

# ГЕОМЕТРИЗИРОВАННАЯ ФИЗИКА ВАКУУМА. ЧАСТЬ I. ОСМЫСЛЕННАЯ АЛГЕБРА СТИГНАТУР

Михаил Батанов-Гахман<sup>1</sup>

(1) Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет),  
Институт № 2 “Авиационные и ракетные двигатели и энергетические установки”,  
ул. Волоколамское шоссе 4, Москва – Россия, 125993  
(e-mail: [alsignat@yandex.ru](mailto:alsignat@yandex.ru))

## АННОТАЦИЯ

Данная статья является первой частью научного проекта под общим названием «Геометризированная физика вакуума». В основу данного исследования заложены два основных постулата: 1) независимость скорости распространения электромагнитных волн в вакууме от их частоты; 2) постоянство усредненного нулевого вакуумного баланса, связанного с утверждением, что из вакуума рождаются только взаимно противоположные образования, так что в среднем они полностью компенсируют проявления друг друга. В этой части «Геометризированной физики вакуума» закладываются основы Алгебры стигнатур, являющейся математическим и логическим фундаментом всего проекта. В следующих статьях этого проекта будет показано, что Алгебра стигнатур может быть использована для развития «нулевых» (вакуумных) технологий, алгебраической генетики, вакуумной космологии, вакуумной стандартной модели «элементарных частиц», вакуумной гравитации и левитации, вакуумной энергетики, этики и эстетики и многих других отраслей знания. В конце данной статьи приведено одно из множества возможных применений Алгебры стигнатур, в частности изложены основы стигнатурно-спектрального анализа, с помощью которого могут быть значительно расширены возможности каналов связи.

## ABSTRACT

This article is the first part of a scientific project under the general title "Geometrized Vacuum Physics". This study is based on two main postulates: 1) independence of the propagation velocity of electromagnetic waves in vacuum from their frequency; 2) the constancy of the averaged zero vacuum balance, associated with the assertion that only mutually opposite formations are born from vacuum, so that on average they completely compensate for each other's manifestations. In this part of the "Geometrized Physics of the Vacuum" the foundations of the Algebra of Stignatures are laid, which is the mathematical and logical foundation of the entire project. In the next articles of this project it will be shown that the Algebra of Stignatures can be used for the development of "zero" (vacuum) technologies, algebraic genetics, vacuum cosmology, the vacuum standard model of "elementary particles", vacuum gravity and levitation, vacuum energy, ethics and aesthetics and many other branches of knowledge. At the end of this article, one of the many possible applications of the Stignature Algebra is given, in particular, the basics of the signature-spectral analysis are outlined, with the help of which the possibilities of communication channels can be significantly expanded.

**Ключевые слова:** вакуум, физика вакуума, полностью геометризированная физика, вакуумный баланс, стигнатура, сигнатура, алгебра стигнатур.

**Keywords:** vacuum, vacuum physics, fully geometrized physics, vacuum balance, stignature, signature, algebra of signatures.

## ВВЕДЕНИЕ

В современной физике различают [1–8]: *технический вакуум* (разряженный газ); *физический вакуум* (низшее энергетическое состояние совокупности скалярных, векторных, тензорных и спинорных квантовых полей); *эйштейновский вакуум* (в общем случае искривленный 4-мерный пространственно-временной континуум, окружающий нейтральные или заряженные физические тела); *идеальный вакуум* (пустота, т.е. 3-мерное пространство, в котором полностью отсутствуют какие-либо искривления и частицы).

В данной первой части «Геометризированной физики вакуума» основное внимание уделяется *идеальному вакууму*, с целью создания математического аппарата «Алгебры стигнатур», пригодного для исследования вакуумных явлений и развития множества других «нулевых» (вакуумных) технологий. В последующих статья данного проекта предполагается описание искривленных участков вакуума и стабильных вакуумных образований.

В реальности нет места, в котором полностью отсутствовали бы локальные и глобальные искривления вакуума, связанные, например, с кипением кварк-глюонной плазмы и/или с межпланетной и межзвёздной гравитацией и/или с расширением Вселенной. Тем не менее, вначале абстрагируемся от всевозможных вакуумных процессов, и рассмотрим локальную область совершенно плоского пустого 3-мерного пространства (т.е. *идеального вакуума*).

Прежде всего, отметим, что современной науке ничего достоверно не известно о субстанциональной основе пустого пространства (вакуума), т.к. разнообразные теории, типа гипотезы о существовании эфира, не получили экспериментального подтверждения. Струнные теории предлагают гипотезу о возможном существовании исходных линейных объектов (суперструн) и многомерных объектов (*D*-бран), формирующих свойства окружающей нас реальности, но экспериментально эти экзотические объекты не обнаружены. Предсказания теории петлевой квантовой гравитации также нуждаются в экспериментальной проверке и т.д.

Настоящая работа опирается на три достоверных (экспериментально подтвержденных) факта:

- 1) все известные электромагнитные волны, не зависимо от их частоты колебания, распространяются в вакууме с одной и той же скоростью света  $c = 299\,792\,458$  м/с (зафиксированной резолюцией 26-й Генеральной конференции по мерам и весам, на основании данных CODATA). Несмотря на возможную нестабильность свойств пустоты, постулат о постоянстве скорости света в вакууме в этой работе принят в качестве исходной аксиомы. Вместе с тем, как выяснится ниже, математический аппарат Алгебры стигматур оказался не зависящим от скорости распространения возмущений. Поэтому Алгебра стигматур универсальна и применима для исследования любой (твердой, жидкой, газообразной и ментальной) 3-мерной среды;
- 2) все усредненные характеристики в среднем плоского участка вакуума (импульс, момент импульса, спин и т.д.) равны нулю;
- 3) если из вакуума что-либо рождается, то обязательно во взаимно-противоположном виде (частица – античастица, выпуклость – вогнутость, волна – антиволна и т.д.). Это свойство вакуума в данной работе называется «усредненным нулевым вакуумным балансом» или сокращенно «вакуумным балансом».

Отметим, что скорость света в вакууме измеряется с достаточной точностью только на протяжении последних 70 – 80 лет. За это время ощутимых изменений этой величины не было обнаружено. Это позволило рассматривать скорость света в вакууме в качестве мировой константы. Однако это слишком короткий период наблюдений, чтобы уверенно утверждать, что скорость света со временем не меняется. Например, считается, что Вселенная ускоренно расширяется, поэтому не исключено, что вакуум все больше и больше напрягается, и не исключено, что скорость света в вакууме медленно изменяется.

Несмотря на возможную нестабильность свойств пустоты, постулат о постоянстве скорости света в вакууме в этой работе принят в качестве исходной аксиомы. Вместе с тем, как выяснится ниже, математический аппарат Алгебры стигматур оказался нечувствительным к возможному изменению величины скорости света.

Развитые в этой работе основы Алгебры стигматур предлагаются в качестве универсального математического аппарата, пригодного для исследования не только свойств вакуума, но и любых других жидких, твердых и газообразных сплошных сред, в которых волновые возмущения распространяются с постоянной скоростью. Так же Алгебра стигматур может быть полезной для философского переосмысления знаний древних цивилизаций и для применения во многих отраслях научного знания, например, в: теории кодирования, алгебраической генетике, вакуумной энергетике, физике элементарных частиц и т.д.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОД

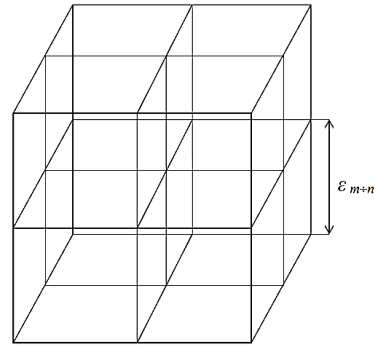
### 1 Продольное расслоение идеального вакуума на $\lambda_{m,l}$ -вакуумы

Рассмотрим 3-мерный объем идеального вакуума, в котором отсутствуют какие-либо частицы и искривления. В дальнейшем для краткости идеальный вакуум будем называть «вакуум».

Прозондируем данный объем «вакуума» лучами лазера с трех взаимно перпендикулярных направлений, таким образом, чтобы лучи образовали 3-мерную кубическую решетку (рис. 1*a, б*).



а)



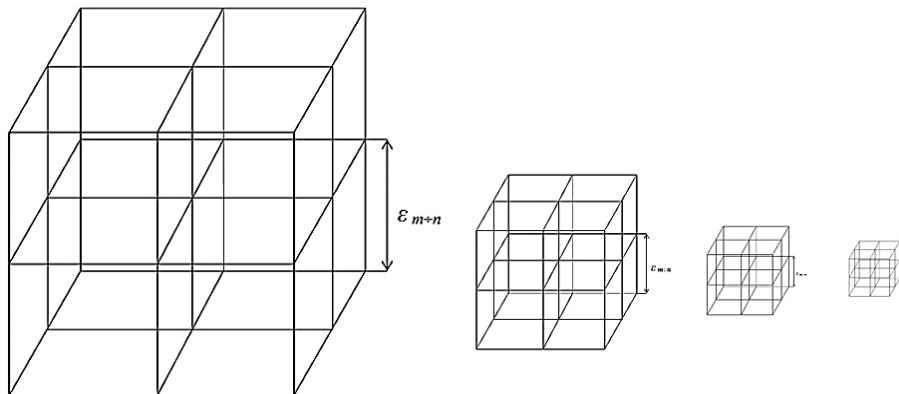
б)

**Рис. 1:** а) Лазерные лучи света в вакууме, визуализированные с помощью мелкодисперсной золи; б) Трехмерная решетка в «вакууме», состоящая из взаимно перпендикулярных монохроматических лучей света с длиной волны  $\lambda_{m,n}$ , при этом длина ребра данной кубической ячейки  $\varepsilon_{m,n} \sim 10^2 \lambda_{m,n}$

Лучи света в вакууме не видны, но их можно визуализировать с помощью мелкодисперсной золи с низкой плотностью (т.е. с помощью мелких частичек с размером несколько микрон, равномерно распыленных по всему исследуемому объему «вакуума»). Разумеется, «вакуум», заполненный золью, – это не идеальный вакуум. Тем не менее, лучи распространяются в самом «вакууме» (т.е. между частичками золи), при этом влиянием золи на метрико-динамические свойства макроскопического объема «вакуума» в рассматриваемом случае можно пренебречь. Кроме того, если золь удалить из этого объема «вакуума», то лучи в нем по-прежнему останутся, хотя и не будут видны.

Пусть, например, для зондирования исследуемого объема «вакуума» используются лазерные лучи света (т.е. узконаправленные монохроматические электромагнитные колебания) с длиной волны  $\lambda_{4,5}$ , взятой из диапазона длин  $\Delta\lambda = 10^{-4} \div 10^{-5}$  см. Тогда получим 3-мерную решетку, состоящую из таких взаимно перпендикулярных лазерных лучей, с длиной ребра одной кубической ячейки  $\varepsilon_{4,5} \sim 100 \cdot \lambda_{4,5}$  (рис. 1б). Данную кубическую решетку будем называть  $\lambda_{4,5}$ -вакуумом (или световым 3D $_{4,5}$ -ландшафтом).

Разделим весь диапазон длин электромагнитных (световых) волн на множество поддиапазонов  $\Delta\lambda = 10^m \div 10^n$  см, где  $n = m + 1$  ( $m$  и  $n$  – целые числа). Затем аналогично тому, как показано на рис. 1, прозондируем исследуемый объем «вакуума» монохроматическими лучами света с длинами волн  $\lambda_{m,n}$  из всех поддиапазонов  $\Delta\lambda = 10^m \div 10^n$  см. В результате получим практически бесконечное количество вложенных друг в друга  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов (т.е. световых 3D $_{m,n}$ -ландшафтов) с соответствующими длинами ребер кубических ячеек  $\varepsilon_{m,n} \sim 100 \cdot \lambda_{m,n}$  (рис. 2).



