

DOI 10.58351/2949-2041.2026.34.5.028

Пирязев Игорь Олегович
Независимый исследователь
Piryazev Igor Olegovich
port10@ya.ru

**МОДЕЛЬ ОТВ2: ОПОРНЫЙ КВАНТ ВРЕМЕНИ,
ЛОКАЛЬНЫЙ ТЕМП ПРОЦЕССОВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ
ГРАВИТАЦИОННОГО КРАСНОГО СМЕЩЕНИЯ**
**OTV2 MODEL: REFERENCE QUANTUM OF TIME, LOCAL RATE
OF PROCESSES, AND THE ORIGIN OF GRAVITATIONAL REDSHIFT**

Аннотация: В работе рассматриваются базовые определения модели ОТВ2 — Относительного Темпа Времени 2 [1, 2]. Главная цель статьи состоит в том, чтобы строго разделить обычное слово «время» и физические величины, используемые в модели: опорную длительность одного кванта процесса dt , локальную длительность того же кванта $d\tau$, поле темпа процессов Φ , частоту материального эталона и частоту светового сигнала.

Abstract: This paper considers the basic definitions of the OTV2 model — Relative Rate of Time 2 [1, 2]. The main goal of the article is to strictly distinguish the ordinary word "time" from the physical quantities used in the model: the reference duration of one quantum of a process dt , the local duration of the same quantum $d\tau$, the process rate field Φ , the frequency of a material standard, and the frequency of a light signal.

Ключевые слова: ОТВ2, относительный темп времени, поле темпа процессов, гравитационное красное смещение, слабополюсный предел, эффективная метрика.

Keywords: OTV2, relative rate of time, process rate field, gravitational redshift, weak-field limit, effective metric.

1. Введение

В физике слово «время» используется в нескольких разных смыслах. Им обозначают длительность процесса, показания часов, координатный параметр, собственное время наблюдателя, число циклов эталонного процесса и даже порядок следования событий. В большинстве стандартных задач такое смешение не создаёт серьёзных трудностей. Однако при построении модели, в которой гравитация связывается с изменением темпа физических процессов, обычное слово «время» становится слишком грубым.

Модель ОТВ2 исходит из того, что физически измеряемое время всегда связано с процессами [1, 2]. Часы не измеряют «время само по себе». Они считают циклы некоторого устойчивого физического процесса. Атомные часы используют атомный переход. Механические часы используют периодическое движение. Любой эталон времени в конечном счёте является материальной системой с определённой частотой [3].

Поэтому в ОТВ2 первичным является не абстрактное течение времени, а темп физических процессов. Этот темп задаётся скалярным полем $\Phi(x, t)$ [1, 2]. Если в некоторой области значение поля ниже, то материальные процессы там идут медленнее относительно выбранной опорной области. Если значение поля выше, процессы идут быстрее.

Основная трудность понимания ОТВ2 связана с величинами dt и $d\tau$. Их часто воспринимают как обычные интервалы времени. Но в данной модели эти величины имеют более точный смысл. Они обозначают длительность одного и того же эталонного физического процесса в разных условиях.

В выбранной опорной нормировке длительность одного кванта процесса обозначается как dt . В локальной области поля Φ длительность того же кванта обозначается как $d\tau$. Между ними вводится фундаментальное соотношение

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi}.$$

Если $\Phi < 1$, то

$$d\tau > dt.$$



Это означает, что один локальный квант процесса стал длиннее. Следовательно, частота процесса уменьшилась. В обычном языке это можно назвать замедлением времени, но в ОТВ2 используется более точная формулировка: уменьшился темп материального процесса.

Если $\Phi > 1$, то

$$d\tau < dt.$$

Локальный квант стал короче, а частота процесса увеличилась. Поэтому процессы идут быстрее относительно выбранного опорного эталона.

Цель настоящей статьи — ввести строгий понятийный аппарат ОТВ2 и показать, как из него следует гравитационное красное смещение. Для этого необходимо последовательно определить dt , $d\tau$, поле Φ , частоту материального эталона, частоту светового сигнала и измеряемое отношение частот.

