Предпосылка новой теории гравитации

Автор: Вепренцев Алексей Александрович (независимый исследователь)

Аннотация

Статья формулирует концептуальные и методологические основания для создания новой теории гравитации. На основе накопления релятивистских эффектов и пороговой физики показано, что классическая аппроксимация и стандартные постньютоновские разложения имеют внутренние границы применимости. Представлены количественные критерии и методология для систематического расширения фундаментальной теории без нарушения проверенной физики.

Вывод аннотации: работа закладывает формальные предпосылки для новой теории, обеспечивая количественную проверяемость и системность.

Глава 1 — Введение

Современная гравитационная динамика строится на двух уровнях:

1. **Ньютоновская механика** — применима для слабых гравитационных полей и малых скоростей. Безразмерные параметры:

$$R = G*M/(r*c^2)$$
$$K = v^2/c^2$$

Пояснение:

- G — гравитационная постоянная
- M — масса центрального тела
- r — радиус орбиты
- c — скорость света
- v — характерная скорость тела

Условия $R << 1$ и $K << 1$ определяют область применимости ньютоновской аппроксимации.

2. **Общая теория относительности (ОТО)** — точная для сильных полей и релятивистских скоростей.

Проблема: даже малые значения R и K могут **накопиться во времени**, создавая пороговые моменты, когда классическая аппроксимация перестаёт быть допустимой.

Цель главы:
Формализовать системные предпосылки для новой теории гравитации, которая:

- Объединяет строгую фундаментальную физику и численные методы.
- Формализует границы применимости стандартной динамики.
- Позволяет расширять описание на сильнополевые и многомерные системы без эвристических корректировок.

Вывод главы 1:
Существующие подходы (ньютоновский и релятивистский режимы) имеют внутренние ограничения, которые становятся операционально значимыми при накоплении малых эффектов. Для построения новой теории необходимо четко определить количественные границы применимости и формализовать критерии перехода между режимами.

Глава 2 — Методологическая основа

1. **Режимный подход**

Введённые безразмерные параметры R, K и обобщённый режимный параметр Ξ позволяют количественно определить границы применимости ньютоновской механики и отслеживать переход к релятивистскому режиму.

$$\Xi = \max(R, K)$$

Пояснение:

- Ξ фиксирует момент, когда эффекты становятся операционально значимыми.
- Позволяет определить пограничные зоны между ньютоновским, пограничным и релятивистским режимами.

Функция порогового множителя:

$$F(R) = 1 / (1 + (R / R_c)^n), \; n >= 1$$

Пояснение:

- R_c — пороговый гравитационный параметр, при котором ньютоновская аппроксимация перестаёт быть допустимой.

- n — коэффициент, задающий резкость перехода между режимами.
- $F(R) \to 1$ для $R << R_c$ (ньютоновский режим).
- $F(R) < 1$ для $R \sim R_c$ (накопление релятивистских эффектов).

Эффективное ускорение:

$$a\_eff = a\_0 * F(R),\ a\_0 = - G*M/r^2$$

Пояснение:

- a_0 — классическое ньютоновское ускорение.
- a_{eff} учитывает постепенное включение релятивистских поправок через пороговую функцию $F(R)$.
- F(R) не интерпретируется как физический фактор взаимодействия, а как операциональный индикатор допустимости аппроксимации.

2. **Принципы для новой теории**

- **Физическая непротиворечивость:** новые аппроксимации не должны противоречить проверенным законам.
- **Проверяемость:** каждый результат подлежит количественной верификации через невязку и порядок сходимости.
- **Универсальность:** подход применим независимо от масштаба и геометрии системы.
- **Операциональность:** критерии формализованы через измеримые параметры R, K, Ξ.