**Рис. 2:** Дискретный набор вложенных друг в друга  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов одного и того же 3-мерного объема пустоты, где  $\lambda_{m,n} > \lambda_{m+1,n+1} > \lambda_{m+2,n+2} > \lambda_{m+3,n+3} \dots$

Величина ребра кубической ячейки каждого  $\lambda_{m,n}$ -вакуума

$$\varepsilon_{m,n} \sim 10^2 \lambda_{m,n} \quad (1)$$

следует из условия применимости геометрической оптики  $\lambda_{m,n} \rightarrow 0$ , т.е. когда толщина луча света много меньше величины соответствующей кубической ячейки, при этом толщиной луча можно пренебречь.

Бесконечное количество вложенных друг в друга  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов (рис. 2) будем называть продольным расслоением 3-мерного объема «вакуума».

Остается открытым вопрос: – «Имеются ли ограничения, на частоту  $\omega$  или длину волны  $\lambda$  электромагнитной волны, как в сторону их увеличения, так и в сторону уменьшения? Если критические значения

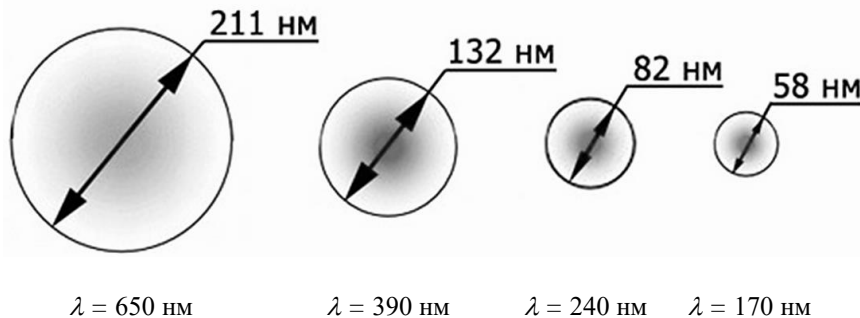
$$\omega_{max} = 2\pi c/\lambda_{max} \quad \text{и} \quad \omega_{min} = 2\pi c/\lambda_{min}$$

существуют, то это будут очень важными характеристиками вакуума. На сегодня, насколько известно автору, диапазон частот наблюдаемых электромагнитных волн простирается от 2 Гц до  $10^{20}$  Гц, при этом ограничений на расширение данного диапазона экспериментально не обнаружено.

## 2 Геодезические линии искривленного участка $\lambda_{m,n}$ -вакуума

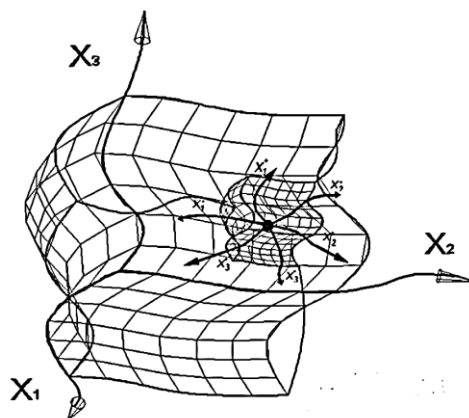
Многолетние экспериментальные данные показывают, что монохроматические лучи света во всем наблюдаемом диапазоне длин волн  $\Delta\lambda$  распространяются в «вакууме» с одной и той же скоростью света  $c$  и по одним и тем же законам электродинамики. Поэтому, если исследуемый участок вакуума не искривлен, то все  $\lambda_{m,n}$ -вакуумы (т.е. световые 3D $_{m,n}$ -ландшафты) будут представляться в виде идеальных кубических решеток (рис. 1 и 2), т.к. геодезическими линиями всех этих не искривлённых  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов являются прямые лучи света. При этом  $\lambda_{m,n}$ -вакуумы будут отличаться друг от друга только длиной ребра кубической ячейки  $\varepsilon_{m,n} \sim 10^2 \cdot \lambda_{m,n}$  (рис. 2).

Однако, если исследуемый участок вакуума окажется искривленным, то все  $\lambda_{m,n}$ -вакуумы будут несколько отличаться друг от друга в силу того, что лучи света (т.е. эйконалы) с разной длиной волны имеют разную толщину. Данное обстоятельство теоретически обосновывается в разделах геометрической оптики, связанных с разрешающей способностью оптических приборов [17, 18], и подтверждается экспериментальными данными (рис. 3).



**Рис. 3:** Экспериментальные данные о толщине луча лазера в зависимости от длины волны  $\lambda$  соответствующего монохроматического излучения [18]

В этом случае каждый  $\lambda_{m,n}$ -вакуум (т.е. световой 3D $_{m,n}$ -ландшафт) будет уникальным (рис. 4), так как неровности вакуума усредняются в пределах толщины зондирующего луча света.



**Рис. 4:** Иллюстрация искривленного  $\lambda_{m,n}$ -вакуума, вложенного в искривленный  $\lambda_{f,d}$ -вакуум (где  $\lambda_{f,d} > \lambda_{m,n}$ )

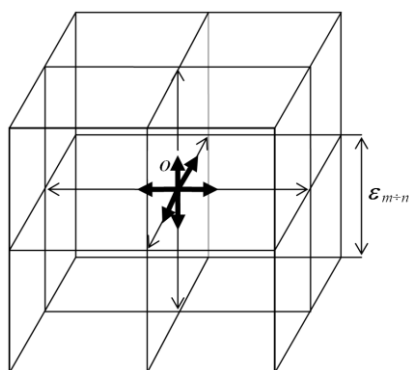
Поэтому один  $\lambda_{m,n}$ -вакуум – это только один 3-мерный «срез» искривленной области вакуума. Для более полного описания искривленного участка вакуума необходимо иметь бесконечный набор искривленных  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов, вложенных друг в друга.

Таким образом, локальный объем вакуума – это бесконечно сложная система состоящая из бесконечного количества вложенных друг в друга  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов. Ситуация однако упрощается тем, что во всем изученном диапазоне длин электромагнитных волн все  $\lambda_{m,n}$ -вакуумы подчиняются одним и тем же физическим законам. Поэтому знания, полученные при изучении одного  $\lambda_{k,r}$ -вакуума автоматически распространяются на все остальные  $\lambda_{m,n}$ -вакуумы.

Ниже развивается математический аппарат Алгебры стигнатур, предназначенный для исследования локального объема только одного  $\lambda_{m,n}$ -вакуума. Но этот аппарат пригоден для исследования не только всех  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов, но и любых других сплошных сред, в которых волновые возмущения распространяются с постоянной скоростью.

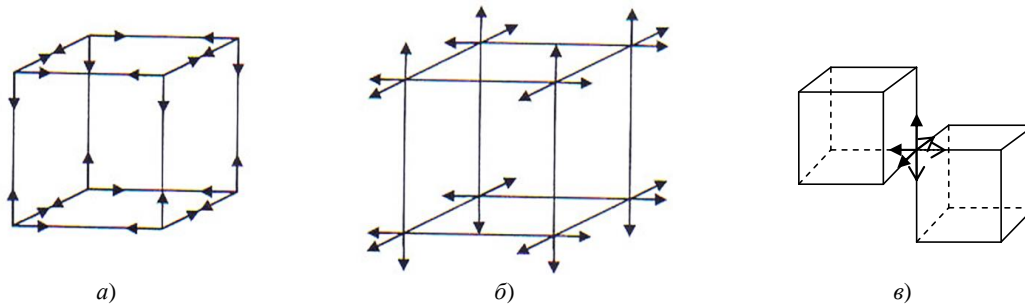
### 3 Шестнадцать вращающихся 4-базисов

Вернемся к рассмотрению неискривленного объема одного из  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов (рис. 1) и исследуем область «вакуума» в окрестности точки  $O$  (рис. 5).



**Рис. 5:** Неискривленная световая 3D-решетка  $\lambda_{m,n}$ -вакуума, выявленная из «вакуума» (пустоты) посредством взаимно перпендикулярных монохроматических лучей света с длиной волны  $\lambda_{m,n}$ .  
Ячейками такой решетки являются кубы с длиной ребра  $\epsilon_{m+n} \sim 10^2 \cdot \lambda_{m,n}$

Подсчитаем, сколько ортогональных 3-базисов берут начало в центральной точке  $O$  (рис. 5). Если разнести 3-базисы из точки  $O$  в разные стороны, то выяснится, что их 16 (рис. 6 а,б).



**Рис. 6:** Шестнадцать 3-базисов в центральной точке  $O$  изучаемого объема  $\lambda_{m,n}$ -вакуума  
 а) 8 внутренних 3-базисов; б) 8 внешних 3-антибазисов; в) смежные 3-базисы

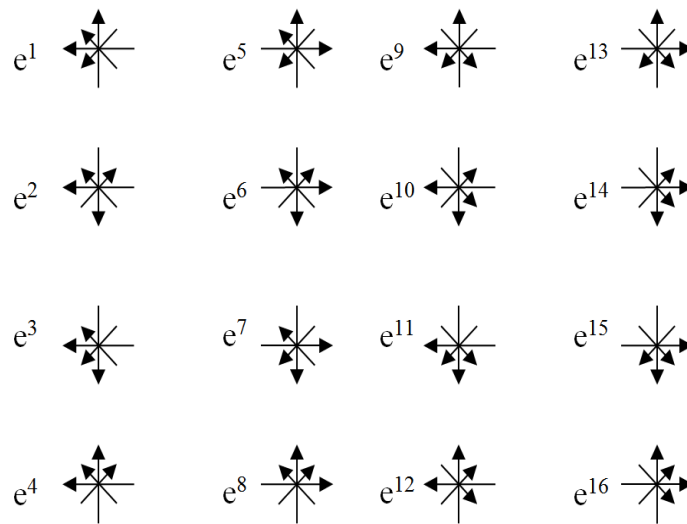
Восемь 3-базисов относятся к самой кубической ячейке (рис. 6а), а восемь противоположных им 3-антибазисов относятся к смежным кубическим ячейкам (рис. 6 б,в).

Согласно условию «вакуумного баланса» любое движение в вакууме должно сопровождаться аналогичным антидвижением. Поэтому, если один 3-базис (вместе с кубической ячейкой) поворачивается по часовой стрелке, то это возможно только, если смежная кубическая ячейка (вместе с 3-антибазисом) аналогично поворачивается против часовой стрелки, поскольку в вакууме нет никакой точки опоры.

В связи с вышесказанным, удобно всем восьми 3-базисам (рис. 6а) добавить по четвертой оси времени  $t$ , а восьми 3-антибазисам (рис. 6б) добавить по четвертой анти-оси (т.е. противоположно направленной оси) времени  $-t$ .

