

**Двойственная трактовка переменных в модели
GS6: симметрия времени и пространства,
диффузия и релаксация**

Введение

Модель GS6 в трёхмерной реализации строится на паре операторов W и R , заданных в виде матриц 3×3 , и описывает динамику перетекания материи между тремя секторами — одним светлым и двумя тёмными. Ключевым свойством модели является алгебраическая симметрия операторов и вытекающая из неё двойственная трактовка переменных: любую из двух координат можно считать временной, а другую — пространственной. Эта симметрия

естественным образом приводит к трактовке времени как трёхмерного, поскольку роль «временного» оператора может играть как W , так и R в зависимости от выбора интерпретации переменных.

Цель настоящей работы — показать, как симметрия уравнения и спектральная структура матриц $W(3)$ и $R(3)$ порождают двойственность описания, продемонстрировать два физически осмысленных предельных случая: аналог уравнения Шрёдингера для эволюции поля во «времени» и

предельный режим когерентной диффузии вдоль пространственной координаты, а также раскрыть механизм перераспределения материи между секторами и его связь с балансом энергии и космологической постоянной.

Исходное волновое уравнение и его решения

Динамика поля V в модели GS6 описывается уравнением, структурно аналогичным уравнению Клейна–Гордона:

$$V_{yy} - V_{xx} = 2iV_y,$$

где y и x — две независимые переменные, каждая из которых может трактоваться либо как временная, либо как пространственная координата.

Уравнение допускает два основных решения:

$$V_1 = \exp(iWy + iRx),$$

$$V_2 = \exp(iWy - iRx).$$

Эти решения соответствуют суперпозиции бегущих волн с собственными значениями операторов W и R .

Явный вид матриц $W(3)$ и $R(3)$

Матрица $W(3)$: на главной диагонали стоят нули, все остальные элементы равны 1.

$$W(3) = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

Матрица $R(3)$: чисто мнимая антисимметричная матрица; на главной диагонали стоят нули; ненулевые элементы заданы как $R_{12} = R_{23} = R_{31} = -i, R_{21} = R_{32} = R_{13} = i$, что обеспечивает условие антисимметричности $R_{ji} = -R_{ij}$.

$$R(3) = \begin{pmatrix} 0 & -i & i \\ i & 0 & -i \\ -i & i & 0 \end{pmatrix}$$

Спектры операторов: собственные значения W равны $+2, -1, -1$; собственные значения R равны $0, -\sqrt{3}, +\sqrt{3}$. Эти числа определяют три физические моды модели и задают частоты и длины волн в зависимости от выбранной трактовки переменных.

Первая трактовка: y — время, x — пространство

Если считать y временной переменной, а x пространственной, то в нерелятивистском пределе (когда пренебрегают второй производной по «времени» V_{yy} по сравнению с остальными членами) исходное уравнение переходит в аналог уравнения Шрёдингера:

$$-V_{xx} = 2iV_y.$$

Этот предел согласуется с процедурой Wick-вращения и связывает волновые режимы GS6 с диффузионно-дрейфовыми процессами, позволяя описывать перераспределение плотности материи.

В этой трактовке частота временных осцилляций и длина волны пространственных осцилляций определяются формулами:

$$f = \frac{\Omega W_n}{2\pi}, \quad \lambda = \frac{2\pi}{\Lambda R_n},$$

где:

- W_n и R_n — собственные значения операторов W и R соответственно;
- Ω — собственная частота временного резонатора;
- Λ — характерная длина пространственного резонатора.

Для трёх мод модели:

- **Мода 1 (светлый сектор):** $W_n = +2, R_n = 0$. Частота $f_1 = \frac{\Omega \cdot 2}{2\pi} = \frac{\Omega}{\pi}$, пространственная структура отсутствует ($R_n = 0$). Это однородная мода, соответствующая фазе доминирования энергии и глобального расширения.

- **Мода 2 (тёмный сектор 1):** $W_n = -1, R_n = -\sqrt{3}$. Частота $f_2 = -\frac{\Omega}{2\pi}$, длина волны $\lambda_2 = \frac{2\pi}{\Lambda \cdot (-\sqrt{3})} = -\frac{2\pi}{\Lambda\sqrt{3}}$.

Отрицательный знак отражает инверсию фазы и встречное направление потока.

- **Мода 3 (тёмный сектор 2):** $W_n = -1, R_n = +\sqrt{3}$. Частота $f_3 = -\frac{\Omega}{2\pi}$, длина волны $\lambda_3 = \frac{2\pi}{\Lambda\sqrt{3}}$. Направление волны противоположно моде 2, обеспечивая симметричное заполнение двух тёмных секторов.