Статья не претендует на вывод всей динамики ОТВ2. Её задача более фундаментальная: зафиксировать язык модели. Без этого невозможно корректно обсуждать слабопольную гравитацию, оптический сектор, космологию и рост структур.

2. Два исходных постулата ОТВ2

Модель ОТВ2 строится на двух исходных утверждениях. Первое относится к материальным эталонам. Второе относится к световому сигналу в статическом гравитационном поле.

2.1. Постулат 1: частоты материальных эталонов зависят от гравитационного поля

Первый постулат формулируется так:

в гравитационном поле частоты материальных эталонных процессов зависят от положения в поле. Чем глубже эталон находится в гравитационном провале, тем медленнее идут его внутренние процессы относительно эталона в более слабом поле.

Под материальным эталоном понимается любая физическая система, обладающая устойчивой частотой: атомный переход, молекулярное колебание, ядерный процесс, периодический процесс в часах или другой воспроизводимый физический процесс.

В обычной формулировке этот эффект часто описывают словами: «в гравитационном поле время идёт медленнее». В ОТВ2 используется более точная формулировка:

в гравитационном поле изменяется частота материальных процессов.

Это утверждение имеет экспериментальную основу. К нему относятся гравитационное красное смещение, различие хода атомных часов на разных высотах, эксперимент Паунда — Ребки, релятивистские поправки в спутниковой навигации и частотные сдвиги вблизи массивных объектов [4].

2.2. Постулат 2: световой сигнал в статическом поле сохраняет частоту источника

Второй постулат ОТВ2 формулируется так:

в статическом гравитационном поле световой сигнал сохраняет частоту, заданную источником, относительно выбранной опорной меры времени.

Иными словами, если источник испускает свет с частотой, определяемой его локальным материальным процессом, то в статическом поле этот световой сигнал переносит данную частоту к приёмнику без внутренней перестройки частоты самого сигнала.

Этот постулат имеет иной статус, чем первый. Первый постулат связан с наблюдаемым фактом изменения частот материальных эталонов. Второй является теоретическим допущением ОТВ2. Мы не можем измерить частоту света «в середине пути» без взаимодействия с прибором. Любое измерение частоты света фактически является сравнением пришедшего сигнала с локальным материальным эталоном наблюдателя.

Поэтому ОТВ2 принимает следующую интерпретацию: наблюдаемое красное смещение возникает не потому, что свет в пути теряет частоту, а потому что частота источника и частота приёмника определяются разными значениями поля Φ .

Важно подчеркнуть: этот постулат не означает, что гравитационное поле вообще не влияет на свет. В ОТВ2 поле Φ может влиять на направление луча, фазовый путь, время распространения, задержку Шаapiro и линзирование. Здесь рассматривается только частотный аспект в статическом поле.



3. Почему обычное слово «время» недостаточно

Обычное слово «время» скрывает несколько различных физических смыслов. В ОТВ2 необходимо различать как минимум три понятия.

Первое — это длительность одного кванта процесса. Это один тик, один цикл, один период выбранного эталона. В модели такие величины обозначаются как dt и $d\tau$.

Второе — это интервал времени, то есть сумма многих квантов. Если один квант имеет длительность dt , а прошло N квантов, то полный интервал можно записать как

$$\Delta t = Ndt.$$

Если локальный квант имеет длительность $d\tau$, то локальный интервал равен

$$\Delta \tau = Nd\tau.$$

Третье — это частота процесса, то есть величина, обратная длительности одного кванта [5]:

$$\nu = \frac{1}{dt}.$$

Именно частота реально сравнивается в экспериментах. Часы считают циклы. Если длительность одного цикла изменилась, изменилась и частота часов.

Поэтому фраза «время замедлилось» в ОТВ2 заменяется более строгой формулировкой: увеличилась длительность одного кванта материального процесса, поэтому уменьшилась его частота.

А фраза «время ускорилось» означает:

уменьшилась длительность одного кванта материального процесса, поэтому увеличилась его частота.