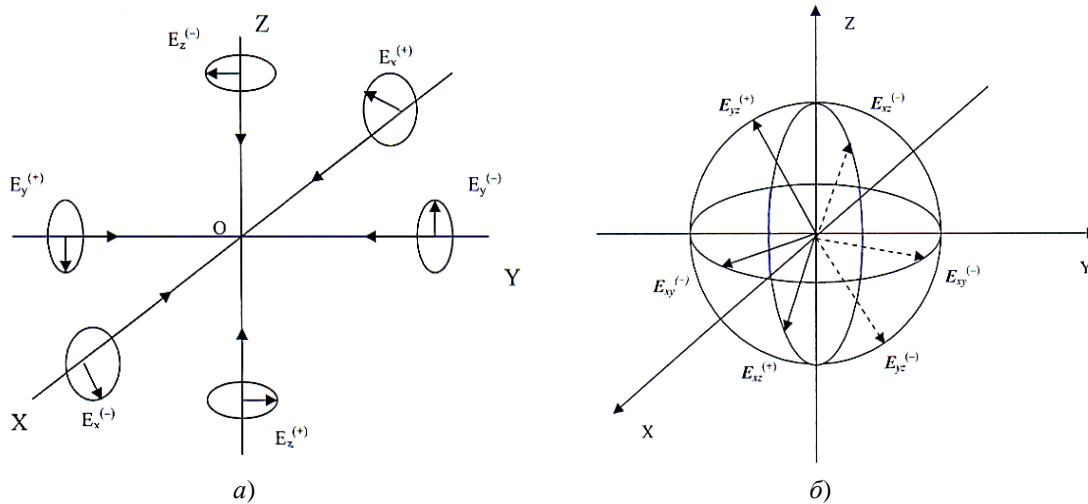
*Ось времени  $t$  определяется угловой частотой вращения 3-базиса (т.е. количеством оборотов в единицу времени). Вращение 3-базиса с постоянной угловой скоростью описывается выражением  $d\varphi/dt = \omega$  (где  $\varphi$  и  $\omega$  – фаза и угловая частота вращения 3-базиса). Интегрируя данное выражение, получим ось времени  $t = \varphi/\omega$ . Вращение 3-антибазиса в противоположную сторону аналогично формирует анти-ось времени  $-t = \varphi/\omega$ .*

Таким образом, в рассматриваемой точке  $O$   $\lambda_{m,n}$ -вакуума (рис. 5) имеется  $8 + 8 = 16$  ортогональных 4-базисов (рис. 6), которые показаны на рис. 7.



**Рис. 7:** Шестнадцать 4-базисов с началом в точке  $O$ , полученных посредством добавления к восьми 3-базисам четвертой оси времени и восьми 3-антибазисам по четвертой анти-оси времени

Шестнадцать 4-базисов (рис. 7) могут быть получены в рамках теории распространения электромагнитных волн [10]. Пусть в точку  $O$  приходят шесть монохроматических лучей света с круговой поляризацией: по два встречных луча света с каждого из трех взаимно перпендикулярных направлений (рис. 8).



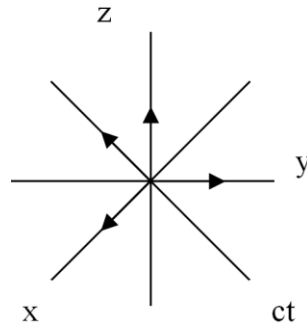
**Рис. 8:** а) Лучи и антилучи (т.е. встречные лучи) света с круговой поляризацией, приходящие в точку  $O$  с трех взаимно перпендикулярных направлений; б) Два 3-базиса, состоящие из векторов электрического поля  $\mathbf{E}_x^{(+)}, \mathbf{E}_y^{(+)}, \mathbf{E}_z^{(+)}$  и  $\mathbf{E}_x^{(-)}, \mathbf{E}_y^{(-)}, \mathbf{E}_z^{(-)}$ , вращающиеся в точке  $O$  во взаимно противоположных направлениях

Из шести вращающихся векторов электрического поля  $\mathbf{E}_x^{(+)}, \mathbf{E}_y^{(+)}, \mathbf{E}_z^{(+)}$  и  $\mathbf{E}_x^{(-)}, \mathbf{E}_y^{(-)}, \mathbf{E}_z^{(-)}$ , показанных на рис. 8, можно составить 16 вращающихся 3-базисов. Из них: восемь 3-базисов вращаются по часовой стрелке, а восемь других 3-базисов вращаются против часовой стрелки.

#### 4 Стигнатура аффинного 4-мерного пространства

Каждый из шестнадцати 4-базисов, показанных на рис. 7, задает направление осей 4-мерного аффинного (т.е. векторного) пространства. Чтобы ввести характеристику «стигнатура» аффинного пространства сначала определим понятие «база».

Выберем из шестнадцати 4-базисов, показанных на рис. 7, один 4-базис, например,  $\mathbf{e}^5(\mathbf{e}_0^{(5)}, \mathbf{e}_1^{(5)}, \mathbf{e}_2^{(5)}, \mathbf{e}_3^{(5)})$  и назовем его «база» (рис, 9).



**Рис. 9:** Аффинное 4-мерное пространство, направления осей которого задано 4-базисом  $\mathbf{e}^5(\mathbf{e}_0^{(5)}, \mathbf{e}_1^{(5)}, \mathbf{e}_2^{(5)}, \mathbf{e}_3^{(5)})$  с условно принятой стигатурой  $\{++++\}$

Условно примем, что направления всех единичных векторов «базы» положительны (рис. 9)

$$\mathbf{e}_i^{(5)}(\mathbf{e}_0^{(5)}, \mathbf{e}_1^{(5)}, \mathbf{e}_2^{(5)}, \mathbf{e}_3^{(5)}) = (+1, +1, +1, +1) \rightarrow \{++++\}. \quad (2)$$

Здесь введено сокращенное обозначение  $\{++++\}$ , которое будем называть «стигатурой» аффинного пространства, задаваемого 4-базисом  $\mathbf{e}^5$  (т.е. «базой»). То есть стигатура – это набор из 4-х знаков, определяющих направление осей 4-мерного аффинного пространства по отношению к направлению осей базового аффинного пространства.

Все остальных 4-базисы, показанные на рис. 7, имеют следующие стигнатуры относительно направлений единичных векторов «базы» (т. е. 4-базиса  $\mathbf{e}^{(5)}$ )

Таблица 1 – Стигнатуры аффинных пространств

4-базис (тетрада)	Стигнатура	4-базис (тетрада)	Стигнатура
$\mathbf{e}^1(\mathbf{e}_0^{(1)}, \mathbf{e}_1^{(1)}, \mathbf{e}_2^{(1)}, \mathbf{e}_3^{(1)}) =$ $= (1, 1, -1, 1) \rightarrow$	{+ + - +}	$\mathbf{e}^9(\mathbf{e}_0^{(9)}, \mathbf{e}_1^{(9)}, \mathbf{e}_2^{(9)}, \mathbf{e}_3^{(9)}) =$ $= (-1, 1, -1, 1) \rightarrow$	{- + - +}
$\mathbf{e}^2(\mathbf{e}_0^{(2)}, \mathbf{e}_1^{(2)}, \mathbf{e}_2^{(2)}, \mathbf{e}_3^{(2)}) =$ $= (1, -1, -1, -1) \rightarrow$	{+ - - -}	$\mathbf{e}^{10}(\mathbf{e}_0^{(10)}, \mathbf{e}_1^{(10)}, \mathbf{e}_2^{(10)}, \mathbf{e}_3^{(10)}) =$ $= (-1, 1, -1, -1) \rightarrow$	{- - - -}
$\mathbf{e}^3(\mathbf{e}_0^{(3)}, \mathbf{e}_1^{(3)}, \mathbf{e}_2^{(3)}, \mathbf{e}_3^{(3)}) =$ $= (1, 1, -1, -1) \rightarrow$	{+ + - -}	$\mathbf{e}^{11}(\mathbf{e}_0^{(11)}, \mathbf{e}_1^{(11)}, \mathbf{e}_2^{(11)}, \mathbf{e}_3^{(11)}) =$ $= (-1, 1, -1, -1) \rightarrow$	{- + - -}
$\mathbf{e}^4(\mathbf{e}_0^{(4)}, \mathbf{e}_1^{(4)}, \mathbf{e}_2^{(4)}, \mathbf{e}_3^{(4)}) =$ $= (1, -1, -1, 1) \rightarrow$	{+ - - +}	$\mathbf{e}^{12}(\mathbf{e}_0^{(12)}, \mathbf{e}_1^{(12)}, \mathbf{e}_2^{(12)}, \mathbf{e}_3^{(12)}) =$ $= (-1, -1, -1, 1) \rightarrow$	{- - - +}
$\mathbf{e}^5(\mathbf{e}_0^{(5)}, \mathbf{e}_1^{(5)}, \mathbf{e}_2^{(5)}, \mathbf{e}_3^{(5)}) =$ $= (1, 1, 1, 1) \rightarrow$	{+ + + +}	$\mathbf{e}^{13}(\mathbf{e}_0^{(13)}, \mathbf{e}_1^{(13)}, \mathbf{e}_2^{(13)}, \mathbf{e}_3^{(13)}) =$ $= (-1, 1, 1, 1) \rightarrow$	{- + + +}
$\mathbf{e}^6(\mathbf{e}_0^{(6)}, \mathbf{e}_1^{(6)}, \mathbf{e}_2^{(6)}, \mathbf{e}_3^{(6)}) =$ $= (1, -1, 1, -1) \rightarrow$	{+ - + -}	$\mathbf{e}^{14}(\mathbf{e}_0^{(14)}, \mathbf{e}_1^{(14)}, \mathbf{e}_2^{(14)}, \mathbf{e}_3^{(14)}) =$ $= (-1, -1, 1, -1) \rightarrow$	{- - + -}
$\mathbf{e}^7(\mathbf{e}_0^{(7)}, \mathbf{e}_1^{(7)}, \mathbf{e}_2^{(7)}, \mathbf{e}_3^{(7)}) =$ $= (1, 1, 1, -1) \rightarrow$	{+ + + -}	$\mathbf{e}^{15}(\mathbf{e}_0^{(15)}, \mathbf{e}_1^{(15)}, \mathbf{e}_2^{(15)}, \mathbf{e}_3^{(15)}) =$ $= (-1, 1, 1, -1) \rightarrow$	{- + + -}
$\mathbf{e}^8(\mathbf{e}_0^{(8)}, \mathbf{e}_1^{(8)}, \mathbf{e}_2^{(8)}, \mathbf{e}_3^{(8)}) =$ $= (1, -1, 1, 1) \rightarrow$	{+ - + +}	$\mathbf{e}^{16}(\mathbf{e}_0^{(16)}, \mathbf{e}_1^{(16)}, \mathbf{e}_2^{(16)}, \mathbf{e}_3^{(16)}) =$ $= (-1, -1, 1, 1) \rightarrow$	{- - + +}

Стигнатуры, приведенные в табл. 1, объединяются в 16-компонентную матрицу:

$$stign(e_i^{(a)}) = \begin{pmatrix} \{+ + + +\} & \{+ + + -\} & \{- + + -\} & \{+ + - +\} \\ \{- - - +\} & \{- + + +\} & \{- - + +\} & \{- + - +\} \\ \{+ - - +\} & \{+ + - -\} & \{+ - - -\} & \{+ - + +\} \\ \{- - + -\} & \{+ - + -\} & \{- + - -\} & \{- - - -\} \end{pmatrix}. \quad (3)$$

В качестве «базы» может быть выбран любой другой 4-базис из шестнадцати 4-базисов, показанных на рис. 7. При этом изменятся только сочетания знаков в стигнатурах аффинных пространств, но все свойства матрицы стигнатур (3) останутся неизменными.

## 5 Свойства матрицы стигнатур

Матрица стигнатур (3) получена в результате развития физики вакуума. Однако данная матрица представляет собой отдельный универсальный математический объект, который может быть применен в различных отраслях научного знания и философии.

Перечислим некоторые свойства матрицы стигнатур (3).