Соотношение $|f_1| : |f_2| : |f_3| = 2 : 1 : 1$ отражает структурную симметрию трёх секторов: одна «быстрая» мода соответствует фоновому режиму расширения, а две «медленные» — встречным потокам между светлым и тёмными секторами.

Вторая трактовка: x — время, y — пространство

Рассмотрим теперь альтернативную интерпретацию: пусть x является временной переменной, а y — пространственной.

При такой перестановке ролей переменных исходное уравнение

$$V_{yy} - V_{xx} = 2iV_y$$

рассматривается в предельном режиме, где динамика по переменной x (теперь временной) становится «быстрой»

настолько, что член V_{xx} можно положить равным нулю по сравнению с другими членами. Это соответствует пределу, в котором временная эволюция по x не порождает существенных ускорений, и основной вклад в баланс уравнения дают пространственные производные — первая и вторая по y .

Тогда в этом пределе $V_{xx} = 0$, и уравнение принимает вид:

$$V_{yy} = 2iV_y.$$

Таким образом, в этом режиме остаются только пространственные производные: вторая производная V_{yy} и первая производная V_y . Физически это означает, что поле V эволюционирует в «пространственном времени» y , а его динамика определяется исключительно пространственной структурой, заданной оператором W .

Этот предел напрямую связан с алгебраическими соотношениями модели. Напомним, что:

- $W^2 = W + 2I$,
- $R^2 = -W + 2I$.

Вычитая эти равенства, получаем:

$$W^2 - R^2 = (W + 2I) - (-W + 2I) = 2W,$$

то есть $W^2 - R^2 = 2W$ — это точное алгебраическое тождество. Именно оно лежит в основе структуры исходного дифференциального уравнения: операторы W и R кодируют

вторые производные по y и x , а правая часть $2iV_y$ соответствует оператору $2W$. Поэтому при $V_{xx} = 0$ (то есть при «выключении» вклада R^2) уравнение сводится к балансу, который отражает только действие W : $V_{yy} = 2iV_y$.

Такая трактовка подтверждает, что выбор временной координаты — это выбор проекции: в первой трактовке «временным» является оператор W , во второй — роль времени формально берёт на себя переменная x , но в

предельном режиме её вторая производная исчезает, и динамика полностью определяется пространственным оператором W . Это не противоречит трёхмерности времени: оно проявляется как возможность выбирать разные проекции, и в каждом предельном случае остаётся только одна «активная» компонента, отвечающая за эволюцию.

**Физическая интерпретация второй трактовки:
когерентная диффузия материи между секторами**

Во второй трактовке уравнение $V_{yy} = 2iV_y$ приобретает ясный смысл как уравнение пространственной диффузии и дрейфа материи между секторами. В этой интерпретации поле $V(y)$ описывает комплексную амплитуду плотности материи (или энергии) вдоль пространственной координаты y . Его модуль $|V(y)|^2$ — это локальная плотность, а фаза $\arg(V(y))$

задаёт направление и скорость потока. Мнимая единица i в правой части уравнения делает процесс не диссипативным, а фазово-когерентным: плотность не «растекается» с потерей энергии, а перераспределяется по волновому закону, сохраняя общий баланс.

Таким образом, уравнение $V_{yy} = 2iV_y$ описывает когерентную диффузию фазы, которая напрямую управляет

перераспределением плотности между тремя секторами. Это не обычная теплопроводность или вязкое течение, а волновой перенос, при котором градиент фазы создаёт поток, а кривизна поля обеспечивает его самосогласованность.

Определим поток материи вдоль y как величину, пропорциональную градиенту фазы:

$$J(y) \propto |V|^2 \cdot \frac{d}{dy} \arg(V).$$

Из уравнения $V_{yy} = 2iV_y$ следует, что фаза и амплитуда связаны жёстким соотношением, которое фиксирует структуру потока. В терминах операторов это означает, что поток определяется действием матрицы W : именно она задаёт, как быстро меняется фаза вдоль y , и тем самым определяет направление и интенсивность перетока между секторами.

- Значение $+2$ соответствует светлому сектору — он выступает как источник/сток с максимальной интенсивностью обмена.
- Значения -1 соответствуют двум тёмным секторам — они принимают материю и уравнивают поток.

Сумма $+2 - 1 - 1 = 0$ гарантирует, что общий поток материи сохраняется: сколько вытекает из светлого сектора, столько втекает в тёмные. Это и есть закон сохранения плотности в модели GS6.

Такая структура обеспечивает симметричный баланс: два тёмных сектора образуют сопряжённую пару, и их суммарный приём точно компенсирует отдачу светлого сектора. Это предотвращает накопление асимметрии и делает цикл устойчивым.

