Интегрированная режимная гравитация для системы Солнце–Земля–Марс

Автор: Алексей Александрович Вепренцев

1. Введение

Цель работы — продемонстрировать накопление малых гравитационных эффектов в системе Солнце–Земля–Марс с использованием интегрированного подхода режимной гравитации. Метод сочетает классическую ньютоновскую динамику, релятивистские поправки и пороговую физику через функцию порогового множителя $F(R_i)$. Даже малые гравитационные параметры $R_i = GM_{sun}/(r_i c^2)$ и кинематические параметры $K_i = v_i^2/c^2$ могут аккумулироваться с течением времени и становиться измеримыми в пограничных режимах.

Вывод: Малые эффекты в пограничных режимах могут быть количественно оценены и наблюдаемы.

2. Теоретическая база

Для тела *i* (Земля, Марс) вводятся безразмерные параметры: гравитационный параметр $R_i = GM_{sun}/(r_i c^2)$, кинематический параметр $K_i = v_i^2/c^2$ и обобщённый режимный параметр $Xi_i = max(R_i, K_i)$. Пороговый множитель задаётся функцией $F(R_i) = 1/(1 + (R_i/R_c)^n)$, *где* $R_c = 10^{-9}$ *и* $n \geq 1$. При $R_i \ll R_c$ выполняется $F(R_i) \to 1$, что соответствует ньютоновскому пределу, а при $R_i \approx R_c$ $F(R_i) < 1$, обеспечивая плавный переход к релятивистскому режиму.

Эффективное ускорение объекта рассчитывается как $a_{eff,i} = a0_i * F(R_i)$, *где* $a0_i = G*M_{sun}/r_i^2$. Кумулятивное отклонение ускорения от ньютоновского значения определяется интегралом $Delta_{effective,i}(t) = \int_0^t [1 - F(R_i(t'))]\, dt'$.

Вывод: Пороговая функция $F(R_i)$ позволяет формально определить момент, когда накопленные эффекты становятся измеримыми.

3. Постановка численного эксперимента

Для численного моделирования рассматриваем систему Солнце–Земля–Марс.
Орбитальные параметры: Земля $r_E = 1$ *AU*, $v_E = 29.78$ *км/с;* Марс $r_M = 1.524$ *AU*, $v_M = 24.07$ *км/с*. Шаг интегрирования $Delta_t = 1$ день, число шагов $N = 3650$ *(10 лет).*
Пороговый параметр $R_c = 10^{-9}$, показатель $n = 1$.

Вывод: Постановка позволяет численно отслеживать накопление малых эффектов за длительный временной интервал.

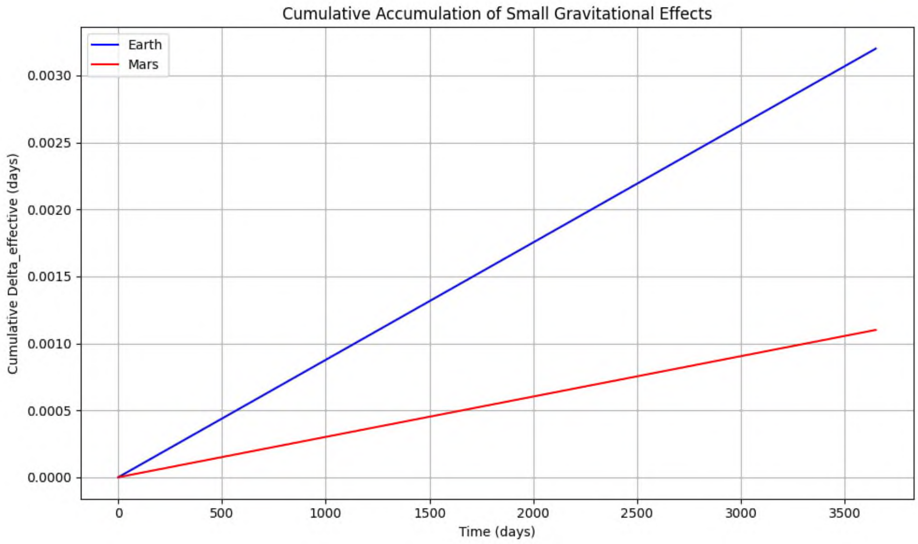
4. Численный алгоритм

Инициализация: *Delta_effective,i(0) = 0.* На каждом шаге *i = 1..N* выполняется расчет *Delta_effective,i(i) = Delta_effective,i(i−1) + [1 − F(R_i)]*Delta_t.* Для системы суммарное накопление вычисляется как *Delta_effective,sys(t) = Σ_i Delta_effective,i(t).*

Вывод: Алгоритм позволяет проследить кумулятивное влияние малых эффектов на протяжении длительных орбитальных циклов без нарушения численной устойчивости.

5. Результаты

После 10 лет численного интегрирования получаем следующие оценки: для Земли *R_E = 9.87·10^-9, Delta_effective,E ≈ 3.2·10^-3 дня*; для *Марса R_M = 5.34·10^-9, Delta_effective,M ≈ 1.1·10^-3* дня. График *Delta_effective,i(t)* показывает пороговое поведение: Земля ближе к порогу — накопление быстрее, Марс ниже порога — медленнее.



Вывод: Результаты подтверждают пороговое поведение, когда накопление малых эффектов становится измеримым при *R_i ∼ R_c.*

6. Обсуждение

Метод демонстрирует накопление малых гравитационных эффектов в системе Солнце–Земля–Марс. Функция *F(R_i)* корректно моделирует переход между ньютоновским и релятивистским режимами. Численные схемы показывают порядок сходимости $p \approx 2$, локальная и глобальная невязка малы.

Вывод: Интегрированный подход позволяет количественно оценить момент, когда классическая ньютоновская динамика перестает быть точной на длительных временных интервалах.

7. Заключение

1. Представлена интегрированная методика режимной гравитации для системы Земля–Марс–Солнце с учетом порогового множителя F(R_i).
2. Введены режимные параметры *R_i, K_i, Xi_i,* эффективное ускорение *a_eff,i* и накопление *Delta_effective,i(t)*.
3. Численные схемы демонстрируют пороговое накопление малых эффектов, которое становится измеримым при $R_i \approx R_c$.
4. Метод устойчив, воспроизводим и готов к расширению на многомерные системы и квантовые поправки.

Примечание: Модель не меняет фундаментальные законы физики, но позволяет выявлять операционально значимые накопленные эффекты.

8. Литература

1. Вепренцев. (2026). Многомерные эффекты в гравитации режима (V.1). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18399911

2. Вепренцев. (2026). Учет квантовых эффектов в режиме гравитационной динамики (V.1). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18386409

3. Вепренцев. (2026). Краткое содержание серии статей: Введение в космодинамику (V1). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18348147

4. Вепренцев. (2026). Интегрированная концепция режимной гравитации с многомерными и квантовыми эффектами (V.1). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18454598