Это уточнение принципиально. ОТВ2 не вводит время как самостоятельную субстанцию. Время в модели измеряется через процессы, а гравитация проявляется как изменение их темпа.

4. Определение dt

Величина dt в ОТВ2 обозначает опорную длительность одного кванта выбранного эталонного физического процесса.

Это не произвольный большой интервал времени и не абсолютное время всей Вселенной. dt — это один тик эталона в выбранной нормировке. Таким эталоном может быть атомный переход, период колебания, устойчивый квантовый процесс или любая другая воспроизводимая физическая периодичность.

Если опорная длительность одного кванта равна dt , то соответствующая опорная частота равна:

$$\nu_0 = \frac{1}{dt} [3].$$

Выбор dt зависит от нормировки задачи. В слабополевой гравитации удобно выбирать опорную область далеко от массы, где $\Phi = 1$. В лабораторной задаче можно принять за опору локальный эталон. В космологии опорой может быть фоновое значение поля.

Поэтому правильная формулировка такова:

dt — это опорная длительность одного кванта выбранного эталонного процесса.

После выбора dt можно сравнивать с ним локальную длительность того же процесса в другой точке пространства. Эта локальная длительность обозначается как $d\tau$.

5. Определение $d\tau$

Величина $d\tau$ обозначает локальную длительность одного кванта того же самого эталонного процесса в данной точке поля Φ .

Если dt — это один тик эталона в опорной нормировке, то $d\tau$ — это один тик такого же эталона в локальных условиях.

Связь между ними задаётся формулой

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi}.$$



Если $\Phi = 1$, то

$$d\tau = dt.$$

Локальный квант совпадает с опорным.

Если $\Phi < 1$, то

$$d\tau > dt.$$

Один локальный тик длится дольше, частота процесса ниже, процессы идут медленнее.

Если $\Phi > 1$, то

$$d\tau < dt.$$

Один локальный тик короче, частота процесса выше, процессы идут быстрее.

Важно не смешивать $d\tau$ с большим интервалом времени. $d\tau$ — это один локальный квант [5]. Большой интервал строится как сумма таких квантов:

$$\Delta\tau = Nd\tau.$$

Следовательно, $d\tau$ является фундаментальной величиной для описания частоты локального процесса, а не произвольным промежутком времени.

6. Поле темпа процессов Φ

Поле Φ — центральная физическая величина ОТВ2. Оно задаёт локальный темп материальных процессов относительно выбранной опорной меры.

По определению,

$$\Phi = \frac{dt}{d\tau}.$$

Отсюда следует

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi}.$$

Физический смысл поля Φ прост: оно показывает, насколько быстро или медленно идут локальные физические процессы по сравнению с опорным эталоном.

Если $\Phi < 1$, локальный квант длиннее опорного, а процессы идут медленнее. Если $\Phi > 1$, локальный квант короче, а процессы идут быстрее.

В слабом гравитационном поле поле Φ удобно связать с ньютоновским потенциалом φ :

$$\Phi \approx 1 + \frac{\varphi}{c^2} [6].$$

Для сферической массы

$$\varphi(r) = -\frac{GM}{r}.$$

Тогда

$$\Phi(r) \approx 1 - \frac{GM}{c^2 r}.$$

Это означает, что ближе к массе значение Φ меньше. Поэтому локальные процессы идут медленнее.

Следует подчеркнуть, что $\Phi = 1$ не является абсолютным состоянием всей Вселенной. Это выбранная нормировка. В одной задаче опорным уровнем может быть бесконечность, в другой — лаборатория, в третьей — космологический фон.

Физически измеряемыми являются прежде всего отношения значений поля:

$$\frac{\Phi_A}{\Phi_B}.$$

Именно эти отношения определяют сравнение частот между разными точками.

7. Частота эталона

После введения dt , $d\tau$ и Φ можно определить частоту материального эталона.

