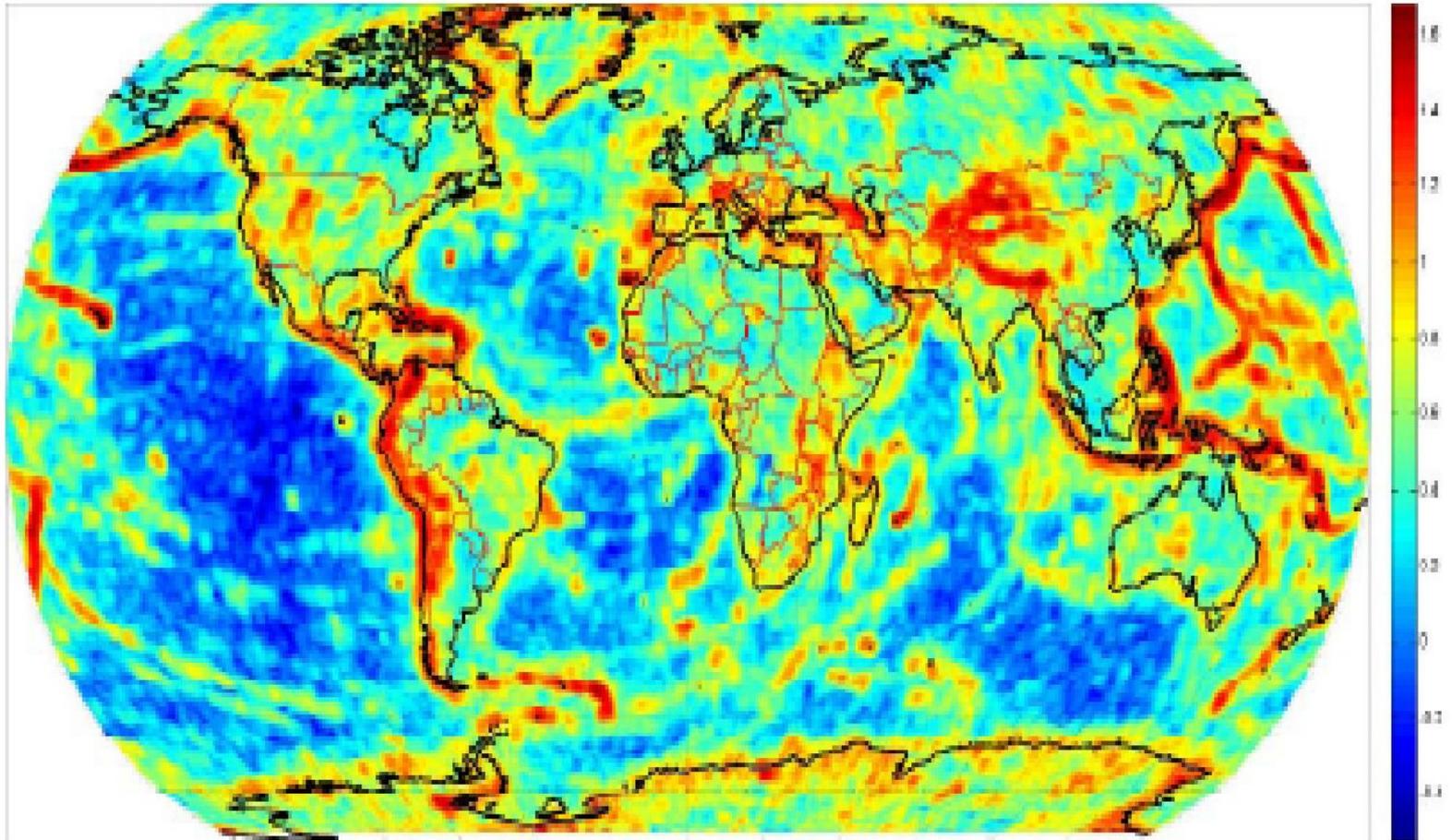
Гравитационные градиенты, измеряемые акселерометрами