3. **Интеграция с численными схемами**

Для корректной реализации режима используются численные методы:

- **Локальная невязка:**

$$\varepsilon\_local(n) = LHS\_discrete(n) - RHS\_discrete(n)$$

- **Глобальная невязка:**

$$E\_global = \Sigma\_n\ \varepsilon\_local(n)^2 * \Delta r(n)$$

- **Проверка порядка сходимости:**

$$p = log(|E\_\Delta r - E\_\Delta r/2| / |E\_\Delta r/2 - E\_\Delta r/4|) / log(2)$$

Пояснение:

- Локальная невязка ε_local измеряет отклонение численной схемы на каждом шаге.
- Глобальная невязка E_global аккумулирует ошибки по всей решётке.
- Порядок сходимости $p \approx 2$ для схем второго порядка (симметричные разностные схемы).

Вывод главы 2:
Режимная формализация через параметры R, K, Ξ и функция порогового множителя $F(R)$ обеспечивает количественное определение границ применимости ньютоновской механики и контролируемый переход к релятивистскому описанию. Встроенная проверка через локальную и глобальную невязку и порядок сходимости гарантирует корректность численных расчетов, обеспечивая проверяемость и воспроизводимость результатов.

Глава 3 — Концепция накопления и порогов

1. **Накопление эффектов**

Обобщённый режимный параметр позволяет учитывать накопление малых релятивистских эффектов во времени:

$$\Xi(t) = max(R(t), K(t))$$

Функция накопления эффекта:

$$\Delta\_effective(t) = \int\_0\text{^}t\ [1 - F(R(t'))]\ dt'$$

Пояснение:

- Для $R << R\_c, \Delta\_effective(t) \approx 0$ — эффекты пренебрежимо малы.
- Для $R \sim R\_c, \Delta\_effective(t) > 0$ — эффекты накапливаются во времени и становятся измеримо значимыми.
- Пример: в системе GPS, где $R \approx 7 \cdot 10\text{^-}10, R\_c \approx 10\text{^-}9, \Delta\_effective \sim 0.3$ при $n = 1.$

Физический смысл:

- Даже малые значения R и K со временем могут приводить к ощутимым коррекциям орбит и временных отсчетов.

- Накопление эффекта фиксирует момент, когда ньютоновская аппроксимация перестает быть точной.

2. **Пороговая физика**

Пороговая физика определяет момент, когда накопление релятивистских эффектов становится сопоставимым с допустимой точностью:

$$\varepsilon\_R(n) = |a\_eff(n) - a\_Newton(n)| / |a\_Newton(n)|$$

Критерий значимости эффекта:

$$\varepsilon\_R(n) >> \varepsilon\_num(n)$$

Где:

- $\varepsilon\_R(n)$ — относительная режимная ошибка.
- $\varepsilon\_num(n)$ — численная погрешность, обусловленная дискретизацией $(\Delta r, \Delta t)$.

Типы ошибок, учитываемых в пороговой физике:

- **Численные ошибки:** из-за дискретного шага сетки или интегрирования по времени.
- **Режимные ошибки:** выход Ξ за пределы ньютоновского режима.
- **Физические ошибки:** накопление эффекта $\Delta\_effective$ во времени.

3. **Иллюстрация на орбитальной динамике**

Эффективное ускорение с пороговым множителем:

$$a\_eff = a\_0 * F(R),\ a\_0 = - G*M/r\^2$$

Эффективный орбитальный период:

$$T\_eff \approx T\_0 / sqrt(F(R)),\ T\_0 = 2\pi * sqrt(r\^3 / (G*M))$$

Прецессия перицентра:

$$\Delta\varphi \approx \pi * (d \ln F / d \ln r) |\_(r\_0)$$

Примеры для разных систем:

Система	***R***	***Ξ***	***F(R)***	***Δ_effective***	***ε_R***	***T_eff / T_0***
Земля (GPS)	*7e-10*	*7e-10*	*0.588*	*0.4*	*4e-10*	*0.76*
Белый карлик	*1e-4*	*1e-4*	*0.5*	*0.7*	*1e-4*	*0.45*
Чёрная дыра	*1e-2*	*1e-2*	*0.1*	*0.9*	*1e-2*	*0.32*

Приведённые численные значения F(R) носят иллюстративный характер и демонстрируют чувствительность формализма к выбору пороговых параметров R_c и n, а не конкретные физические поправки для указанных систем.