Если длительность одного локального кванта равна $d\tau$, то частота эталона равна

$$\nu_{\text{эт}} = \frac{1}{d\tau}.$$

С учётом



$$d\tau = \frac{dt}{\Phi}$$

получаем

$$v_{\text{эт}} = \frac{\Phi}{dt}$$

Эта формула имеет центральное значение. Она показывает, что частота материального эталона прямо пропорциональна локальному значению поля Φ [3]. Если Φ уменьшается, частота эталона уменьшается. Если Φ увеличивается, частота эталона увеличивается.

Если два одинаковых эталона находятся в точках A и B , то

$$v_{\text{эт}}(A) = \frac{\Phi_A}{dt},$$
$$v_{\text{эт}}(B) = \frac{\Phi_B}{dt}.$$

Отношение их частот равно

$$\frac{v_{\text{эт}}(A)}{v_{\text{эт}}(B)} = \frac{\Phi_A}{\Phi_B}.$$

Таким образом, сравнение двух одинаковых часов в разных гравитационных условиях непосредственно измеряет отношение значений поля Φ .

8. Материя как система внутренних процессов

В рамках данной статьи материя рассматривается как носитель внутренних физических процессов. Атомы, молекулы, ядра, твёрдые тела и часы обладают внутренними частотами. Именно эти частоты используются как эталоны времени [3]. ОТВ2 не утверждает, что вся материя сводится только к частоте. Материя имеет массу, заряд, спин, структуру и взаимодействия. Однако для описания временных и частотных эффектов важна именно процессная сторона материи.

Поэтому более точная формулировка такова:

материя является носителем внутренних физических процессов, а поле Φ задаёт локальный темп этих процессов.

Если материальный процесс находится в поле Φ , то его частота равна

$$v = \frac{\Phi}{dt}.$$

Следовательно, гравитация в ОТВ2 действует не на абстрактное время, а на темп материальных процессов.

Обычная фраза

«в гравитационном поле время идёт медленнее»

заменяется на более точную:

«в гравитационном поле уменьшается частота внутренних процессов материальных систем».

Это особенно важно для понимания красного смещения. Источник света является материальной системой. Его спектральные линии и атомные переходы определяются внутренними частотами. Если источник находится в области с меньшим Φ , то он излучает свет с меньшей частотой относительно удалённого эталона.

9. Световой сигнал и частота источника

Пусть в точке A находится источник света. Его локальная частота определяется полем Φ_A :

$$v_{\text{эт}}(A) = \frac{\Phi_A}{dt}.$$

Когда источник испускает свет, частота испущенного сигнала задаётся частотой источника:

$$v_{\text{свет}} = v_{\text{эт}}(A).$$



Следовательно,

$$\nu_{\text{свет}} = \frac{\Phi_A}{dt}.$$

Согласно второму постулату ОТВ2, в статическом поле световой сигнал переносит эту частоту к приёмнику без внутренней перестройки [7]:

$$\nu_{\text{прих}}(B) = \nu_{\text{свет}}.$$

Значит,

$$\nu_{\text{прих}}(B) = \frac{\Phi_A}{dt}.$$

Приёмник в точке B не измеряет эту частоту в абсолютном смысле. Он сравнивает пришедший сигнал со своим локальным эталоном:

$$\nu_{\text{эт}}(B) = \frac{\Phi_B}{dt}.$$

Поэтому наблюдаемая величина есть отношение

$$\frac{\nu_{\text{прих}}(B)}{\nu_{\text{эт}}(B)} = \frac{\Phi_A}{\Phi_B}.$$

Именно это отношение показывает, каким сигнал видит наблюдатель.

10. Три разные частоты, которые нельзя смешивать

В ОТВ2 необходимо различать три частоты.

Первая — частота эталона источника:

$$\nu_{\text{эт}}(A) = \frac{\Phi_A}{dt}.$$

Она определяется локальным темпом материальных процессов в точке испускания.

Вторая — частота светового сигнала:

$$\nu_{\text{свет}} = \nu_{\text{эт}}(A).$$

Она задаётся источником в момент испускания.

Третья — частота эталона приёмника:

$$\nu_{\text{эт}}(B) = \frac{\Phi_B}{dt}.$$

Она определяется локальным темпом материальных процессов в точке приёма.