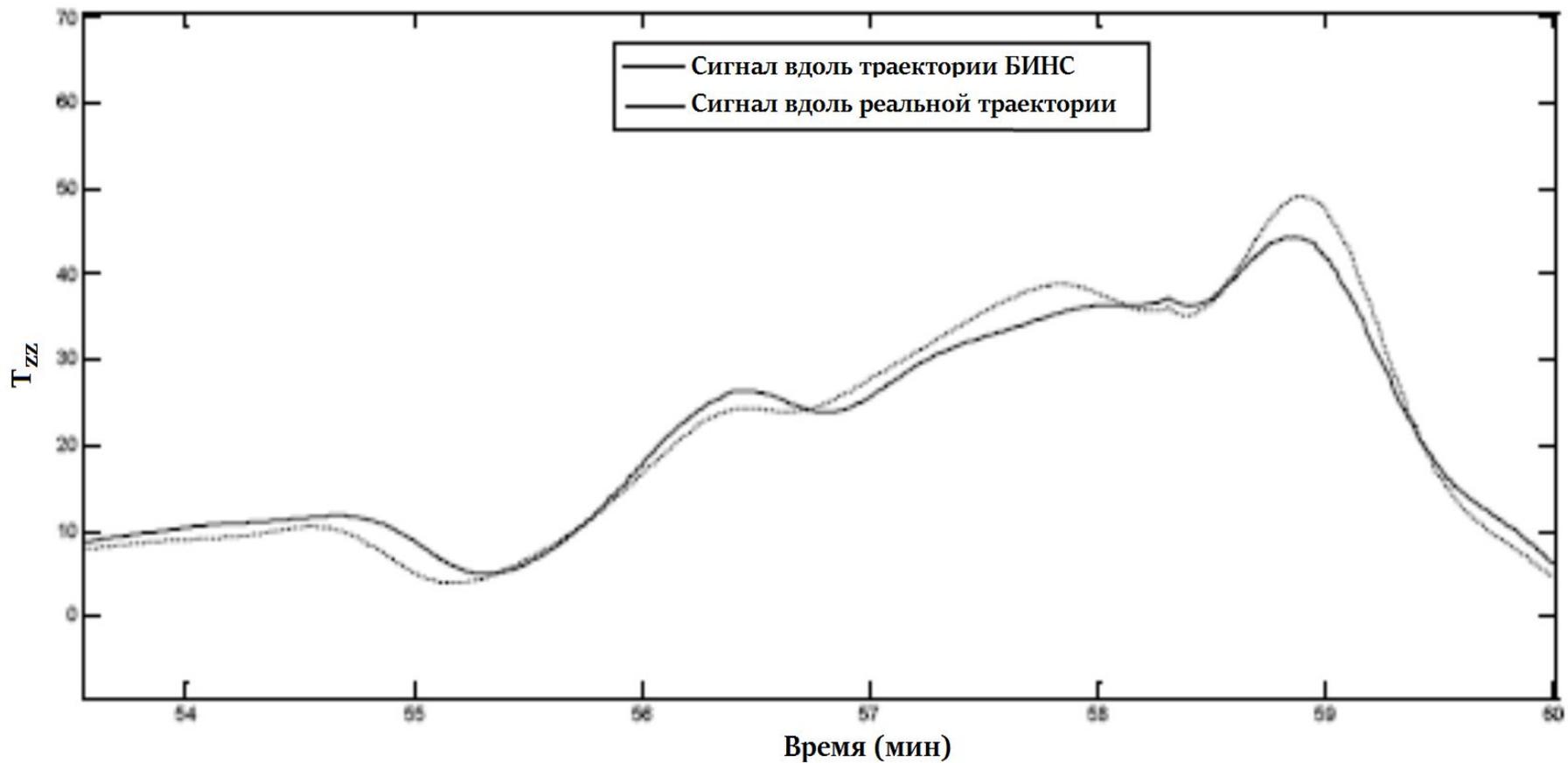
Алгоритм программы, моделирующей работу гравиградиентной навигационной системы