5.1. Сумма всех 16-и стигнатур из матрицы (3) равна нулевой стигнатуре

$$\begin{aligned}
 & \{++-+\} + \{+---\} + \{++--\} + \{+--+ \} + \\
 & + \{++++\} + \{+-+-\} + \{+++-\} + \{+--+ \} + \\
 & + \{-+++\} + \{-----\} + \{-+--\} + \{----+\} + \\
 & + \{-++++\} + \{-+--\} + \{-++-\} + \{-+--\} = \{0000\}.
 \end{aligned} \tag{4}$$

Выражение (4) можно представить в следующем виде

$$\begin{aligned}
 0 &= \underline{\{0\ 0\ 0\ 0\}} + \underline{\{0\ 0\ 0\ 0\}} = 0 \\
 0 &= \{+\ +\ +\ +\} + \{-\ -\ -\ -\} = 0 \\
 0 &= \{-\ -\ -\ +\} + \{+\ +\ +\ -\} = 0 \\
 0 &= \{+\ -\ -\ +\} + \{-\ +\ +\ -\} = 0 \\
 0 &= \{-\ -\ +\ -\} + \{+\ +\ -\ +\} = 0 \\
 0 &= \{+\ +\ -\ -\} + \{-\ -\ +\ +\} = 0 \\
 0 &= \{-\ +\ -\ -\} + \{+\ -\ +\ +\} = 0 \\
 0 &= \{+\ -\ +\ -\} + \{-\ +\ -\ +\} = 0 \\
 0 &= \underline{\{-\ +\ +\ +\}} + \underline{\{+\ -\ -\ -\}} = 0 \\
 0 &= \{0\ 0\ 0\ 0\} + \{0\ 0\ 0\ 0\} + = 0, \\
 & +
 \end{aligned} \tag{5}$$

где суммирование знаков «+» и «-» производится в каждой строке и столбце в любом направлении по правилам:

$$\langle - \rangle + \langle - \rangle = 2\langle - \rangle, \quad \langle + \rangle + \langle + \rangle = 2\langle + \rangle, \quad \langle + \rangle + \langle - \rangle = \langle - \rangle + \langle + \rangle = 0. \tag{6}$$

Действия со знаками в (5) выполняется по строкам и столбцам (т.е. по упорядоченным рядам или по ранжиру), поэтому данное выражение называется ранжирным, а два столбца, состоящие из стигнатур называются «ранжирами». Ранжирное выражение (5) раскрывает внутреннюю структуру пустоты и называется «расщеплением ноля».

5.2. Сумма всех 64 знаков, входящих в матрицу (3), равна нулю, то есть удовлетворяет условию вакуумного баланса:

$$32\langle + \rangle + 32\langle - \rangle = 0, \tag{7}$$

5.3. Возможны четыре бинарные комбинации знаков «+» и «-», которые будем назвать бинарными стигнатурами:

$$H' \leftrightarrow \begin{Bmatrix} + \\ - \end{Bmatrix}, \quad V \leftrightarrow \begin{Bmatrix} - \\ + \end{Bmatrix}, \quad H \leftrightarrow \begin{Bmatrix} + \\ + \end{Bmatrix}, \quad I \leftrightarrow \begin{Bmatrix} - \\ - \end{Bmatrix}, \tag{8}$$

или в транспонированном виде

$$H^+ \leftrightarrow \{+\ -\}, \quad V^+ \leftrightarrow \{-\ +\}, \quad H^+ \leftrightarrow \{+\ +\}, \quad I^+ \leftrightarrow \{-\ -\}. \tag{9}$$

Объединим (U) бинарные стигнатуры (8) или (9) по правилам:

$$\begin{Bmatrix} + \\ - \end{Bmatrix} \cup \begin{Bmatrix} - \\ + \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} + & - \\ - & + \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} + \\ + \end{Bmatrix} \cup \begin{Bmatrix} - \\ + \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} + & - \\ + & + \end{Bmatrix}, \quad \begin{Bmatrix} + \\ - \end{Bmatrix} \cup \begin{Bmatrix} - \\ - \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} + & - \\ - & - \end{Bmatrix} \text{ и т.д.,}$$

$$\text{или } \{+\ +\} \cup \{+\ +\} = \{+\ +\ +\}, \quad \{+\ -\} \cup \{+\ +\} = \{+\ -\ +\}, \quad \{-\ -\} \cup \{+\ -\} = \{-\ -\ +\}, \text{ и т.д.} \tag{10}$$

В результате получим 16 стигнатур матрицы (3):

$$\begin{aligned}
II &= \begin{pmatrix} - & - \\ - & - \end{pmatrix} \equiv \{- - - -\}; & HI &= \begin{pmatrix} + & - \\ + & - \end{pmatrix} \equiv \{+ + - -\}; & VI &= \begin{pmatrix} - & - \\ + & - \end{pmatrix} \equiv \{- + - -\}; & H'I &= \begin{pmatrix} + & - \\ - & - \end{pmatrix} \equiv \{+ - - -\}; \\
IH &= \begin{pmatrix} - & + \\ - & + \end{pmatrix} \equiv \{- - + +\}; & HH &= \begin{pmatrix} + & + \\ + & + \end{pmatrix} \equiv \{+ + + +\}; & VH &= \begin{pmatrix} - & + \\ + & + \end{pmatrix} \equiv \{- - + +\}; & H'H &= \begin{pmatrix} + & + \\ - & + \end{pmatrix} \equiv \{- - + +\}; \\
IV &= \begin{pmatrix} - & - \\ - & + \end{pmatrix} \equiv \{- - - +\}; & HV &= \begin{pmatrix} + & - \\ + & + \end{pmatrix} \equiv \{+ + - +\}; & VV &= \begin{pmatrix} - & - \\ + & + \end{pmatrix} \equiv \{- + - +\}; & H'V &= \begin{pmatrix} + & - \\ - & + \end{pmatrix} \equiv \{- - - +\}; \\
IH' &= \begin{pmatrix} - & + \\ - & - \end{pmatrix} \equiv \{- - + -\}; & HH' &= \begin{pmatrix} + & + \\ + & - \end{pmatrix} \equiv \{+ + + -\}; & VH' &= \begin{pmatrix} - & + \\ + & - \end{pmatrix} \equiv \{- + + -\}; & H'H' &= \begin{pmatrix} + & + \\ - & - \end{pmatrix} \equiv \{- + + -\}.
\end{aligned} \tag{11}$$

5.4. Кронекерово объединение двурядной матрицы бинарных стигнатур (9) образует матрицу стигнатур (3):

$$\begin{aligned}
& \left( \begin{array}{cc} \{+\ +\} & \{+\ -\} \\ \{-\ +\} & \{-\ -\} \end{array} \right)^{\oplus 2} = \left( \begin{array}{cc} \{+\ +\} \cup \begin{pmatrix} \{+\ +\} & \{+\ -\} \\ \{-\ +\} & \{-\ -\} \end{pmatrix} & \{+\ -\} \cup \begin{pmatrix} \{+\ +\} & \{+\ -\} \\ \{-\ +\} & \{-\ -\} \end{pmatrix} \\ \{-\ +\} \cup \begin{pmatrix} \{+\ +\} & \{+\ -\} \\ \{-\ +\} & \{-\ -\} \end{pmatrix} & \{-\ -\} \cup \begin{pmatrix} \{+\ +\} & \{+\ -\} \\ \{-\ +\} & \{-\ -\} \end{pmatrix} \end{array} \right) = \\
& = \left( \begin{array}{cccc} \{+\ +\ +\ +\} & \{+\ +\ +\ -\} & \{+\ -\ +\ +\} & \{+\ -\ +\ -\} \\ \{+\ +\ -\ +\} & \{+\ +\ -\ -\} & \{+\ -\ -\ +\} & \{+\ -\ -\ -\} \\ \{-\ +\ +\ +\} & \{-\ +\ +\ -\} & \{-\ -\ +\ +\} & \{-\ -\ +\ -\} \\ \{-\ +\ -\ +\} & \{-\ +\ -\ -\} & \{-\ -\ -\ +\} & \{-\ -\ -\ -\} \end{array} \right), \tag{12}
\end{aligned}$$

где  $\oplus$  – символ, означающий кронекерово объединение бинарных стигнатур по правилам (10).

5.5. Матрица стигнатур (3) может быть представлена в виде суммы диагональной и антисимметричной матриц

$$\begin{pmatrix} \{+\ +\ +\ +\} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \{-\ +\ +\ +\} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \{+\ -\ -\ -\} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \{-\ -\ -\ -\} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & \{+\ +\ +\ -\} & \{-\ +\ +\ -\} & \{+\ +\ -\ +\} \\ \{-\ -\ -\ +\} & 0 & \{-\ -\ +\ +\} & \{-\ +\ -\ +\} \\ \{+\ -\ -\ +\} & \{+\ +\ -\ -\} & 0 & \{+\ -\ +\ +\} \\ \{-\ -\ +\ -\} & \{+\ -\ +\ -\} & \{-\ +\ -\ -\} & 0 \end{pmatrix} \tag{13}$$

### 5.6. Стигнатуры Адамара для помехозащищенного шифрования информации

Если двухрядным стигнатурам (11) вернуть исходные единицы, то получим 16 двурядных матриц

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \tag{14}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix}. \tag{15}$$

Из них восемь матриц:

$$\begin{pmatrix} -1 & 1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \\
\begin{pmatrix} 1 & -1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & 1 \\ -1 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} -1 & -1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \tag{16}$$

являются матрицами Адамара, т.к. они удовлетворяют условию

$$H(2) \otimes H^T(2) = 2 \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}. \tag{17}$$

При возведении в кронекеровы степени любой из матриц (16) вновь получаются матрицы Адамара  $H(n)$ , удовлетворяющие условию:

$$H(n) \otimes H^T(n) = nI, \quad (18)$$

где  $I$  – диагональная единичная матрица размерности  $n \times n$ :

$$I = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \quad (19)$$

Например,

$$H(2)^{\otimes 2} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}^{\otimes 2} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} & 1 \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \\ 1 \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} & -1 \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix}, \quad (20)$$

$$H(2)^{\otimes 3} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix}^{\otimes 3} = \begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{pmatrix} \otimes \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 & -1 \end{pmatrix} \quad (21)$$

и так далее по алгоритму

$$H(2)^{\otimes k} = H(2^k) = H(2) \otimes H(2)^{\otimes k-1} = H(2) \otimes H(2^{k-1}), \quad (22)$$

Матрицы Адамара используются для построения помехозащищенных кодов с исправлением ошибок. В частности матрицы Адамара используются для расшифровки генетического кода.

Если в матрицах (20) и (21) снова вместо 1 и  $-1$  использовать знаки  $\{+\}$  и  $\{-\}$ , то получим правило возведения в кронекерову степень двурядных стигнатур, например,

$$\begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix}^{\otimes 2} = \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} \otimes \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} + \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} & + \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} \\ + \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} & - \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} + & + & + & + \\ + & - & + & - \\ + & + & - & - \\ + & - & - & + \end{Bmatrix} \quad (23)$$

$$\begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix}^{\otimes 3} = \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} \otimes \begin{Bmatrix} + & + & + & + \\ + & - & + & - \\ + & + & - & - \\ + & - & - & + \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} + & + & + & + & + & + & + & + \\ + & - & + & - & + & - & + & - \\ + & + & - & - & + & + & - & - \\ + & - & - & + & + & - & - & + \\ + & + & + & + & - & - & - & - \\ + & - & + & - & - & + & - & + \\ + & + & - & - & - & - & + & + \\ + & - & - & + & - & + & + & - \end{Bmatrix} \quad (24)$$

Двурядные стигнатуры,

$$\begin{Bmatrix} - & + \\ + & + \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} + & + \\ - & + \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} + & - \\ + & + \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} + & + \\ + & - \end{Bmatrix} \quad (25)$$

$$\begin{Bmatrix} + & - \\ - & - \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} - & - \\ + & - \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} - & + \\ - & - \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} - & - \\ - & + \end{Bmatrix},$$

соответствующие матрицам (15), будем называть двурядными стигнатурами Адамара.