Если эти три величины смешать, возникает путаница. Нельзя просто сказать: «частота изменилась», не уточнив, о какой частоте идёт речь [8].

В ОТВ2 корректная цепочка такова:

$$\nu_{\text{эт}}(A) \rightarrow \nu_{\text{свет}} \rightarrow \nu_{\text{прих}}(B) \rightarrow \frac{\nu_{\text{прих}}(B)}{\nu_{\text{эт}}(B)}.$$

Световой сигнал переносит частоту источника, а наблюдаемое смещение возникает только при сравнении с локальным эталоном приёмника.

11. Вывод гравитационного красного смещения

Пусть свет испускается в точке A и принимается в точке B .

Частота материального эталона источника:

$$\nu_{\text{эт}}(A) = \frac{\Phi_A}{dt}.$$

Частота испущенного света:

$$\nu_{\text{свет}} = \nu_{\text{эт}}(A) = \frac{\Phi_A}{dt}.$$

В статическом поле световой сигнал переносит эту частоту:

$$\nu_{\text{прих}}(B) = \frac{\Phi_A}{dt}.$$



Частота локального эталона приёмника:

$$\nu_{\text{эт}}(B) = \frac{\Phi_B}{dt}.$$

Приёмник сравнивает пришедший сигнал со своим эталоном:

$$\frac{\nu_{\text{прих}}(B)}{\nu_{\text{эт}}(B)} = \frac{\Phi_A/dt}{\Phi_B/dt} = \frac{\Phi_A}{\Phi_B}.$$

Если источник находится глубже в гравитационном поле, чем приёмник, то

$$\Phi_A < \Phi_B.$$

Тогда

$$\frac{\nu_{\text{прих}}(B)}{\nu_{\text{эт}}(B)} < 1.$$

Пришедший свет имеет меньшую частоту относительно локального эталона приёмника. Наблюдатель видит красное смещение.

Красное смещение можно определить как

$$z = \frac{\nu_{\text{эт}}(B)}{\nu_{\text{прих}}(B)} - 1.$$

Отсюда

$$z = \frac{\Phi_B}{\Phi_A} - 1.$$

Это основная формула гравитационного красного смещения в ОТВ2 [9].

Физический смысл формулы следующий:

красное смещение определяется не изменением света в пути, а отношением темпов материальных процессов в точке приёма и точке испускания.

12. Слабополюный предел

В слабом поле поле Φ связано с ньютоновским потенциалом:

$$\Phi \approx 1 + \frac{\varphi}{c^2}.$$

Для сферической массы

$$\varphi(r) = -\frac{GM}{r}.$$

Тогда

$$\Phi(r) \approx 1 - \frac{GM}{c^2 r}.$$

Пусть свет испускается с поверхности тела радиуса R и принимается в удалённой области. Тогда

$$\Phi_A \approx 1 - \frac{GM}{c^2 R},$$

а в удалённой области можно выбрать

$$\Phi_B = 1.$$

Формула ОТВ2 даёт

$$z = \frac{\Phi_B}{\Phi_A} - 1 = \frac{1}{1 - \frac{GM}{c^2 R}} - 1.$$

При условии

$$\frac{GM}{c^2 R} \ll 1$$

получаем

$$z \approx \frac{GM}{c^2 R}.$$

Это стандартная слабополюная формула гравитационного красного смещения [7].



В более общем случае

$$\Phi_A \approx 1 + \frac{\varphi_A}{c^2},$$
$$\Phi_B \approx 1 + \frac{\varphi_B}{c^2}.$$

Тогда

$$z = \frac{1 + \frac{\varphi_B}{c^2}}{1 + \frac{\varphi_A}{c^2}} - 1.$$

В первом порядке по φ/c^2 :

$$z \approx \frac{\varphi_B - \varphi_A}{c^2}.$$

Если точка A находится ниже в гравитационном поле, то $\varphi_A < \varphi_B$, поэтому $z > 0$.
Для малой высоты h над поверхностью Земли:

$$\varphi_B - \varphi_A \approx gh.$$

Тогда

$$z \approx \frac{gh}{c^2}.$$

Таким образом, ОТВ2 воспроизводит стандартный слабополюный результат.