Алгоритм совпадения сигнала гравиградиентометра  
с картой



Карта для одной из компонент тензора градиента гравитации



Сигналы  $T_{zz}$  по истинной траектории полета и по траектории полета БИНС

---

Основным критерием оценки качества работы системы является **показатель эффективности**, который представляет из себя отношение ошибок определения местоположения при работе только БИНС, к ошибкам ГГНС:

$$Performance = \frac{BINSerr}{GGNSerr}.$$

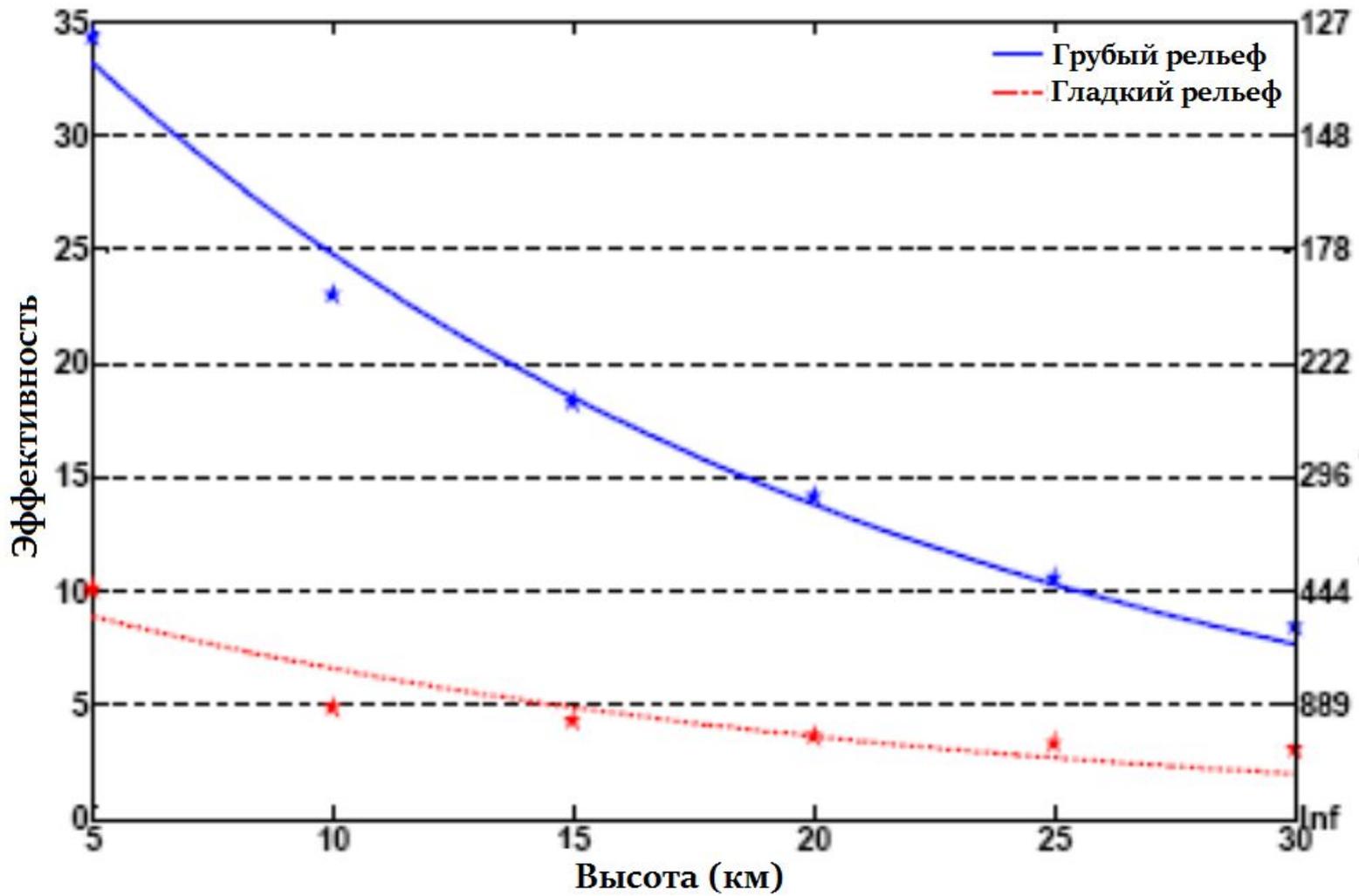
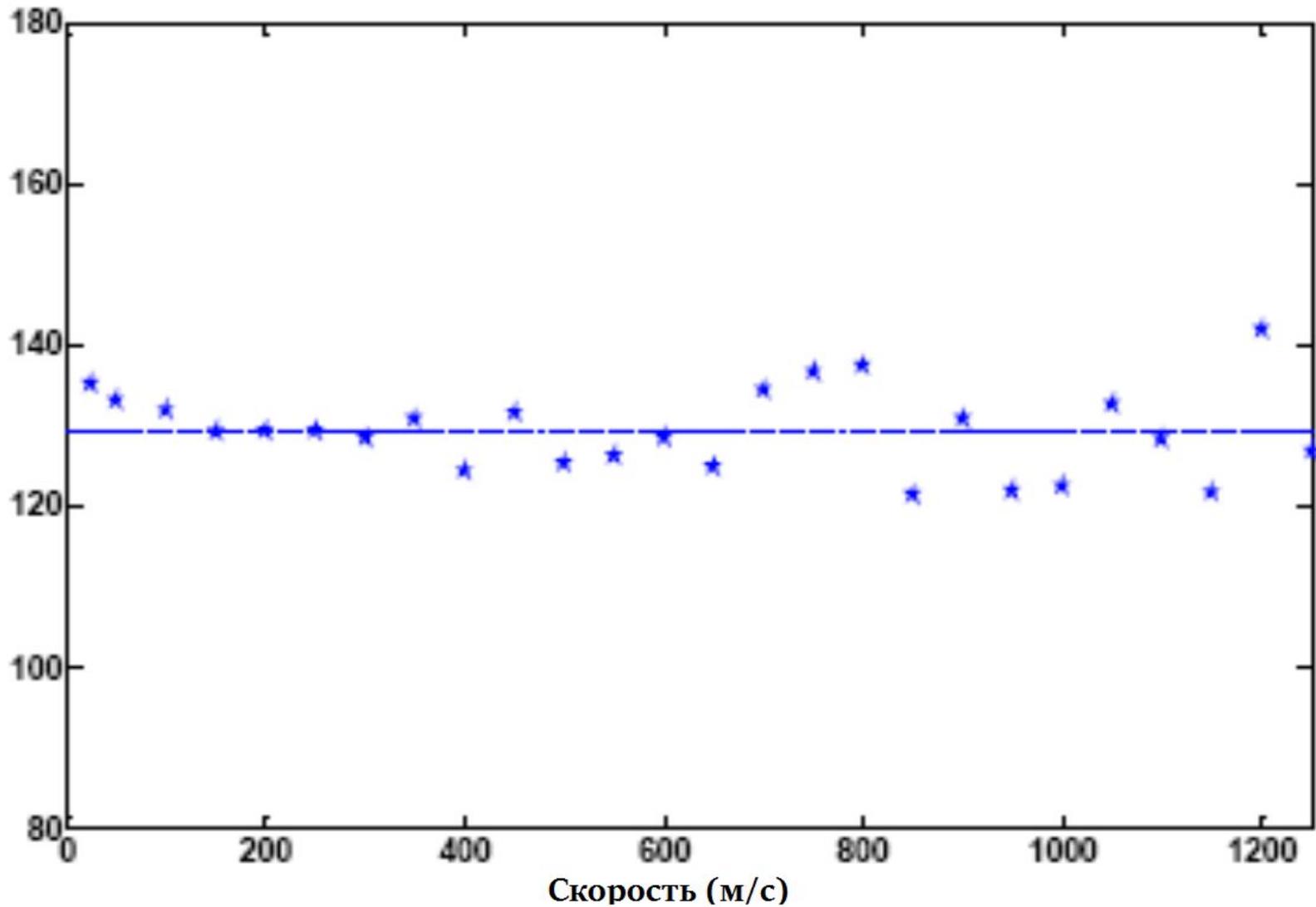
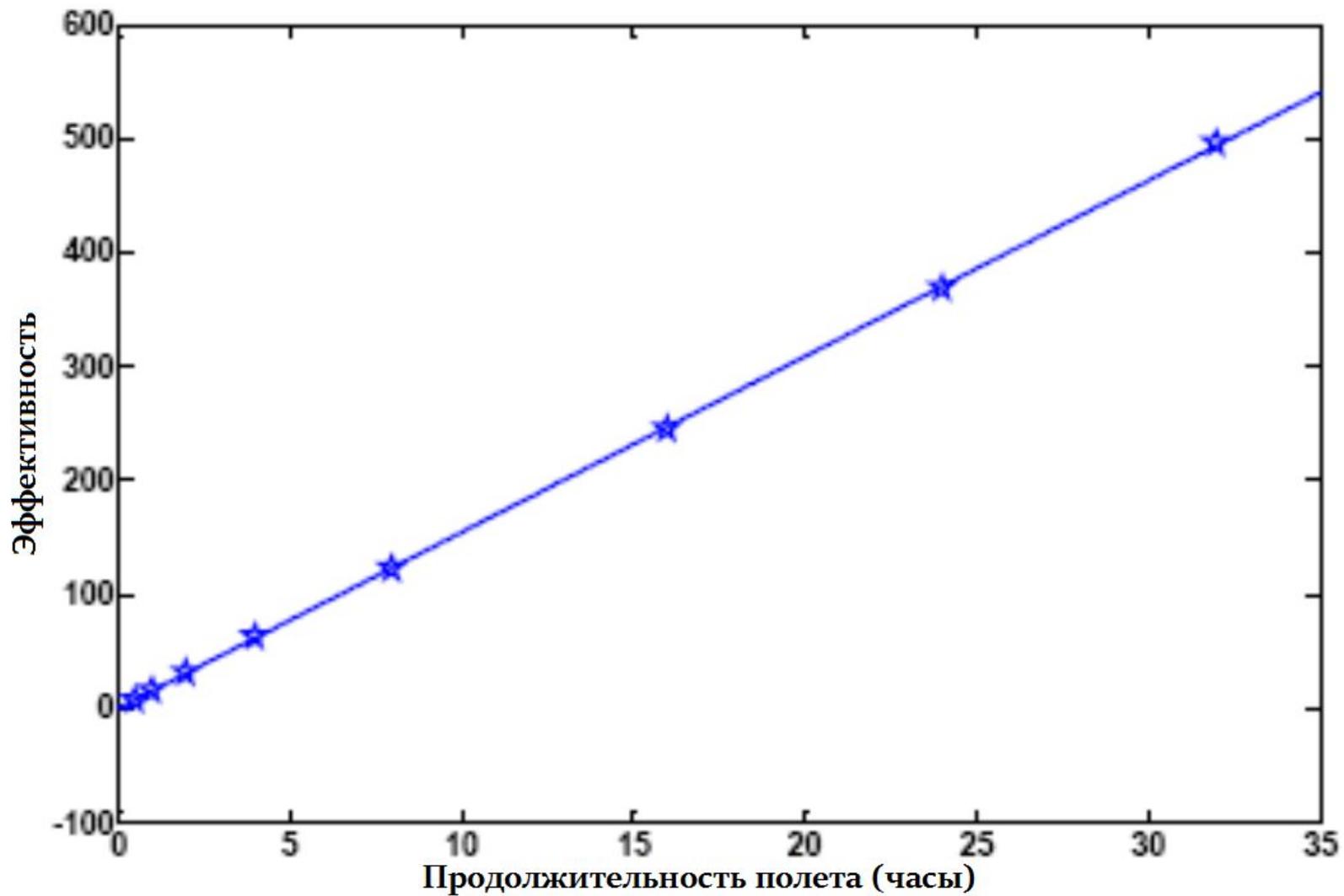