### 5.7. Помехоустойчивое кодирование генетической информации

В [11,12] показано, что матрицы Адамара (15) или двухрядные стигнатуры (25) могут быть положены в основание изучения помехоустойчивой генетической информации. Молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК) строятся из четырех химических элементов (нуклеотидов):

$$\begin{aligned}
 \text{Аденин (Adenine)} & - \text{A или I} \\
 \text{Гуанин (Guanine)} & - \text{G или H} \\
 \text{Тимин (Thymine)} & - \text{T или V} \\
 \text{Цитозин (Cytosine)} & - \text{C или H'}
 \end{aligned}
 \tag{26}$$

Данные четыре нуклеотида соответствует двум битам информации или четырем бинарным стигнатурам (9)

A	00	{--}
G	01	{-+}
T	10	{+-}
C	11	{++}

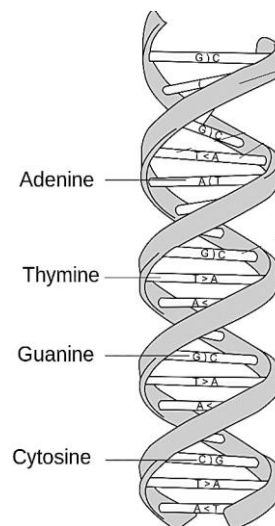
(27)


Рис. 10: Участок молекулы ДНК

и формируют: дуплеты, триплеты и другие боле сложные комбинации информационного полимера, т.е. молекулы ДНК [11,12]:

$$\begin{pmatrix} A & G \\ C & T \end{pmatrix}^2 = \begin{pmatrix} A \begin{pmatrix} A & G \\ C & T \end{pmatrix} & G \begin{pmatrix} A & G \\ C & T \end{pmatrix} \\ C \begin{pmatrix} A & G \\ C & T \end{pmatrix} & T \begin{pmatrix} A & G \\ C & T \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} AA & AG \\ AH' & AV \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} GA & GG \\ GC & GT \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} CA & CG \\ CC & CT \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} TA & TG \\ TC & TT \end{pmatrix} \end{pmatrix}
 \tag{28}$$

$$\begin{pmatrix} A & G \\ C & T \end{pmatrix}^3 = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} AAA & AAG \\ AAC & AAT \\ ACA & ACG \\ ACC & ACT \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} AGA & AGG \\ AGC & AGT \\ ATA & ATG \\ ATC & ATT \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} GAA & GAG \\ GAC & GAT \\ GCA & GCG \\ GCC & GCT \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} GGA & GGG \\ GGC & GGT \\ GTA & GTG \\ GTC & GTT \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} CAA & CAG \\ CAC & CAT \\ CCA & CCG \\ CCC & CCT \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} CGA & CGG \\ CGC & CGT \\ CTA & CTG \\ CTC & CTT \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} TAA & TAG \\ TAC & TAT \\ TCA & TCG \\ TCC & TCT \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} TGA & TGG \\ TGC & TGT \\ TTA & TTG \\ TTC & TTT \end{pmatrix} \end{pmatrix}
 \tag{29}$$

Данные комбинации нуклеотидов соответствуют комбинациям знаков «+» и «-», получаемых из двурядных стигатур Адамара (25), например

$$\begin{pmatrix} + & + \\ + & - \end{pmatrix}^{\otimes 2} = \begin{pmatrix} + & + & + & + \\ + & - & + & - \\ + & + & - & - \\ + & - & - & + \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} + & + \\ + & - \end{pmatrix}^{\otimes 3} = \begin{pmatrix} + & + & + & + & + & + & + & + \\ + & - & + & - & + & - & + & - \\ + & + & - & - & + & + & - & - \\ + & - & - & + & + & - & - & + \\ + & + & + & + & - & - & - & - \\ + & - & + & - & - & + & - & + \\ + & + & - & - & - & - & + & + \\ + & - & - & + & - & + & + & - \end{pmatrix}.
 \tag{30}$$

Таким образом алгебра стигатур Адамара может лечь в основу матричной генетики [11,12], помехоустойчивого кодирования, а также философски осмысленной физики вакуума.

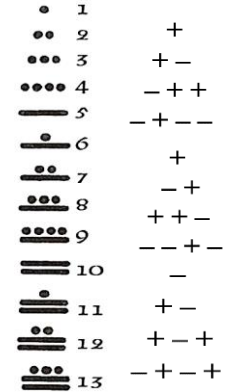
5.8. Двоично-десятичное кодирование и арифметика стигнатур

Имеется полное соответствие между цифрами, уходящими корнями в индо-арабскую, китайскую и индейскую традиции (рис. 11), двоично-десятичными кодами этих цифр и 16-ю стигнатурами аффинных пространств из матрицы (3):

Таблица 2 – Связь между, двоично-десятичным кодом цифр и стигнатурами

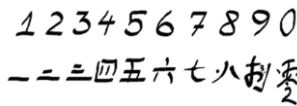
Цифры	Двоично-десятичный код				Стигнатура
Разрешенные комбинации:					
	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	
0	0	0	0	0	{----}
1	0	0	0	1	{---+}
2	0	0	1	0	{--+-}
3	0	0	1	1	{-++}
4	0	1	0	0	{-+-}
5	0	1	0	1	{-+-+}
6	0	1	1	0	{-++-}
7	0	1	1	1	{-+++}
8	1	0	0	0	{+---}
	1	0	0	1	{+--+}
Дополнительные символы:					
* (звёздочка)	1	0	1	0	{+--+}
# (решётка)	1	0	1	1	{+--+}
+ (плюс)	1	1	0	0	{+--+}
- (минус)	1	1	0	1	{+--+}
, (запятая)	1	1	1	0	{+--+}
гашение	1	1	1	1	{+--+}

Современные цифры	Арабские цифры	Индийские цифры
0	۰	०
1	۱	१
2	۲	२
3	۳	३
4	۴	४
5	۵	५
6	۶	६
7	۷	७
8	۸	८
9	۹	९



а) Индо-арабские цифры;

б) Цифры календаря Майя (13×28= 364+1)



б) Китайские цифры. Самый сложный иероглиф соответствует 0

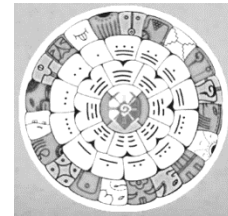


Рис. 11: Цифры в различных культурах

Из табл. 2 следует, что если 0 заменить на «-», а 1 заменить на «+», то стигнатурам из матрицы (3) могут быть поставлены в соответствие цифры. Кроме того, по аналогии с двоично-десятичной арифметикой может быть построена и арифметика стигнатур, как показано на примере в табл. 3.

Таблица 3 – Пример арифметической операции сложения стигнатур

Пример операции сложения двоично-десятичных чисел	Пример аналогичной операции сложения стигнатур:
<p>Найти число <math>A = D + C</math>, где <math>D = 3927</math>, <math>C = 4856</math>.                      Представим числа <math>D</math> и <math>C</math> в двоично-десятичной форме:  <math>D = 3927_{10} = 0011\ 1001\ 0010\ 0111_{ВСД}</math>  <math>C = 4856_{10} = 0100\ 1000\ 0101\ 0110_{ВСД}</math>                      Суммируем числа <math>D</math> и <math>C</math> по правилам двоичной арифметики:</p> <pre> *      ** 0011 1001 0010 0111 + 0100 1000 0101 0110 ----- = 1000 0001 0111 1101 - Двоичная сумма +      0110      0110 - Коррекция ----- 1000 0111 1000 0011                     </pre> <p>где                      * – тетрада, из которой был перенос в старшую тетраду;                      ** – тетрада с запрещённой комбинацией битов.</p>	<p>Найти число <math>A = D + C</math>, где <math>D = 3927</math>, <math>C = 4856</math>.                      Представим числа <math>D</math> и <math>C</math> в стигнатурной форме:  <math>D = 3927_{10} = \{-+ +\} \{+ - -\} \{- - -\} \{- + +\}_{AS}</math>  <math>C = 4856_{10} = \{- + - -\} \{+ - - -\} \{- + - +\} \{- + + -\}_{AS}</math>                      Суммируем числа <math>D</math> и <math>C</math> по правилам стигнатурной арифметики:</p> <pre> *      ** {-+ +\} \{+ - -\} \{- - -\} \{- + +\} + \{- + - -\} \{+ - - -\} \{- + - +\} \{- + + -\} ----- = \{+ - - -\} \{- - - +\} \{- + + +\} \{+ + - +\} - Двоичная сумма   \{- + + -\}      \{- + + -\} - Коррекция ----- \{+ - - -\} \{- + + +\} \{+ - - -\} \{- - + +\}                     </pre> <p>где                      * – тетрада, из которой был перенос в старшую тетраду;                      ** – тетрада с запрещённой комбинацией битов.</p>

### 5.9. «Цветные» кватернионы

Шестнадцать стигнатур (3) соответствуют 16 типов «цветных» кватернионов:

$z_1 = x_0 + ix_1 + jx_2 + kx_3$	{++++}	{----}	$z_9 = -x_0 - ix_1 - jx_2 - kx_3$	(31)
$z_2 = -x_0 - ix_1 - jx_2 + kx_3$	{----+}	{+++}	$z_{10} = x_0 + ix_1 + jx_2 - kx_3$	
$z_3 = x_0 - ix_1 - jx_2 + kx_3$	{+---}	{-++}	$z_{11} = -x_0 + ix_1 + jx_2 - kx_3$	
$z_4 = -x_0 - ix_1 + jx_2 - kx_3$	{-+--}	{+ +-}	$z_{12} = x_0 + ix_1 - jx_2 + kx_3$	
$z_5 = x_0 + ix_1 - jx_2 - kx_3$	{++--}	{- - +}	$z_{13} = -x_0 - ix_1 + jx_2 + kx_3$	
$z_6 = -x_0 + ix_1 - jx_2 - kx_3$	{- + --}	{+ - +}	$z_{14} = x_0 - ix_1 + jx_2 + kx_3$	
$z_7 = x_0 - ix_1 + jx_2 - kx_3$	{+ - -}	{- + -}	$z_{15} = -x_0 + ix_1 - jx_2 + kx_3$	
$z_8 = -x_0 + ix_1 + jx_2 + kx_3$	{- + +}	{+ ---}	$z_{16} = x_0 - ix_1 - jx_2 - kx_3$	

Полная совокупность «цветных» кватернионов (31) может быть применена в различных отраслях математики и физики. Прямым вычислением легко убедиться, что сумма всех 16-и типов «цветных» кватернионов (31) равна нулю

$$\sum_{k=1}^{16} z_k = 0. \quad (32)$$

Выражение (32) показывает, что суперпозиция (сложение) всех типов «цветных» кватернионов сбалансирована относительно нуля, т.е. удовлетворяет условию «вакуумного баланса».