13. Сравнение с общей теорией относительности

ОТВ2 должна воспроизводить известный результат общей теории относительности для гравитационного красного смещения. Различие между подходами состоит не в слабополюной формуле, а в интерпретации.

В ОТО гравитационное красное смещение описывается через метрику пространства-времени [6]. В статическом поле частота, измеряемая наблюдателем, зависит от метрического коэффициента g_{00} . В слабом поле

$$g_{00} \approx 1 + \frac{2\varphi}{c^2}.$$

Стандартный результат имеет вид

$$z \approx \frac{\varphi_B - \varphi_A}{c^2}.$$

В ОТВ2 тот же результат получается через поле темпа процессов:

$$\Phi \approx 1 + \frac{\varphi}{c^2},$$
$$z = \frac{\Phi_B}{\Phi_A} - 1.$$

Подстановка слабополюного выражения даёт

$$z \approx \frac{\varphi_B - \varphi_A}{c^2}.$$

Следовательно, слабополюный результат совпадает.

Различие состоит в физическом языке.

В ОТО первичной величиной является геометрия пространства-времени. Разные наблюдатели имеют разное собственное время в метрике.

В ОТВ2 первичной величиной является поле темпа процессов Φ . Разные материальные эталоны имеют разные частоты, потому что находятся в разных значениях поля Φ .

Можно записать соответствие:

$$\Phi \sim \sqrt{g_{00}}.$$

В первом приближении поле Φ играет роль величины, связанной с корнем из временной компоненты метрики.

ОТО говорит:

гравитационное красное смещение связано с различием собственного времени в разных точках метрики.



ОТВ2 говорит:

гравитационное красное смещение связано с различием темпа материальных процессов в разных точках поля Φ .

Математический результат в слабом поле совпадает, но физическая интерпретация различна.

14. Что именно утверждает ОТВ2, а что не утверждает

Чтобы избежать неверных трактовок, необходимо явно указать границы утверждений модели.

ОТВ2 утверждает:

Физическое время измеряется через процессы.

dt — опорная длительность одного кванта эталонного процесса.

$d\tau$ — локальная длительность того же кванта.

Поле Φ связывает их формулой

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi}.$$

Частота материального эталона равна

$$\nu_{\text{эт}} = \frac{\Phi}{dt}.$$

В статическом поле световой сигнал переносит частоту источника.

Красное смещение возникает при сравнении частоты пришедшего сигнала с локальным эталоном приёмника:

$$z = \frac{\Phi_B}{\Phi_A} - 1.$$

ОТВ2 не утверждает:

Что dt является абсолютным временем всей Вселенной.

Что $d\tau$ является произвольным большим интервалом времени.

Что $\Phi = 1$ является абсолютным состоянием вакуума.

Что гравитация вообще не влияет на свет.

Что ОТО неверна в слабом поле [10].

Что вся материя сводится только к одной частоте.

Что постулат о сохранении частоты светового сигнала уже прямо измерен в пути.

Особенно важно четвёртое уточнение. ОТВ2 не говорит, что поле Φ не действует на свет. Она говорит только, что в статическом поле частота светового сигнала сохраняет частоту источника. При этом путь света, фазовый путь, время распространения, отклонение и линзирование могут зависеть от оптического сектора модели.

15. Типичные ошибки понимания

Первая ошибка — понимать dt как абсолютное время. Правильно: dt — это опорная длительность одного кванта выбранного эталона.

Вторая ошибка — понимать $d\tau$ как большой интервал времени. Правильно: $d\tau$ — это длительность одного локального кванта процесса.

Третья ошибка — считать, что если $d\tau$ больше, то «времени стало больше» в смысле ускорения процессов. Наоборот: если один тик стал длиннее, частота уменьшилась, процессы идут медленнее.