Уравнение $V_{yy} = 2iV_y$ структурно аналогично уравнению диффузии с мнимым коэффициентом. Если записать его в терминах плотности $\rho = |V|^2$ и фазы $\varphi = \arg(V)$, то можно получить систему, похожую на гидродинамическую:

- Уравнение непрерывности: $\partial_y J + \text{ИСТОЧНИКИ} = 0$, где J — поток вдоль y .
- Уравнение для фазы: связывает кривизну фазы с её градиентом, фиксируя волновую структуру.

В модели GS6 это означает, что диффузия (расплывание плотности) и дрейф (направленный перенос) действуют одновременно, но в когерентном режиме. Дрейф задаётся градиентом фазы (он отвечает за направленный переток

между секторами), а диффузия — кривизной фазы (она сглаживает резкие перепады, не давая возникать сингулярностям).

Важно, что в этой трактовке «время» x не участвует в динамике напрямую: система находится в квазистационарном режиме по x , и вся динамика сосредоточена в пространственном распределении $V(y)$. Это соответствует ситуации, когда временная эволюция по x настолько быстрая, что система успевает мгновенно релаксировать к

равновесному распределению вдоль y .

Связь с космологической постоянной в модели GS6 реализуется через баланс диффузии и дрейфа:

- Диффузионный член (V_{yy}) отвечает за «размазывание» материи и сглаживание неоднородностей.
- Дрейфовый член ($2iV_y$) отвечает за направленный перенос и формирование крупномасштабной структуры.

В стационарном режиме эти два процесса уравниваются, и система приходит к распределению, в котором локальные флуктуации компенсируются встречными потоками. В терминах GS6 это и есть проявление космологической постоянной: она не задаётся как внешний параметр, а возникает как следствие баланса собственных значений оператора W . Сумма $+2 - 1 - 1 = 0$ означает, что «в среднем» система нейтральна: нет ни глобального сжатия, ни неограниченного расширения — только циклический переток

между секторами.

Трёхмерность времени и пространства: частотный и волновой векторы

Как первая, так и вторая трактовки естественным образом предполагают трёхмерность времени наравне с трёхмерностью пространства. Это приводит к появлению трёх

компонент волнового вектора и трёх компонент «частотного вектора», соответствующих трём секторам модели.

Каждая из трёх мод связана с определённой компонентой этих векторов:

- Волновой вектор k имеет три компоненты, определяемые собственными значениями оператора R : $k_1 = 0$, $k_2 = -\sqrt{3}/\Lambda$, $k_3 = +\sqrt{3}/\Lambda$.

- Частотный вектор ν (в первой трактовке) имеет три компоненты, задаваемые собственными значениями W :
$$\nu_1 = \Omega \cdot 2 / (2\pi), \nu_2 = \nu_3 = -\Omega / (2\pi).$$

Таким образом, в каждом из трёх секторов модели имеется своя частота временных осцилляций. При этом в двух тёмных секторах эти частоты осцилляций — как временных, так и пространственных — всегда совпадают по модулю в своих временных или пространственных представлениях соответственно:

- $|f_2| = |f_3| = \Omega/(2\pi)$ — модули временных частот в тёмных секторах равны;
- $|\lambda_2| = |\lambda_3| = 2\pi/(\Lambda\sqrt{3})$ — модули длин волн в тёмных секторах также равны.

Эта симметрия отражает фундаментальное свойство GS6: два тёмных сектора образуют сопряжённую пару, обеспечивающую баланс потоков и замкнутость цикла.

Равенство модулей частот и длин волн в тёмных секторах гарантирует, что переток энергии между секторами происходит симметрично, без накопления асимметрии или расходимостей.

Во второй трактовке аналогичная структура возникает для «нового времени» x : компоненты частотного вектора задаются через R_n , а волнового — через W_n . Симметрия сохраняется: в двух тёмных секторах модули соответствующих величин остаются равными, что подтверждает

универсальность описанного механизма независимо от выбора временной координаты.

Закон сохранения энергии и баланс собственных значений

Независимо от выбранной трактовки переменных, ключевым свойством модели остаётся баланс собственных значений оператора, играющего роль временного в данной

интерпретации. В первой трактовке (где временным является W) этот баланс имеет вид:

$$2 + (-1) + (-1) = 0.$$

Он выражает закон сохранения энергии: сколько энергии «выкачивается» из быстрой моды светлого сектора, столько «закачивается» в две медленные моды тёмных секторов.

Система остаётся замкнутой, не накапливая и не теряя общую норму поля.

Во второй трактовке роль временного оператора играет R , и аналогичный баланс сохраняется для собственных значений R : сумма $0 + (-\sqrt{3}) + (+\sqrt{3}) = 0$. Это означает, что и в этом пределе энергия перераспределяется между модами без потерь, а система остаётся внутренне согласованной.