### 5.10. Классы стигнатур

Сигнатуры, входящие в матрицу (3), можно разбить на три класса:

**1 класс:** все знаки в стигнатуре одинаковые – 2 стигнатуры:

$$\{++++\} \{----\} \quad (33)$$

**2 класс:** по два одинаковых знака в стигнатуре – 6 стигнатур:

$$\{+ -- +\} \{+ + - -\} \{+ - + -\} \quad (34)$$

$$\{- + + -\} \{- - + +\} \{- + - +\}$$

**3 класс:** три одинаковых знака в стигнатуре – 8 стигнатур:

$$\{- - - +\} \{- - + -\} \{- + - -\} \{+ - - -\} \quad (35)$$

$$\{+ + + -\} \{+ + - +\} \{+ - + +\} \{- + + +\}$$

### 5.11. Шахматная аналогия

У шахматной доски  $8 \times 8 = 64$  клетки: из них 32 черные и 32 белые (рис. 12). Так же в матрице сигнатур (3) имеется  $16 \times 4 = 64$  знака, из них 32 плюса «+» и 32 минуса «-»:

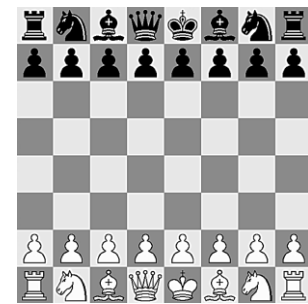


Рис. 12: Шахматная доска

$$\begin{pmatrix} II & HI & VI & H'I \\ IH & HH & VH & H'H \\ IV & HV & VV & H'V \\ IH' & HH' & VH' & H'H' \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \{++++\} & \{+++ -\} & \{+ - +\} & \{+ - + -\} \\ \{++ - +\} & \{++ - -\} & \{+ - - +\} & \{+ - - -\} \\ \{- + + +\} & \{- + + -\} & \{- - + +\} & \{- - + -\} \\ \{- + - +\} & \{- + - -\} & \{- - - +\} & \{- - - -\} \end{pmatrix}$$

В начале партии на шахматной доске присутствует 32 шахматные фигуры: 16 белых и 16 черных (рис. 12). Так же в матрице (3) имеется 16 стигнатур, которые совпадают по свойствам с шахматными фигурами в соответствии с тремя классами (33) – (35) (рис. 13):

{+ - + +} пешка	{- - - +} пешка	{+ + - +} пешка	{+ - - -} пешка	{+ + + -} пешка	{- + + +} пешка	{- - + -} пешка	{- + - -} пешка
{- - + +} ладья	{+ - + -} конь	{- + + -} слон	{+ + + +} ферзь	{- - - -} король	{+ - - +} слон	{- + - +} конь	{+ + - -} ладья

Рис. 13: Иллюстрация полного соответствия 16-и стигнатур матрицы (3) 16-и шахматным фигурам

Матрица (3) может описываться как «свет» (световые  $3D_{m,n}$ -ландшафты), что соответствует 16-ти белым шахматным фигурам, так и «тьму» (пустоту) – что соответствует 16-ти черным шахматным фигурам.

### 5.12. И-Цзин аналогия

В основе И-Цзин (китайской Книги Перемен) два Начала:

Ян            Инь  
«—»    и    «- -»,

в Алгебре стигнатур так же два исходных знака:

«- -»    и    «+ +».

В Книге Перемен используются 8 триграмм (рис. 14 а). Так же и в Алгебре стигнатур восемь 3-базисов (рис. 6а) со следующими стигнатурами

$$\begin{matrix} \{+ + +\} & \{- + +\} & \{- - +\} & \{- - -\} \\ \{+ - -\} & \{- + -\} & \{+ - +\} & \{+ + -\} \end{matrix} \quad (36)$$

и восемь 3-антибазисов (рис. 6б) с противоположными стигнатурами

$$\begin{matrix} \{- - -\} & \{+ - -\} & \{+ + -\} & \{+ + +\} \\ \{- + +\} & \{+ - +\} & \{- + -\} & \{- - +\} \end{matrix} \quad (37)$$

В Книге Перемен всевозможные сочетания по две триграммы порождают 64 гексаграммы (рис. 14б), и в Алгебре стигнатур возможны 64 сочетания каждого 3-базиса со стигнатурами (36) с каждым 3-антибазисом с противоположными стигнатурами (37).

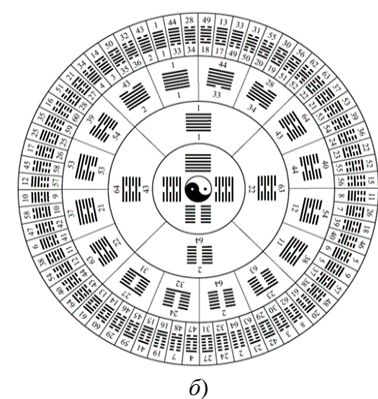
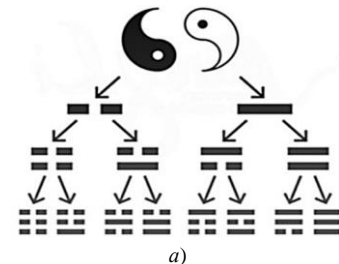


Рис. 14: Триграммы и гексаграммы И-Цзын (Книги Перемен)

С точки зрения Алгебры стигнатур три-логика Книги Перемен согласуется с четыре-логикой каббалы и Шахмат тогда, когда в ранжирном выражении (5) по одному столбцу знаков перенести на другую стону равенств:

$$\begin{array}{rclcl}
 0 = & \{0 & 0 & 0\} & + & \{0 & 0 & 0\} & = & 0 \\
 - = & \{+ & + & +\} & + & \{- & - & -\} & = & + \\
 + = & \{- & - & +\} & + & \{+ & + & -\} & = & - \\
 - = & \{- & - & +\} & + & \{+ & + & -\} & = & + \\
 + = & \{- & + & -\} & + & \{+ & - & +\} & = & - \\
 - = & \{+ & - & -\} & + & \{- & + & +\} & = & + \\
 + = & \{+ & - & -\} & + & \{- & + & +\} & = & - \\
 - = & \{- & + & -\} & + & \{+ & - & +\} & = & + \\
 + = & \{+ & + & +\} & + & \{- & - & -\} & = & - \\
 0 = & \{0 & 0 & 0\}_+ & + & \{0 & 0 & 0\}_+ & = & 0
 \end{array}
 \tag{38}$$

В Книге Перемен используются так же четыре комбинации двух начал:

«—» и «—»:

Молодой Инь	Молодой Ян	Старый Инь	Старый Ян
— —	— —	— —	— —
— —	— —	— —	— —
<i>Binary stignatures</i>			
{+ -}	{- +}	{- -}	{+ +}

Аналогично, в Алгебре сигнатур возможны четыре бинарные комбинации знаков «+» и «—» (9): {+ +} {- -} {+ -} {- +}, из которых формируются стигнатуры аффинных пространств (11) и т.д.

### 5.13. Хибру (Иудейская) аналогия

Иудаизм основан на Алгоритмах раскрытия Великого и Грозного Имени ВСЕВЫШНЕГО  $\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph$  (далее вместо букв иврита используется транслитерация H' V H I) [13].

Одно из бесконечных Раскрытий Имени H' V H I называется «Эц Хаим» («Древо Жизни» или «Древо Сфирот»)

$$\begin{pmatrix} I & H \\ H' & V \end{pmatrix}^{\otimes 2} = \begin{pmatrix} I \begin{pmatrix} I & H \\ H' & V \end{pmatrix} & H \begin{pmatrix} I & H \\ H' & V \end{pmatrix} \\ H' \begin{pmatrix} I & H \\ H' & V \end{pmatrix} & V \begin{pmatrix} I & H \\ H' & V \end{pmatrix} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \begin{pmatrix} II & IH \\ IH' & IV \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} HI & HH \\ HH' & HV \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} H'I & H'H \\ H'H' & H'V \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} VI & VH \\ VH' & VV \end{pmatrix} \end{pmatrix}
 \tag{39}$$

Компоненты данной матрицы соответствуют 10 Сефирам (т.е. Качествам) Духовности:

Буква Имени $\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph$	Компонента матрицы	Сфера
$i$ острие Буквы Йюд	II	Кетер
I	HH	Хохма
H	VV	Бина
V	IV, IH, IH', VH, VH', HH', VI, HI, H'I, HV, H'V, H'H	Тиферет*
H'	H'H'	Малхут

где Сфера Тиферет\* состоит из шести сдвоенных Сефирот [13]:

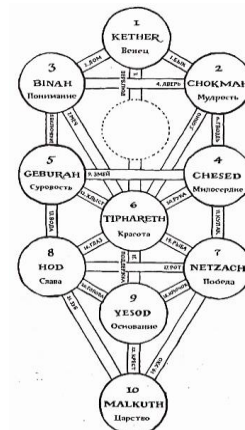


Рис. 15: Каббалистическое Древо 10-и Сфирот



Хесед ( $IV = -VI$ ), Гвура ( $IH = -HI$ ), Тиферет ( $IH' = -H'I$ ),  
 Нецах ( $VH = -HV$ ), Ход ( $VH' = -VH'$ ), Йесод ( $HH' = -H'H$ ).

Матрицу Качеств (39) можно записать как сумму двух матриц

$$\begin{pmatrix} II & 0 & 0 & 0 \\ 0 & HH & 0 & 0 \\ 0 & 0 & VV & 0 \\ 0' & 0 & 0 & H'H' \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & HI & VI & H'I \\ IH & 0 & VH & H'H \\ IV & HV & 0 & H'V \\ IH' & HH' & VH' & 0 \end{pmatrix} \quad (40)$$

Аналогично, матрица сигнатур (3) является результатом возведения во вторую кронекерову степень двухрядной матрицы [13]

$$\begin{pmatrix} I & H \\ H' & V \end{pmatrix}^{\otimes 2} = \begin{pmatrix} \{++\} & \{+-\} \\ \{-+\} & \{--\} \end{pmatrix}^{\otimes 2} = \begin{pmatrix} \{++++\} & \{+++-\} & \{+-++\} & \{+--+ \} \\ \{++-+\} & \{+-+-\} & \{+--+\} & \{+---\} \\ \{-+++ \} & \{-+-+\} & \{-+--\} & \{-+--\} \\ \{-+--\} & \{-+--\} & \{-+--\} & \{-+--\} \end{pmatrix}$$

Эта матрица также может быть представлена в виде суммы диагональной и антисимметричной матриц (13)

$$\begin{pmatrix} \{++++\} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \{-+++ \} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \{+---\} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \{-+--\} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & \{+++-\} & \{-+--\} & \{+--+ \} \\ \{----\} & 0 & \{-+--\} & \{-+--\} \\ \{+---\} & \{+--+ \} & 0 & \{+--+ \} \\ \{-+--\} & \{+--+ \} & \{-+--\} & 0 \end{pmatrix} \quad (41)$$

Сопоставляя матрицы (40) и (41) обнаруживаем, что стигнатуры матрицы (3) могут отражать характерные свойства соответствующих Сфирот (Качеств) «Древа Жизни» [13]

$$\begin{pmatrix} II & 0 & 0 & 0 \\ 0 & HH & 0 & 0 \\ 0 & 0 & VV & 0 \\ 0' & 0 & 0 & H'H' \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} \{++++\} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \{-+++ \} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \{+---\} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \{-+--\} \end{pmatrix} \quad (42)$$

$$\begin{pmatrix} 0 & HI & VI & H'I \\ IH & 0 & VH & H'H \\ IV & HV & 0 & H'V \\ IH' & HH' & VH' & 0 \end{pmatrix} \equiv \begin{pmatrix} 0 & \{+++-\} & \{-+--\} & \{+--+ \} \\ \{----\} & 0 & \{-+--\} & \{-+--\} \\ \{+---\} & \{+--+ \} & 0 & \{+--+ \} \\ \{-+--\} & \{+--+ \} & \{-+--\} & 0 \end{pmatrix}$$

Таким образом прослеживается следующая аналогия между 10-ю Сфирями (Качествами Духовности) лурианской каббалы и 16-ю стигнатурами матрицы (3):

- 1)  $\{++++\} + \{+---\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Кетер  $II$  и Сфиры Малхут  $H'H'$ ; (42a)
- 2)  $\{-+++ \} + \{+---\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Хохма  $VV$  и Сфиры Бина  $HH$ ;
- 3)  $\{----\} + \{+++-\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Гвура ( $IH = -HI$ );
- 4)  $\{+---\} + \{-+--\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Хесед ( $IV = -VI$ );
- 5)  $\{-+--\} + \{+-++\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Теферет ( $IH' = -H'I$ );
- 6)  $\{-+--\} + \{+-++\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Нецах ( $VH' = -H'V$ );
- 7)  $\{+--+ \} + \{-+--\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Йесод ( $HH' = -H'H$ );
- 8)  $\{+--+ \} + \{-+--\} = 0$  - выражение свойств Сфиры Ход ( $HV = -VH$ ).