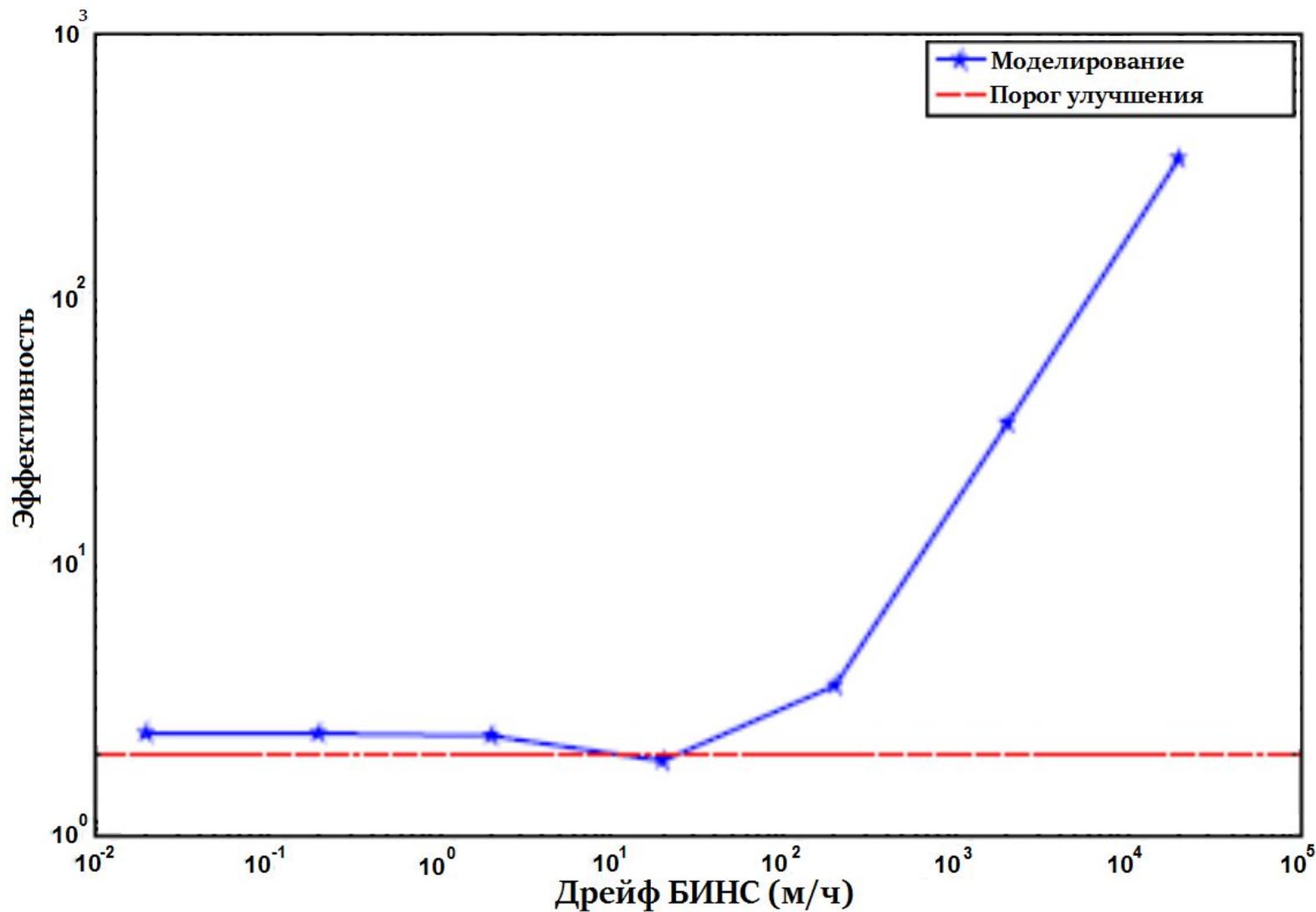
Рисунок 12 – Влияние высоты и типа рельефа на показатель эффективности