Таким образом, модель GS6 обладает двойной симметрией: по структуре уравнения и по спектральным свойствам операторов. Это позволяет описывать как эволюцию поля во

времени, так и релаксацию пространственных мод, сохраняя закон сохранения энергии в обоих случаях.

Циклическая динамика и смена ролей секторов

Цикл перетекания материи в модели GS6 реализуется следующим образом:

1. **Фаза расширения.** Доминирует мода с $W = +2$ (в первой трактовке) или с $R = 0$ (во второй трактовке). Плотность энергии однородна, идёт глобальная пульсация.
2. **Перекачка в тёмные сектора.** Амплитуда «быстрой» моды уменьшается, растут амплитуды «медленных» мод.
Появляются пространственные градиенты, начинается накопление материи в тёмных секторах.

3. **Достижение критической плотности.** В одном из тёмных секторов плотность материи достигает критического значения. Он становится светлым (его собственное значение меняется с -1 на $+2$ для W или с $\pm\sqrt{3}$ на 0 для R), а бывший светлый сектор становится тёмным.
4. **Сохранение баланса.** Сумма собственных значений соответствующего «временного» оператора снова равна нулю. Цикл продолжается, сохраняя алгебраическую структуру и симметрию «правой тройки».

Смена ролей секторов происходит без нарушения коммутаторов и алгебраических соотношений. Это и есть релаксационный цикл модели GS6, предотвращающий «застревание» системы в одном состоянии и обеспечивающий периодическую смену фаз доминирования энергии и материи.

Физические следствия и интерпретация 3-мерности времени

Интерпретация 3-мерности времени. В модели GS6 трёхмерность времени не постулируется как внешнее свойство, а возникает как следствие двойственности трактовки переменных и симметрии операторов.

Возможность считать любой из трёх секторов «временным» в зависимости от интерпретации переменных означает, что временная координата не выделена однозначно, а

представляет собой проекцию трёхмерного временного пространства. Наличие трёх компонент частотного и волнового векторов закрепляет эту структуру на количественном уровне.

Проблема ложного вакуума. Релаксационный цикл GS6 естественным образом решает проблему ложного вакуума: система не остаётся в одном метастабильном состоянии, а циклически переходит между состояниями, сохраняя общую энергию. Двойная симметрия модели гарантирует, что такой цикл устойчив как по времени, так и по пространству.

Каскадное повышение частоты и гамма-излучение.

Формулы $f = \frac{\Omega W_n}{2\pi}$ и $f' = \frac{\Lambda R_n}{2\pi}$ позволяют точно рассчитывать частоты на каждом этапе каскада. В зависимости от трактовки переменных можно усиливать либо временные, либо пространственные моды, достигая высоких частот, вплоть до гамма-диапазона.

Тёмная материя и космологическая постоянная. Тёмные сектора с накоплением материи можно трактовать как области формирования тёмной материи: она проявляется через пространственную модуляцию плотности и перераспределение энергии из светлого сектора. Связь с космологической постоянной реализуется через диффузионно-дрейфовый предел уравнения, где пространственные и временные члены задают баланс диффузии и дрейфа.

Заключение

В настоящей работе показано, что модель GS6 допускает двойственную трактовку переменных: любую из координат можно считать временной, а другую — пространственной. Эта двойственность опирается на симметрию исходного уравнения и спектральные свойства матриц $W(3)$ и $R(3)$. В зависимости от выбора трактовки получаются два физически осмысленных предела: аналог уравнения Шрёдингера

$-V_{xx} = 2iV_y$ для эволюции во времени и предельный режим $V_{yy} = 2iV_y$, в котором остаются только пространственные производные (первая и вторая по y).

Формулы $f = \frac{\Omega W_n}{2\pi}$, $\lambda = \frac{2\pi}{\Lambda R_n}$ и их двойники $f' = \frac{\Lambda R_n}{2\pi}$, $\lambda' = \frac{2\pi}{\Omega W_n}$ дают строгий расчётный аппарат для определения наблюдаемых величин. Введение трёх компонент волнового и частотного векторов раскрывает структуру модели в терминах трёхмерности времени и пространства.

Трёхмерность времени в модели GS6 возникает не как внешнее допущение, а как естественное следствие этой симметрии и возможности перестановки ролей операторов W и R . Баланс собственных значений (как для W , так и для R) гарантирует сохранение энергии и замкнутость релаксационного цикла независимо от выбранной трактовки.

Равенство по модулю частот и длин волн в двух тёмных секторах подчёркивает симметрию модели и её внутреннюю согласованность. Модель GS6 позволяет единым образом описывать космологическое расширение, накопление материи, каскадное повышение частоты, релаксационные циклы и проблему ложного вакуума, оставаясь внутренне согласованной и физически осмысленной.