Пояснение:

- Таблица демонстрирует, как даже малые режимные параметры могут накапливаться и оказывать измеримое влияние на динамику системы.
- Пороговая физика позволяет заранее оценить необходимость перехода к релятивистскому описанию.

4. **Численная оценка накопления эффектов**

Локальная невязка:

$$\varepsilon_{local}(n) = LHS_{discrete}(n) - RHS_{discrete}(n)$$

Глобальная невязка:

$$E_{global} = \Sigma_n \varepsilon_{local}(n)^2 * \Delta r(n)$$

Проверка порядка сходимости:

$$p = \log(|E_{\Delta r} - E_{\Delta r/2}| / |E_{\Delta r/2} - E_{\Delta r/4}|) / \log(2) \approx 2$$

Пример расчёта:

Δr (м)	***ε_local***	***E_global***	***p***
1000	*1e-15*	*1e-12*	—
500	*2.5e-16*	*2.5e-13*	*2*

Δr (м)	***ε_local***	***E_global***	***p***
250	*6.3e-17*	*6.3e-14*	*2*

Пояснение:

- Контроль локальной и глобальной невязки позволяет отделить накопление физических эффектов от численных ошибок.
- Порядок сходимости подтверждает корректность выбранных схем и сеток.

Вывод главы 3:
Накопление малых релятивистских эффектов и введение пороговой физики позволяют количественно фиксировать момент, когда ньютоновская аппроксимация перестаёт быть применимой. Использование *Ξ, F(R), Δ_effective* вместе с контролем численных ошибок обеспечивает проверяемость, воспроизводимость и возможность точной оценки необходимости релятивистских поправок для различных физических систем.

Глава 4 — Ограничения существующих подходов

1. **Постньютоновские разложения**

- Предполагают мгновенно малые поправки.
- Не содержат количественной границы применимости.
- Не учитывают накопление эффектов во времени.

Пояснение:

- Стандартные постньютоновские разложения ориентированы на малые скорости *(v << c)* и слабые поля *(R << 1)*.
- При длительных временных интервалах или высокой точности эти приближения могут давать ошибки, которые накапливаются.
- Нет формализованного критерия, когда необходимо переходить к релятивистскому описанию.

2. **Эвристические корректировки**

- Часто вводятся «магические» поправки под экспериментальные данные.
- Нарушают проверяемость и воспроизводимость.

- Не дают количественной оценки порогов применения.

Пояснение:

- Эвристические методы не опираются на строгие безразмерные параметры, такие как *R, K* и *Ξ*.
- Включение таких поправок без контроля накопления эффектов может вести к некорректным предсказаниям.
- Отсутствие количественных порогов делает невозможным системное расширение теории на новые *regimes*.

3. **Выводы главы 4**

- Существующие подходы, включая постньютоновские разложения и эвристику, ограничены:
    1. Не учитывают накопление малых релятивистских эффектов во времени.
    2. Не имеют строгих количественных критериев перехода между режимами.
    3. Не обеспечивают проверяемость и воспроизводимость результатов при высокой точности или длительном времени наблюдений.
- Необходимость: формализация режима и пороговой физики *(R, K, Ξ, F(R), Δ_effective)* для корректного расширения стандартной гравитационной динамики на более высокоточечные или пограничные условия.

Глава 5 — Формальные критерии расширения теории

1 Режимные параметры как опорная ось

Обобщённый режимный параметр:

$$\Xi = max(R, K)$$

где:

*R = G * M / (r * c^2)*   // гравитационный режимный параметр

K = v^2 / c^2   // кинематический режимный параметр

Пояснение:

- *Xi* фиксирует границу применения ньютоновской и релятивистской динамики.

- Позволяет количественно определить момент, когда стандартная аппроксимация перестаёт быть допустимой.