---

О К Т А В А [сравните эти равенства со строками ранжирного выражения (5)]

Данная аналогия соответствует критериям «Нулевой философии», исходящим из «ЭЙН СОФ, Баруху» (БЕСКОНЕЧНОЕ НИЧТО, Благословен ОН). В свою очередь из «Нулевой философии» следует условие «вакуумного баланса» и структура «расщепленного нуля» (5), на которых базируется геометризованная физика вакуума и, в частности, Алгебра стигнатур.

Вернемся к представлению Великого и Грозного Имени ВСЕВЫШНЕГО  $\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph$  в виде бинарных стигнатур (9)

$$\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph \equiv (H' \vee H I) \equiv (H' \leftrightarrow \{+ -\}, V \leftrightarrow \{- +\}, H \leftrightarrow \{++\}, I \leftrightarrow \{- -\}). \quad (42б)$$

Один из Алгоритмов раскрытия Имени ВСЕВЫШНЕГО  $\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph\text{-}\aleph \equiv (H' \vee H I)$  связан с 24 комбинациями перестановок букв  $H' \vee H I$  [13]

$I H' V H$	$H I V H'$	$V I H' H$	$H' V I H$
$I H H' V$	$H I H' V$	$V H I H'$	$H' V H I$
$I V H H'$	$H H' I V$	$V H' H I$	$H' H V I$
$I H V H'$	$H H' V I$	$V I H H'$	$H' H I V$
$I V H' H$	$H V I H'$	$V H' I H$	$H' I V H$
$I H' H V$	$H V H' I$	$V H H' I$	$H' I H V$

(42в)

В лурианской каббале двенадцать из этих комбинаций соответствуют 12 часам Дня, а оставшиеся двенадцать комбинаций соответствуют 12 часам Ночи.

Объединение четырех бинарных стигнатур (42б) по правилам (10) в порядке, соответствующем комбинациям четырех букв Имени  $H' \vee H I$  (42в) приводит к 24 октавам (восьмеркам) знаков, или к 24 типам объединения стигнатур матрицы (3):

№	Перестановки букв Имени $H' \vee H I$	Октавы (т.е. уникальные сочетания 8 знаков)	Объединение стигнатур матрицы (3)
---	---------------------------------------	---	-----------------------------------

1.  $\begin{matrix} H' & & V & & H & & & I \\ \{+ -\} \cup \{- +\} \cup \{++\} \cup \{- -\} \end{matrix} = \{+ - - + + + - -\} = \{+ - - +\} \cup \{+ + - -\},$  (42г)
2.  $\begin{matrix} H' & & V & & I & & & H \\ \{+ -\} \cup \{- +\} \cup \{- -\} \cup \{++\} \end{matrix} = \{+ - - + - - + +\} = \{+ - - +\} \cup \{- - + +\},$
3.  $\begin{matrix} H' & & I & & V & & & H \\ \{+ -\} \cup \{- -\} \cup \{- +\} \cup \{++\} \end{matrix} = \{+ - - - - + + +\} = \{+ - - -\} \cup \{- + + +\},$
4.  $\begin{matrix} I & & H' & & V & & & H \\ \{- -\} \cup \{+ -\} \cup \{- +\} \cup \{++\} \end{matrix} = \{- - + - - + + +\} = \{- - + -\} \cup \{- + + +\},$
5.  $\begin{matrix} H & & H' & & V & & & I \\ \{+ +\} \cup \{+ -\} \cup \{- +\} \cup \{- -\} \end{matrix} = \{+ + + - - + - -\} = \{+ + + -\} \cup \{- + - -\},$
- .....
24.  $\begin{matrix} I & & H & & V & & & H' \\ \{- -\} \cup \{+ +\} \cup \{- +\} \cup \{+ -\} \end{matrix} = \{- - + + - + + -\} = \{- - + +\} \cup \{- + + -\}.$

5.14. Аффинные стигнатуры Минковского

Представим ранжирное выражение (5) (расщепление ноля) в следующем упрощенном виде

$$\begin{aligned}
 \{+ + + +\} &+ \{- - - -\} = 0 \\
 \{- - - +\} &+ \{+ + + -\} = 0 \\
 \{+ - - +\} &+ \{- + + -\} = 0 \\
 \{- - + -\} &+ \{+ + - +\} = 0 \\
 \{+ + - -\} &+ \{- - + +\} = 0 \\
 \{- + - -\} &+ \{+ - + +\} = 0 \\
 \{+ - + -\} &+ \{- + - +\} = 0 \\
 \underline{\{+ - - -\}} &+ \underline{\{- + + +\}} = 0 \\
 \{0\ 0\ 0\ 0\}_+ &+ \{0\ 0\ 0\ 0\}_+ = 0.
 \end{aligned} \tag{43}$$

Перенесем стигнатуры  $\{- + + +\}$  и  $\{+ - - -\}$  из числителей ранжиров (43) в их знаменатели с инверсией, т.е. с изменением знаков на противоположные. Такая операция не нарушает «вакуумный баланс» и приводит к ранжирному выражению

$$\begin{aligned}
 \{+ + + +\} &+ \{- - - -\} = 0 \\
 \{- - - +\} &+ \{+ + + -\} = 0 \\
 \{+ - - +\} &+ \{- + + -\} = 0 \\
 \{- - + -\} &+ \{+ + - +\} = 0 \\
 \{+ + - -\} &+ \{- - + +\} = 0 \\
 \{- + - -\} &+ \{+ - + +\} = 0 \\
 \underline{\{+ - + -\}} &+ \underline{\{- + - +\}} = 0 \\
 \{+ - - -\}_+ &+ \{- + + +\}_+ = 0.
 \end{aligned} \tag{44}$$

В этом случае в знаменателе левого ранжира в выражении (44) получилась стигнатура аффинного 4-пространства Минковского  $\{+ - - -\}$ , а в знаменателе правого ранжира в выражении (44) получилась стигнатура аффинного 4-антипространства Минковского  $\{- + + +\}$ .

Не только ранжирное выражение (44) приводит к сбалансированной (по отношению к нулю) диаде аффинных стигнатур Минковского

$$\{+ - - -\} + \{- + + +\} = 0.$$

К такому же результату приводят и следующие ранжирные выражения, сохраняющие вакуумный баланс:

$$\begin{aligned}
 \{- - - +\} &+ \{+ + + -\} = 0 \\
 \{+ - + -\} &+ \{- + - +\} = 0 \\
 \underline{\{+ + - -\}} &+ \underline{\{- - + +\}} = 0 \\
 \{+ - - -\}_+ &+ \{- + + +\}_+ = 0
 \end{aligned} \tag{45}$$

$$\begin{aligned}
 \{- - + -\} &+ \{+ + - +\} = 0 \\
 \{+ + - -\} &+ \{- - + +\} = 0 \\
 \underline{\{+ - - +\}} &+ \underline{\{- + + -\}} = 0 \\
 \{+ - - -\}_+ &+ \{- + + +\}_+ = 0
 \end{aligned} \tag{46}$$

$$\begin{aligned}
 \{- - + -\} &+ \{+ + - +\} = 0 \\
 \{+ + - -\} &+ \{- - + +\} = 0 \\
 \underline{\{+ - - +\}} &+ \underline{\{- + + -\}} = 0 \\
 \{+ - - -\}_+ &+ \{- + + +\}_+ = 0
 \end{aligned} \tag{47}$$

### 5.15. Музыкальная аналогия

Музыкальная гармония проявляется в числовых пропорциях и соотношений таких понятий как: звук, ритм, темп, метр, размер, лад, тональность, диатоника, интервал, аккорд, хроматика, мелодия, фактура, секвенция, модуляция. Например, в теории музыки звуковой диапазон разбит на 8 октав (восьмерок), в каждой октаве  $7+1=8$  нот, 6 тонов и 12 полутонов, длительность звучания нот делится на доли; 1, 1/2, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 и т.д.

Аналоги этих понятий присутствуют в Алгебре стигнатур, например, также как в музыкальной гармонии стигнатуры образуют сбалансированные октавы ( $7+1=8$ ) вида (44) и аккорды ( $3+1=4$ ) вида (45) – (47); в разных ситуациях Алгебра стигнатур использует различное количество знаков «+» и «-» в пропорциях 1, 1/2, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64 и т.д.

-(+ + + +)	+	(- - - -)				(- - - +)	+	(+ + + -)
(- - - +)	+	(+ + + -)				(+ - + -)	+	(- + - +)
(- - + -)	+	(+ + - +)				(+ + - -)	+	(- - + +)
(+ + - -)	+	(- - + +)				(+ - - +)	+	(- + - -)
(- + - -)	+	(+ - + +)				(+ - - -)	+	(- + + +)
(+ - + -)	+	(- + - +)				(- - + -)	+	(+ + - +)
(- + + +)	+	(+ - - -)				(+ + - -)	+	(- - + +)
(- + + -)	+	(+ - - +)				(+ - - +)	+	(- + + -)
						(+ - - -)	+	(- + + +)

Рис. 16: Алгебра стигнатур «созвучна» музыкальной гармонии

Античные философы, начиная с пифагорейцев, полагали, что Пространство наполнено благозвучными музыкальными ритмами. Позднее теорию музыки использовал Иоганн Кеплер в «*Harmonices Mundi*» (Гармония мира), что привело к открытию третьего закона небесной механики.



### 5.16. Картезианское распятие

Декартова система координат ментально связана с распятием Иисуса Христа (рис. 17а).

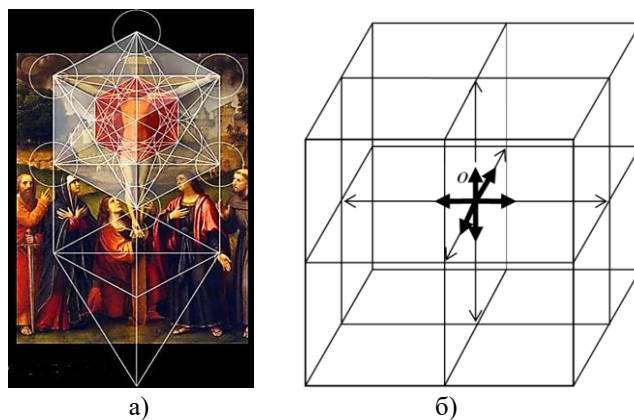


Рис. 17: Иллюстрация ментальной связи между крестом, на котором распяли Спасителя, и декартовой системой координат, которая лежит в основе современной науки и, в частности, Алгебры стигнатур

Современную науку создали университеты средневековой Европы, которые смотрели на окружающий мир через перекрестие со страдающим Спасителем. Так же знаки стигнатур из матрицы (3) характеризуют направления осей многомерного распятия, и ассоциируются со **Стигматами** (греч. *στίγματα* – знаки, метки, язвы, раны) на голове, руках и ногах распятого Мессии.

5.17. Пифагорейская аналогия (Алгебра сигнатур)

Перейдем от аффинных пространств к метрическим пространствам. Для этого, в качестве примера используем аффинное пространство с 4-базисом  $\mathbf{e}_i^{(7)} (\mathbf{e}_0^{(7)}, \mathbf{e}_1^{(7)}, \mathbf{e}_2^{(7)}, \mathbf{e}_3^{(7)})$  (рис. 7 и 18) со стигнатурой  $\{+ + + -\}$ . Зададим в этом пространстве 4-вектор

$$d\mathbf{s}^{(7)} = \mathbf{e}_i^{(7)} dx_i^{(7)} = \mathbf{e}_0^{(7)} dx_0^{(7)} + \mathbf{e}_1^{(7)} dx_1^{(7)} + \mathbf{e}_2^{(7)} dx_2^{(7)} + \mathbf{e}_3^{(7)} dx_3^{(7)}, \quad (48)$$

где  $dx_i^{(7)}$  – это  $i$ -я проекция 4-вектора  $d\mathbf{s}^{(7)}$  на ось  $x_i^{(7)}$ , направление которой определяется базисным вектором  $\mathbf{e}_i^{(7)}$ .

