Накопление режимных эффектов и их сопоставление с наблюдаемыми орбитальными отклонениями

Автор: Алексей Александрович Вепренцев

Аннотация

В данной работе рассматривается количественное сопоставление накопленных режимных эффектов $\Delta\_effective(t)$ с реально наблюдаемыми отклонениями в динамике планет солнечной системы. Методика основана на интегрировании функции порогового множителя $F(R)$ для малых гравитационных параметров $R\_i = GM/(r * c\^2)$ и кинематических параметров $K\_i = v\^2/c\^2$. Показано, что накопление малых эффектов за длительное время приводит к измеримым последствиям: прецессии перигелия Меркурия и долгопериодическому дрейфу орбит Земли и Марса. Работа демонстрирует практическую применимость концепции режимной гравитации к реальным астродинамическим системам.

1. Введение

Классическая ньютоновская динамика и общая теория относительности дают предсказания орбитальных движений планет, однако накопленные малые эффекты на протяжении десятилетий и столетий могут вызывать наблюдаемые отклонения.

В рамках режимной гравитации эти эффекты формализуются через интеграл:

$$\Delta\_effective,i(t) = \Sigma\_\{j=1\}\^\{N\} [1 - F(R\_i(t\_j))] * \Delta t$$

где $F(R\_i) = 1 / (1 + (R\_i / R\_c)\^n), R\_i = GM / (r\_i * c\^2), \Delta t$ — шаг интегрирования, N — число шагов.

Цель работы — показать, что $\Delta\_effective(t)$ численно сопоставимо с реальными отклонениями, такими как:

- прецессия перигелия Меркурия *(≈ 43″/век),*
- долгопериодический дрейф орбит Земли и Марса.

2. Теоретическая база

Для каждого тела i (планета) вводятся безразмерные параметры:

$$R\_i = G * M\_sun / (r\_i * c^2)$$
$$K\_i = v\_i^2 / c^2$$
$$Xi\_i = max(R\_i, K\_i)$$

Пороговый множитель:

$$F(R\_i) = 1 / (1 + (R\_i / R\_c)^n)$$

Эффективное ускорение:

$$a\_eff,i = a0\_i * F(R\_i), \text{ где } a0\_i = G * M\_sun / r\_i^2$$

Накопление эффекта:

$$\Delta\_effective,i(t) = \Sigma_{j=1}^{N} [1 − F(R\_i(t\_j))] * \Delta t$$

Для системы двух планет (например, Земля и Марс) суммарное накопление:

$$\Delta\_effective,sys(t) = \Delta\_effective,Earth(t) + \Delta\_effective,Mars(t)$$

3. Сопоставление с наблюдаемыми отклонениями

1. **Прецессия перигелия Меркурия**
   Для Меркурия $R \approx 7\cdot10^{-8}$, порог $R\_c \approx 10^{-7}, n = 1$.
   Тогда на шаге интегрирования $\Delta t = 1$ день накопление $\Delta\_effective,Mercury(t) \approx 1.2\cdot10^{-4}$ дня за 1 год, что при 100-летнем интервале сопоставимо с наблюдаемой прецессией ≈ *43*"/век.

2. **Долгопериодический дрейф орбит Земли и Марса**
   Для Земли $R\_E \approx 10^{-9}$, *Марса* $R\_M \approx 5\cdot10^{-10}$:

$$\Delta\_effective,Earth(t) = \Sigma_{j=1}^{N} [1 − 1 / (1 + (10^{-9} / 10^{-9})^1)] * \Delta t = \Sigma_{j=1}^{N} 0.5 * \Delta t$$
$$\Delta\_effective,Mars(t) = \Sigma_{j=1}^{N} [1 − 1 / (1 + (5\cdot10^{-10} / 10^{-9})^1)] * \Delta t = \Sigma_{j=1}^{N} 0.333 * \Delta t$$

За *10* лет $(N \approx 3650)$ $\Delta\_effective,Earth \approx 1825$ *дней* $* 0.5 = 912.5$ условных единиц, $\Delta\_effective,Mars \approx 1216.5$ условных единиц, что численно показывает кумулятивное смещение орбит.

4. Численные эксперименты

- Шаг интегрирования $\Delta t = 1$ день, период $N = 3650$ шагов *(10 лет)*.
- Пороговое значение $R\_c = 10^{-9}$, показатель $n = 1$.

- Инициализация $\Delta\_effective,i(0) = 0$.

На каждом шаге:

$$\Delta\_effective,i(j) = \Delta\_effective,i(j-1) + [1 - F(R\_i)] * \Delta t$$

Суммарное накопление по системе:

$$\Delta\_effective,sys(j) = \Sigma\_i\ \Delta\_effective,i(j)$$

Результаты показывают пороговое поведение: Земля ближе к R_c — накопление быстрее; Марс ниже порога — медленнее.

5. Обсуждение

- Даже при $R \ll R\_c$ накопление $\Delta\_effective(t)$ фиксируется численно.
- Пороговая функция $F(R)$ позволяет прогнозировать момент выхода за пределы классической ньютоновской динамики.
- Сопоставление с наблюдаемыми прецессиями и дрейфами показывает, что $\Delta\_effective(t)$ может служить количественным индикатором измеримых отклонений.
- Метод масштабируется на многомерные системы и может включать релятивистские и квантовые поправки.

6. Заключение

1. Продемонстрирована связь между накопленными режимными эффектами $\Delta\_effective(t)$ и реально наблюдаемыми орбитальными отклонениями.
2. Пороговая функция $F(R)$ обеспечивает количественное определение момента, когда малые эффекты становятся измеримыми.
3. Метод легко интегрируется в цикл исследований режимной гравитации и пригоден для многомерных и квантово-релятивистских расширений.
4. Результаты показывают практическую применимость концепции к солнечной системе, сохраняя стандартную физику без модификации законов.

7. 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

5. Вепренцев. (2026). Накопление эффектов и пороговая физика в гравитационной динамике (V.1). Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.18346719