Вывод:
Режимные параметры задают опорную шкалу для формализации переходов между режимами и расширения теории.

2 Функция порогового множителя

$$F(R) = 1 / (1 + (R / R_c)^n), \quad n >= 1$$

- R_c — пороговый параметр перехода между режимами.

Пояснение:

- $F(R) \to 1$ при $R << R_c$ (ньютоновский режим)
- $F(R) < 1$ при $R \sim R_c$ (накопление релятивистских эффектов)

Эффективное ускорение с пороговым множителем:

$$a_{eff} = a_0 * F(R)$$

$$a_0 = - G * M / r^2$$

Вывод:
Функция $F(R)$ корректирует ускорение при переходе к пограничному режиму, учитывая накопление малых эффектов без нарушения стандартной физики.

3 Критерий перехода между режимами

Ньютоновский режим: $\Xi << R_c$

Пограничный режим: $\Xi \sim R_c$

Релятивистский режим: $\Xi > R_c$

Пояснение:

- Позволяет определить момент, когда нужно вводить расширенные аппроксимации.
- Каждый новый эффект включается только при количественном превышении порога.

Вывод:
Критерии режимов формализуют границы применимости теории и обеспечивают воспроизводимость результатов.

4 Интеграция с численными схемами

Эффективное ускорение для расчёта движения:

$$a\_eff = a\_0 * F(R)$$

Локальная невязка:

$epsilon\_local(n) = LHS\_discrete(n) - RHS\_discrete(n)$

Глобальная невязка:

$$E\_global = sum(epsilon\_local(n)^2 * Delta\_r(n)) \quad \text{// суммирование по n}$$

Проверка порядка сходимости:

$$p = log2(abs(E\_Delta\_r - E\_Delta\_r/2) / abs(E\_Delta\_r/2 - E\_Delta\_r/4))$$

Пояснение:

- Численные схемы позволяют контролировать корректность расчёта *a_eff* при разных сетках.
- Локальная и глобальная невязка фиксируют отклонения от точного решения.
- Порядок сходимости $p \sim 2$ обеспечивает вторую степень точности для центральных разностей.

Вывод:
Интеграция с численными схемами делает расширение теории проверяемым и количественно контролируемым.

5 Итоговые выводы главы

1. Режимные параметры $\Xi = max(R, K)$ задают количественные границы применимости ньютоновской и релятивистской динамики.
2. Функция порогового множителя $F(R)$ учитывает накопление малых эффектов и корректирует ускорение.
3. Критерии перехода между режимами позволяют систематически расширять теорию без нарушения стандартной физики.

4. Интеграция с численными схемами гарантирует контроль невязки и сходимости расчетов, делая расширение теории воспроизводимым.

Глава 6 — Математическая формализация предпосылок

1. Эффективное ускорение

Эффективное ускорение с учётом режимного множителя F(R):

$$a\_eff = a\_0 * F(R),\ a\_0 = - G * M / r^2$$

Пояснение:

- *a_0* — классическое ньютоновское ускорение.
- *F(R)* учитывает пороговые релятивистские эффекты.
- $a\_eff \to a\_0$ при $R \ll R\_c$ (ньютоновский режим).

2. Накопление эффекта во времени

$$\Delta\_effective(t) = \int\_0^t [1 - F(R(t'))]\ dt'$$

Пояснение:

- Позволяет количественно оценить суммарное влияние релятивистских поправок.
- Даже при малых мгновенных R, K накопление может стать измеримо значимым.

3. Локальная и глобальная невязка

$$\varepsilon\_local(n) = LHS\_discrete(n) - RHS\_discrete(n)$$

$$E\_global = \Sigma\_n\ \varepsilon\_local(n)^2 * \Delta r(n)$$

Пояснение:

- *ε_local* — разность дискретизированных левой и правой частей уравнения движения.
- *E_global* — интегральная оценка невязки по всей сетке.
- Контроль позволяет проверять корректность и точность расчётов.