Четвёртая ошибка — смешивать длительность кванта и частоту. Они связаны обратно:

$$\nu = \frac{1}{d\tau}.$$

Пятая ошибка — считать, что Φ показывает длительность. На самом деле Φ показывает темп. Длительность связана с ним обратно:

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi}.$$



Шестая ошибка — считать, что $\Phi = 1$ возможно только при совпадении точек. На самом деле $\Phi = 1$ — это нормировка.

Седьмая ошибка — смешивать три частоты:

$$\begin{aligned} & \nu_{\text{эт}}(A), \\ & \nu_{\text{свет}}, \\ & \nu_{\text{эт}}(B). \end{aligned}$$

Восьмая ошибка — говорить, что свет обязательно «теряет энергию в пути». В ОТВ2 для статического поля используется другая интерпретация: свет переносит частоту источника, а смещение возникает при сравнении с эталоном приёмника.

Девятая ошибка — считать, что если частота света не меняется, то гравитация на свет не действует. Это неверно. Частотный постулат не отменяет оптического сектора.

Десятая ошибка — считать, что ОТВ2 отрицает ОТО. В слабом поле ОТВ2 должна воспроизводить результаты ОТО [11]. Отличается интерпретация.

16. Связь с остальными модулями ОТВ2

Рассмотренные определения образуют базовый язык всей модели ОТВ2.

В слабопольной гравитации поле Φ связано с потенциалом:

$$\Phi \approx 1 + \frac{\varphi}{c^2}.$$

Гравитационное ускорение задаётся градиентом поля темпа:

$$\mathbf{g} = -c^2 \nabla \ln \Phi.$$

Это означает, что ускорение возникает не просто из значения поля, а из его пространственного изменения.

В модуле частотных смещений используется формула

$$z = \frac{\Phi_B}{\Phi_A} - 1.$$

В оптическом секторе поле Φ должно описывать не только частотные эффекты, но и путь света, фазовый путь, задержку Шапиро и линзирование [12].

В космологическом модуле поле может разделяться на глобальную и локальную части:

$$\Phi_{\text{tot}}(x, t) = \bar{\Phi}(t) \Psi(x, t).$$

Здесь $\bar{\Phi}(t)$ описывает глобальный темп эпохи, а $\Psi(x, t)$ — локальные гравитационные отклонения.

В логарифмической форме можно записать

$$\begin{aligned} \chi(x, t) &= \ln \Phi_{\text{tot}}(x, t), \\ \chi(x, t) &= \bar{\chi}(t) + \psi(x, t). \end{aligned}$$

Тогда базовое соотношение принимает вид

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi_{\text{tot}}(x, t)}.$$

Это показывает, что одна и та же идея работает в локальной и космологической областях: физические процессы имеют темп, а поле Φ задаёт относительное изменение этого темпа.

17. Заключение

В данной статье были введены базовые определения модели ОТВ2. Основная цель состояла в том, чтобы отделить строгие физические величины от расплывчатого слова «время».

В ОТВ2 время не рассматривается как самостоятельная субстанция, которая сама по себе течёт быстрее или медленнее. Измеряемой основой времени являются физические процессы. Поэтому фундаментальным объектом становится длительность одного кванта эталонного процесса.



В выбранной опорной нормировке эта длительность обозначается как dt . В локальной области поля Φ длительность того же кванта обозначается как $d\tau$. Между ними вводится соотношение

$$d\tau = \frac{dt}{\Phi}.$$

Из него следует выражение для частоты материального эталона:

$$\nu_{\text{эт}} = \frac{\Phi}{dt}.$$

Если Φ уменьшается, локальный квант становится длиннее, а частота процесса уменьшается. Если Φ увеличивается, локальный квант становится короче, а частота процесса увеличивается.