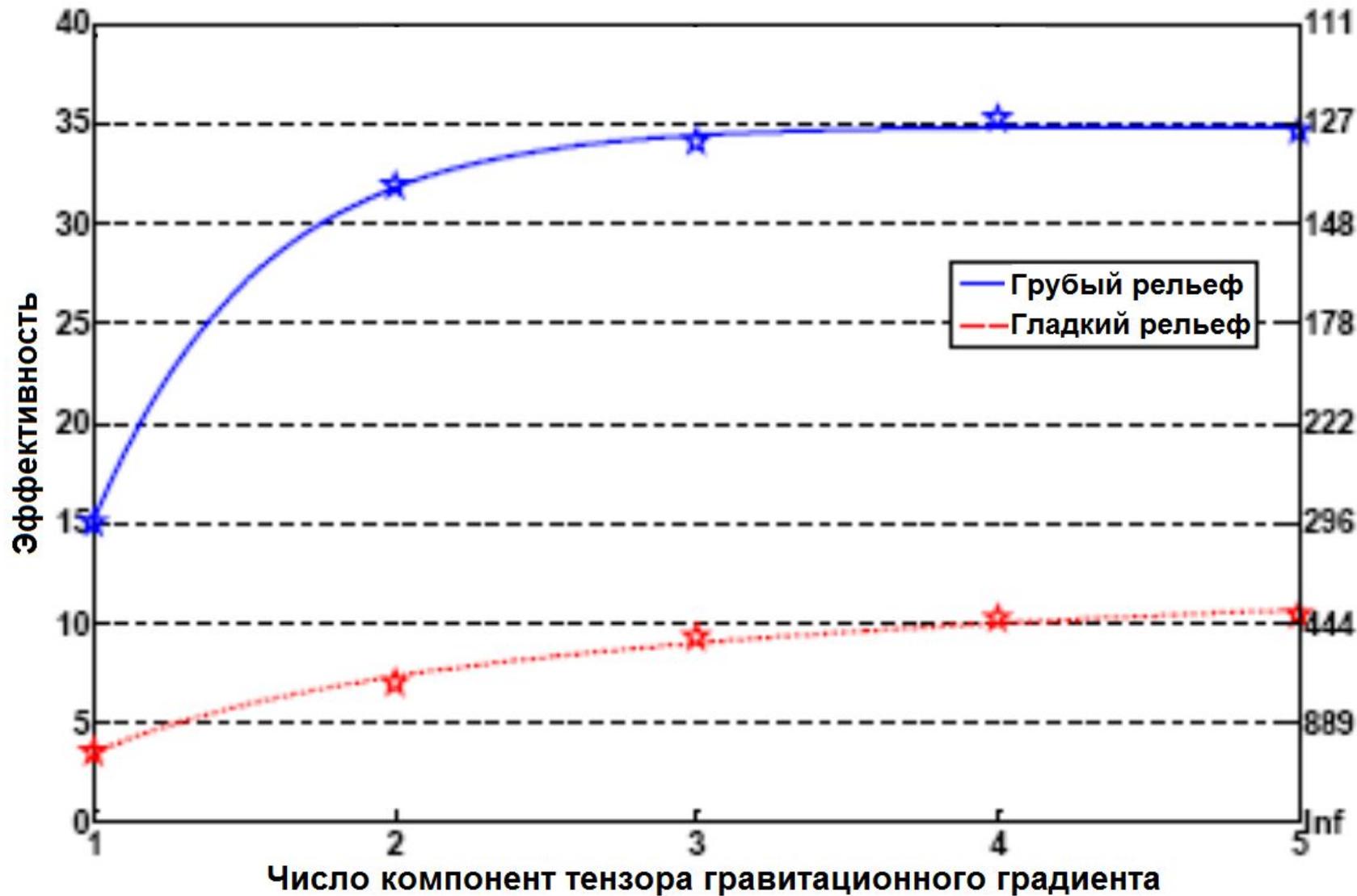
Влияние скорости полета на вероятное отклонение ГГНС, м



Влияние продолжительности полета на показатель эффективности



Влияние скорости дрейфа БИНС на показатель эффективности



Влияние количества компонент тензора гравитации на  
эффективность ГГС