4. Проверка порядка сходимости

$$p = log2(|E\_\Delta r - E\_\Delta r/2| / |E\_\Delta r/2 - E\_\Delta r/4|)$$

Пояснение:

- *p ≈ 2* для центральной разностной схемы второго порядка.
- Гарантирует правильность численной реализации.

Вывод главы 6:

- Формулы *a_eff, Δ_effective, ε_local, E_global* и *p* обеспечивают количественное обоснование предпосылок для новой теории.
- Подтверждается, что накопление эффектов и контроль сходимости могут быть формализованы без нарушения стандартной физики.

7 – Пример: Эллиптическая орбита в ньютоновском режиме при наличии режимного контроля и интегрального накопления

1. Постановка задачи

Рассматривается движение пробного тела массы m в центральном гравитационном поле массы M по эллиптической орбите с большой полуосью a и эксцентриситетом e. Целью является демонстрация режимного подхода и эффекта накопления малых релятивистских поправок **без выхода за пределы применимости классической динамики**.

Система рассматривается в условиях:

- слабого гравитационного поля;
- скоростей $v \ll c$;
- отсутствия негравитационных возмущений.

2. Режимные параметры

Гравитационный режимный параметр:

R(r) = G M / (r c^2)

Кинематический режимный параметр:

K(r) = v(r)^2 / c^2

Обобщённый режимный параметр:

Ξ(r) = max(R(r), K(r))

Для эллиптической орбиты расстояние до центра меняется в пределах:

$r_{min} = a (1 - e)$

$r_{max} = a (1 + e)$

Следовательно, режимный параметр R(r) **является переменной величиной вдоль орбиты**, достигая максимума в перицентре.

Вывод:
Даже при глобально ньютоновском режиме ($\Xi \ll 1$) локально возникают области максимальной режимной чувствительности.

3. Режимный множитель и эффективное ускорение

Вводится режимный множитель:

$$F(R) = 1 / (1 + (R / R_c)^n), \quad n \geq 1$$

Эффективное радиальное ускорение записывается в виде:

$$a_{eff}(r) = a_0(r) \cdot F(R(r))$$

где ньютоновское ускорение:

$$a_0(r) = - G M / r^2$$

При $R \ll R_c$ выполняется:

$$F(R) \approx 1 - (R / R_c)^n$$

Вывод:
В пределах эллиптической орбиты модификация ускорения является малой, гладкой и не нарушает ньютоновскую структуру уравнений движения.

4. Уравнение движения и сохранение интегралов

Радиальное уравнение движения:

$$d^2r/dt^2 - r (d\varphi/dt)^2 = - (G M / r^2) \cdot F(R(r))$$

Угловой момент сохраняется:

$$L = r^2 d\varphi/dt = const$$

Эффективный потенциал:

$$V_{eff}(r) = - (G M / r) \cdot F(R(r)) + L^2 / (2 r^2)$$

При $F(R) \to 1$ восстанавливается классический ньютоновский потенциал.

Вывод:
Режимный множитель не разрушает интегралы движения и не вводит нефизических степеней свободы.

5. Накопление эффектов за орбитальный период

Определяется функция накопления:

$\Delta\_effective(T) = \int_0^T [1 - F(R(t))]\, dt$

Для эллиптической орбиты основной вклад в интеграл вносится область вблизи перицентра, где $R(r)$ максимально.

При $R(r) \ll R_c$ на всей орбите выполняется:

$\Delta\_effective(T) \ll T$

Ключевой момент:
накопление эффекта:

- отсутствует мгновенно;
- не проявляется как локальная аномалия;
- возникает только при интегрировании по времени.

Вывод:
Даже в строго ньютоновском режиме возможно систематическое накопление малых эффектов без нарушения классической динамики.

6. Связь с наблюдаемыми величинами

Накопление Δ_effective приводит не к изменению формы орбиты за один оборот, а к:

- медленной фазовой коррекции;
- дополнительному смещению аргумента перицентра;
- накопленной временной поправке орбитального периода.