На этой основе было показано, как возникает гравитационное красное смещение. Источник в точке A имеет частоту

$$\nu_{\text{эт}}(A) = \frac{\Phi_A}{dt}.$$

Свет получает эту частоту при испускании. В статическом поле ОТВ2 постулирует, что световой сигнал переносит частоту источника. Приёмник в точке B сравнивает пришедший сигнал со своим локальным эталоном:

$$\nu_{\text{эт}}(B) = \frac{\Phi_B}{dt}.$$

Поэтому наблюдаемое красное смещение равно

$$z = \frac{\Phi_B}{\Phi_A} - 1.$$

В слабопольном пределе, где

$$\Phi \approx 1 + \frac{\varphi}{c^2},$$

получается стандартная формула

$$z \approx \frac{\varphi_B - \varphi_A}{c^2}.$$

Тем самым ОТВ2 воспроизводит результат общей теории относительности для гравитационного красного смещения в слабом поле [11].

Главное отличие состоит в интерпретации. ОТО описывает эффект через геометрию пространства-времени. ОТВ2 описывает тот же эффект через поле темпа процессов Φ .

Итоговая цепочка модели имеет вид:

$$\Phi \rightarrow d\tau = \frac{dt}{\Phi} \rightarrow \nu_{\text{эт}} = \frac{\Phi}{dt} \rightarrow z = \frac{\Phi_B}{\Phi_A} - 1.$$

Главный вывод можно сформулировать так:

ОТВ2 начинается не с утверждения о том, что “время течёт иначе”, а с более строгого утверждения: в разных физических условиях изменяется длительность одного кванта материального процесса. Поле Φ задаёт это изменение, а наблюдаемые частотные эффекты возникают из сравнения процессов, идущих с разным темпом.

Список литературы:

1. Пирязев И.О., Модель ОТВ2 (Относительный Темп Времени 2): слабопольный предел и гравитационные тесты // Вектор научной мысли: научный журнал. Апрель 2026.- СПб., Изд.МИПИ им. Ломоносова -2026. №4(33). DOI статьи: 10.58351/2949-2041.2026.33.4.025
2. Пирязев И.О., Модель ОТВ2 (Относительный Темп Времени 2): Космология темпа процессов без тёмной энергии // Вектор научной мысли: научный журнал. Май 2026.-СПб., Изд.МИПИ им. Ломоносова -2026. №5(34). DOI статьи: 10.58351/2949-2041.2026.34.5.010
3. BIPM. SI base unit: second [Электронный ресурс] // Bureau International des Poids et Mesures. URL: <https://www.bipm.org/en/si-base-units/second> (дата обращения: 19.05.2026).



4. Pound R. V., Rebka G. A. Gravitational Red-Shift in Nuclear Resonance // Physical Review Letters. 1959. Vol. 3, № 9. P. 439–441. DOI: 10.1103/PhysRevLett.3.439.
5. BIPM. Mise en pratique for the definition of the second [Электронный ресурс] // Bureau International des Poids et Mesures. URL: <https://www.bipm.org/documents/20126/41489667/SI-App2-second.pdf> (дата обращения: 19.05.2026).
6. Wald R. M. General Relativity. Chicago : University of Chicago Press, 1984. 491 p.
7. Einstein A. Über den Einfluß der Schwerkraft auf die Ausbreitung des Lichtes // Annalen der Physik. 1911. Bd. 340. S. 898–908. DOI: 10.1002/andp.19113401005.
8. Okun L. B., Selivanov K. G., Telegdi V. L. On the interpretation of the redshift in a static gravitational field // American Journal of Physics. 2000. Vol. 68, № 2. P. 115–119. URL: <https://arxiv.org/abs/physics/9907017> (дата обращения: 19.05.2026).
9. Pound R. V., Rebka G. A. Apparent Weight of Photons // Physical Review Letters. 1960. Vol. 4, № 7. P. 337–341. DOI: 10.1103/PhysRevLett.4.337.
10. Will C. M. Theory and Experiment in Gravitational Physics. 2nd ed. Cambridge : Cambridge University Press, 2018. 360 p. DOI: 10.1017/9781316338612.
11. Will C. M. The Confrontation between General Relativity and Experiment // Living Reviews in Relativity. 2014. Vol. 17. Article 4. DOI: 10.12942/lrr-2014-4.
12. Shapiro I. I. Fourth Test of General Relativity // Physical Review Letters. 1964. Vol. 13, № 26. P. 789–791. DOI: 10.1103/PhysRevLett.13.789.

