



---

# Можно ли вывести ОТО естественно?

WILL Relational Geometry за 40 минут

*Шпаргалка ведущего · читать как подсказки*

$$\beta^2 + \beta_{\gamma}^2 = 1$$

# Карта разговора

**0** Один приём 5 мин

**1** Окружность → СТО 10 мин

**2** Сфера → фактор ОТО 10 мин

**3** Перемножаем → GPS 8 мин

**4** Вопросы философа 5 мин

# Где быть честным

## ТВЁРДО

Фактор Лоренца и фактор Шварцшильда — это тождества, а не аналогии. Чистая алгебра.

## МОСТЫ

$\beta = v/c$  и  $\kappa = v_e/c$  — это вход к измерению, а не вывод из ничего. Назови это прямо.

## ФАКТОР 2

$\kappa^2 = 2\beta^2$  для круговой орбиты — это просто  $v^2 = GM/r$  переписанное. Старая физика, новая запись.

## ПРЕДЕЛ

GPS совпадает с ОТО в 1-м порядке; разница  $\sim 10^{-9}$  — ниже точности. Согласованность, не предсказание.

# Единственный приём

*Не начинай с онтологии — начни с вопроса.*

**СПРОСИ ЕГО** →

*«Ты хоть раз измерял энергию напрямую — не разницу, не изменение, а саму энергию?»*

- Сохраняющийся бюджет → нормируем к 1
- Делим на две части — они обмениваются
- Бюджет квадратичный → две проекции

$$a^2 + b^2 = 1$$

*точка на единичной окружности*

**Это вся машина. Дальше — только «что с чем меняется».**

■ АКТ 1

# Окружность даёт СТО

Одна степень свободы. «Темп изменения» тратится на:

- движение в пространстве  $\rightarrow \beta$
- внутренние часы / собственное время  $\rightarrow \beta\gamma$

ДАЙ ЕМУ НАПИСАТЬ САМОМУ  $\rightarrow$

*сумма квадратов двух проекций равна единице*

$$\beta^2 + \beta_\gamma^2 = 1$$

■ АКТ 1

# Фактор Лоренца выпадает сам

ЕДИНСТВЕННЫЙ МОСТ →

«Какую долю предельного темпа объект тратит на движение?» →  $\beta = v/c$

Пусть решит второй катет:

$$\beta_\gamma = \sqrt{1 - v^2/c^2} = 1/\gamma$$

**Пауза. Он написал фактор Лоренца — не видя преобразований Лоренца.**

Замедление времени = не «часы тормозят», а «бюджет ушёл на движение».

## ■ АКТ 1

# Бонус — если он вовлечён

- Покоящийся катет зафиксирован:  $E \cdot \beta \gamma = E_0$
- Та же теорема Пифагора на том же треугольнике

$$E^2 = (pc)^2 + (mc^2)^2$$

**Знаменитое уравнение — тоже просто проекция.**

## ■ АКТ 2

# Тот же приём — на сфере

- Связь теперь всенаправленная (яма «смотрит» во все стороны) → сфера вместо окружности
- Берём срез — большой круг. Форма та же.

$$k^2 + k_x^2 = 1$$

*Та же геометрия — другая степень свободы.*

## ■ АКТ 2

# Фактор ОТО выпадает сам

**ФЛАГ — ЭТО МОСТ** →

«С какой скоростью надо лететь, чтобы покинуть яму — в долях  $c$ ?» →  $\kappa = v/c$

Ньютон уже даёт  $\frac{1}{2}v_e^2 = GM/r$ , значит:

$$\kappa^2 = 2GM/(rc^2) = R_s/r$$

Пусть напишет второй катет:

$$\kappa_x = \sqrt{(1 - R_s/r)} = dt/dt$$

**Это в точности шварцшильдовский  $g_{tt}$ . Он вывел результат ОТО.**

*Отрепетируй эту фразу — решающий момент.*

# Соединяем два эффекта

Два независимых бюджета → перемножаем выжившие катеты:

$$\tau = \beta_y \cdot \kappa_x = \sqrt{(1-\beta^2)} \cdot \sqrt{(1-\kappa^2)}$$

У часов на поверхности и на орбите — свой  $\tau$ .

**Их отношение = сдвиг времени между часами.**

# GPS — знаменитое число

38,5

мкс / сутки

Подставь числа: поверхность vs орбита  $\sim 20\ 200$  км  $\rightarrow$   
реальная поправка, зашитая в систему.

## СКАЖИ ВСЛУХ

- В 1-м порядке это точно равно учебной формуле ОТО.
- Разница  $\sim 8 \cdot 10^{-10}$  от эффекта — ниже точности измерений.
- Это проверка на согласованность, не различающее предсказание.

# Слово философу

## 1 Что мы реально предположили?

1

Сохранение, замыкание, изотропия, «простейшая форма». Закрался ли ОТО через  $\kappa = v_e/c$  — или это честный мост?

## 2 Вывод или перепараметризация?

2

Породить форму обоих факторов одним приёмом — это объединение или элегантная перезапись? Острее всего — фактор 2.

## 3 Что бы различило теории?

3

Только сильные поля ( $\kappa^2$  или  $\beta^2 \approx 1$ ), где сложение и умножение проекций расходятся.

---

# Критерий успеха

Эксперимент удался, если он:

- сам переписывает оба фактора, и
- чётко указывает, где находятся мосты.

**Даже вывод «это лишь перепараметризация» — настоящий результат.**

*Подтверждение и фальсификация одинаково ценны.*