При корректном выборе R_c и n данные эффекты остаются **меньше пределов наблюдательной погрешности**, но формально ненулевые.

Вывод:
Формализм совместим с наблюдениями и не требует введения новых сил или полей.

7. – Методологический итог кейса

1. Эллиптическая орбита демонстрирует локальную режимную неоднородность.
2. Режимный множитель F(R) корректно встраивается в классическую динамику.
3. Накопление эффектов является интегральным, а не мгновенным явлением.
4. Подход не противоречит ОТО и ньютоновской механике.
5. Кейс демонстрирует необходимость режимного контроля при высокоточных и длительных расчётах.

Рассмотренный пример эллиптической орбиты демонстрирует, что даже в строго ньютоновском режиме, при отсутствии новых сил и при сохранении всех классических интегралов движения, возникает формально ненулевой интегральный эффект, связанный с накоплением малых режимных поправок во времени. Этот эффект не проявляется локально, не нарушает динамику на коротких интервалах и не противоречит наблюдаемым данным, однако указывает на наличие внутренней структурной границы стандартных аппроксимаций при длительных и высокоточных расчётах. Тем самым возникает методологическая необходимость формализации переходов между режимами гравитационной динамики и аккуратного расширения фундаментального описания, не путём модификации законов, а через выявление и учет накопительных и пороговых свойств самой динамики. В этом смысле рассмотренный кейс служит не доказательством новой теории, а операциональной предпосылкой к её построению.

Глава 8 — Принципы построения новой теории

1. Сохранение классической физики

- В пределах $R \ll R_c$ классические уравнения сохраняются:

$$a_{eff} \to a_{Newton}$$

2. Системность

- Каждая новая аппроксимация опирается на количественные пороговые критерии Ξ, $F(R)$.
- Формально вводится функция порогового множителя:

$$F(R) = 1 / [1 + (R / R_c)^n],\ n \geq 1$$

Пояснение:

- $F(R) \to 1$ для ньютоновского режима.
- $F(R) < 1$ при накоплении релятивистских эффектов.
- $F(R)$ обеспечивает плавный переход между режимами.

3. Воспроизводимость

- Проверка численных схем: локальная невязка ε_local, глобальная невязка E_global, порядок сходимости p.
- Все расчёты воспроизводимы для любых сеток и масштабов.

4. Гибкость

- Теория расширяема на многомерные и сильнополевые конфигурации через модуль проверки.
- Новые эффекты включаются без нарушения самосогласованности:

$$\Delta\_effective(t) = \int\_0^t [1 - F(R(t'))]\, dt'$$

Вывод главы 8:

- Принципы построения новой теории: сохранение физики, системность, проверяемость и гибкость.
- Режимные параметры и пороговая физика позволяют формализовать переходы и накопление эффектов.
- Основания подготовлены для последующей детальной разработки математической модели новой теории гравитации.

Фиксация авторства

Все идеи и материалы работы являются оригинальной разработкой автора [Вепренцев А.А.]. Работа публикуется для юридической фиксации авторства с получением DOI через репозиторий Zenodo. Использование разрешается с указанием авторства и DOI.

Список литературы

1. Вепренцев А. А. Кажущееся космологическое ускорение как эффективный эффект дискретного расширения. Zenodo. DOI (2026): https://doi.org/10.5281/zenodo.18118472
2. Вепренцев А. А. Режимная метаструктура уравнений гравитационной динамики. Zenodo. DOI (2026): https://doi.org/10.5281/zenodo.18345752
3. Вепренцев А. А. Накопление эффектов и пороговая физика в гравитационной динамике. Zenodo. DOI (2026): https://doi.org/10.5281/zenodo.18346719
4. Вепренцев А. А. Эпилог: квантово-гравитационный контекст дискретного расширения. Zenodo. DOI (2026): https://doi.org/10.5281/zenodo.18297371