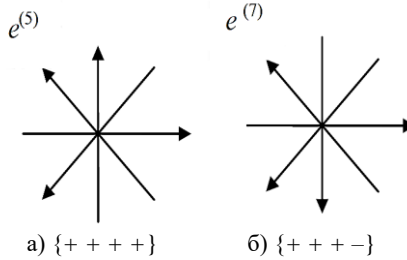


Рис. 18: Два 4-базиса с различными стигнатурами

Аналогично зададим второй 4-вектор в аффинном пространстве с 4-базисом  $\mathbf{e}_i^{(5)} (\mathbf{e}_0^{(5)}, \mathbf{e}_1^{(5)}, \mathbf{e}_2^{(5)}, \mathbf{e}_3^{(5)})$  (рис. 7 и рис. 18), со стигнатурой  $\{+ + + +\}$

$$d\mathbf{s}^{(5)} = \mathbf{e}_i^{(5)} dx_i^{(5)} = \mathbf{e}_0^{(5)} dx_0^{(5)} + \mathbf{e}_1^{(5)} dx_1^{(5)} + \mathbf{e}_2^{(5)} dx_2^{(5)} + \mathbf{e}_3^{(5)} dx_3^{(5)}. \quad (49)$$

Найдем скалярное произведение 4-векторов (48) и (49)

$$\begin{aligned} d\mathbf{s}^{(5,7)2} &= d\mathbf{s}^{(5)} d\mathbf{s}^{(7)} = \mathbf{e}_i^{(5)} \mathbf{e}_j^{(7)} dx^i dx^j = \\ &= \mathbf{e}_0^{(5)} \mathbf{e}_0^{(7)} dx_0 dx_0 + \mathbf{e}_1^{(5)} \mathbf{e}_0^{(7)} dx_1 dx_0 + \mathbf{e}_2^{(5)} \mathbf{e}_0^{(7)} dx_2 dx_0 + \mathbf{e}_3^{(5)} \mathbf{e}_0^{(7)} dx_3 dx_0 + \\ &+ \mathbf{e}_0^{(5)} \mathbf{e}_1^{(7)} dx_0 dx_1 + \mathbf{e}_1^{(5)} \mathbf{e}_1^{(7)} dx_1 dx_1 + \mathbf{e}_2^{(5)} \mathbf{e}_1^{(7)} dx_2 dx_1 + \mathbf{e}_3^{(5)} \mathbf{e}_1^{(7)} dx_3 dx_1 + \\ &+ \mathbf{e}_0^{(5)} \mathbf{e}_2^{(7)} dx_0 dx_2 + \mathbf{e}_1^{(5)} \mathbf{e}_2^{(7)} dx_1 dx_2 + \mathbf{e}_2^{(5)} \mathbf{e}_2^{(7)} dx_2 dx_2 + \mathbf{e}_3^{(5)} \mathbf{e}_2^{(7)} dx_3 dx_2 + \\ &+ \mathbf{e}_0^{(5)} \mathbf{e}_3^{(7)} dx_0 dx_3 + \mathbf{e}_1^{(5)} \mathbf{e}_3^{(7)} dx_1 dx_3 + \mathbf{e}_2^{(5)} \mathbf{e}_3^{(7)} dx_2 dx_3 + \mathbf{e}_3^{(5)} \mathbf{e}_3^{(7)} dx_3 dx_3. \end{aligned} \quad (50)$$

Для рассматриваемого случая, скалярные произведения базисных векторов  $\mathbf{e}_i^{(5)} \mathbf{e}_j^{(7)}$  равны:

$$\begin{aligned} \text{при } i=j \quad \mathbf{e}_0^{(5)} \mathbf{e}_0^{(7)} = 1, \quad \mathbf{e}_1^{(5)} \mathbf{e}_1^{(7)} = 1, \quad \mathbf{e}_2^{(5)} \mathbf{e}_2^{(7)} = 1, \quad \mathbf{e}_3^{(5)} \mathbf{e}_3^{(7)} = -1, \\ \text{при } i \neq j \quad \text{все } \mathbf{e}_i^{(5)} \mathbf{e}_j^{(7)} = 0. \end{aligned} \quad (51)$$

При этом выражение (50) приобретает вид квадратичной формы

$$d\mathbf{s}^{(5,7)2} = dx_0 dx_0 + dx_1 dx_1 + dx_2 dx_2 - dx_3 dx_3 = dx_0^2 + dx_1^2 + dx_2^2 - dx_3^2 \quad (52)$$

с сигнатурой  $(+ + + -)$ .

«Сигнатура» (термин ОТО) – это упорядоченная совокупность знаков, стоящих перед соответствующими слагаемыми квадратичной формы.

Чтобы определить сигнатуру метрического пространства с метрикой (52), вместо выполнения скалярного произведения векторов (50) достаточно по столбцам перемножить знаки стигнатур 4-базисов, показанных на рис. 18:

$$\begin{array}{l} \{+ + + +\} \\ \{+ + + -\} \\ (+ + + -) \times \end{array} \quad (53)$$

В числителе ранжира (53) выполнено умножение знаков в каждом столбце по правилам

$$\{+\} \times \{+\} = \{+\}; \quad \{-\} \times \{+\} = \{-\}; \quad (54)$$

результат такого перемножения записывается в знаменателе (под чертой) того же столбца. Выполнение действий по данным правилам будем называть ранжирным умножением.

Подобно тому, как это было проделано с векторами  $ds^{(5)}$  и  $ds^{(7)}$  {смотрите выражения (48) – (53)}, попарно скалярно перемножим между собой вектора из всех 16-и аффинных пространств с 4-базисами, показанными на рис. 7. В результате получим  $16 \times 16 = 256$  метрических 4-пространств с 4-интервалами вида

$$ds^{(ab)2} = e_i^{(a)} e_j^{(b)} dx^{i(a)} dx^{j(b)}, \quad (55)$$

где  $a = 1, 2, 3, \dots, 16$ ;  $b = 1, 2, 3, \dots, 16$ .

Сигнатуры этих  $16 \times 16 = 256$  метрических 4-пространств могут быть определены, подобно (53), ранжирными умножениями знаков стигнатур, соответствующих аффинных пространств, например:

$$\begin{array}{cccc} \{+-++\} & \{++++\} & \{-+++ \} & \{++++\} \\ \{++++-\} & \{+---\} & \{+---\} & \{+---\} \dots \\ (+---) \times & (+---) \times & (-++-) \times & (-++-) \times \end{array} \quad (56)$$

Таким образом точка  $O$  (рис. 5) является местом пересечения всех 256 метрических 4-пространств с метриками (55) с сигнатурами (40). В этом многообразии пересекающихся метрических пространств имеется множество особенностей и закономерностей, которые исследуются Алгеброй сигнатур.

Основы Алгебры сигнатур будут изложены в следующей статье данного проекта. Здесь мы только отметим, что квадратичные формы (т.е. метрики) типа (52), или

$$ds^2 = dx_0^2 + dx_1^2 + dx_2^2 + dx_3^2 \quad (57)$$

берут начало от теоремы Пифагора  $c^2 = a^2 + b^2$ , доказательство которой в примерно в 520 г. до н.э. произвело к величайшей революции в сознании человечества.

## 6 Спектрально-стигнатурный анализ

В качестве примера, используем Алгебру стигнатур для расширения возможностей спектрального анализа.

Напомним об известной в квантовой физике процедуре перехода от координатного представления к импульсному. Пусть задана плотность распределения вероятности места нахождения элементарной частицы, как функция пространства и времени  $\rho(ct, x, y, z)$ . Данную функцию представляют в виде произведения двух амплитуд:

$$\rho(ct, x, y, z) = \varphi(ct, x, y, z) \varphi(ct, x, y, z). \quad (58)$$

Далее осуществляются два преобразования Фурье

$$\psi(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) = \int_{-\infty}^{\infty} \phi(ct, x, y, z) \exp\{i \frac{p}{\eta} (ct - x - y - z)\} d\Omega, \quad \text{со стигнатурой } \{+---\} \quad (59)$$

$$\psi^*(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) = \int_{-\infty}^{\infty} \phi(ct, x, y, z) \exp\{i \frac{p}{\eta} (-ct + x + y + z)\} d\Omega, \quad \text{со стигнатурой } \{-+++ \} \quad (60)$$

где  $p = 2\pi\hbar/\lambda$  – обобщенная частота;  $\lambda$  – длина волны;  $\eta$  – коэффициент пропорциональности (в квантовой механике  $\eta = \hbar$  – редуцированная постоянная Планка);  $d\Omega = dcdtdxdydz$  – элементарный 4-мерный объем.

Импульсное (т.е. спектральное) представление функции  $\rho(ct, x, y, z)$  получается в результате произведения двух амплитуд вероятности (59) и (60)

$$G(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) = \psi(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) \cdot \psi^*(p_{ct}, p_x, p_y, p_z). \quad (61)$$

По аналогии с процедурой (59) – (60) сформулируем основы спектрально-стигнатурного анализа. Представим функцию  $\rho(ct, x, y, z)$  в виде произведения не двух, а 8-и «амплитуд»

$$\rho(ct, x, y, z) = \varphi_1(ct, x, y, z) \varphi_2(ct, x, y, z) \varphi_3(ct, x, y, z) \times \dots \times \varphi_8(ct, x, y, z) = \prod_{k=1}^8 \phi_k(ct, x, y, z). \quad (62)$$

Вместо мнимой единицы  $i$ , которая была применена в интегралах (59) и (60), введем в рассмотрение восемь объектов  $\zeta_r$  (где  $r = 1, 2, 3, \dots, 8$ ), удовлетворяющих антикоммутиративным соотношениям алгебры Клиффорда:

$$\zeta_m \zeta_k + \zeta_k \zeta_m = 0 \text{ при } m \neq k, \quad \zeta_m \zeta_m = 1, \quad (63)$$

$$\text{или } \zeta_m \zeta_k + \zeta_k \zeta_m = 2\delta_{km}, \text{ где } \delta_{km} \text{ – символ Кронекера } (\delta_{km} = 0 \text{ при } m \neq k \text{ и } \delta_{km} = 1 \text{ при } m = k). \quad (64)$$

Данным требованиям удовлетворяют, например, набор  $8 \times 8$ -матриц типа

$$(65)$$

$$\begin{aligned} \zeta_1 &= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} & \zeta_2 &= \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} & \zeta_3 &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix} \\ \zeta_4 &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \zeta_5 &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \zeta_6 &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ \zeta_7 &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \zeta_8 &= \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} & \delta_{km} &= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Осуществим восемь «цветных» преобразований Фурье

$$\begin{aligned} \psi_1(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_1(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_1 \frac{p}{\eta} (ct + x + y + z)\right\} d\Omega, & \text{стигнатура} & \{++++\} \\ \psi_2(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_2(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_2 \frac{p}{\eta} (-ct - x - y + z)\right\} d\Omega, & \{----+\} \\ \psi_3(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_3(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_3 \frac{p}{\eta} (ct - x - y + z)\right\} d\Omega, & \{+---+\} \\ \psi_4(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_4(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_4 \frac{p}{\eta} (-ct - x + y - z)\right\} d\Omega, & \{---+ -\} \\ \psi_5(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_5(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_5 \frac{p}{\eta} (ct + x - y - z)\right\} d\Omega, & \{+ + - -\} \\ \psi_6(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_6(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_6 \frac{p}{\eta} (-ct + x - y - z)\right\} d\Omega, & \{- + - -\} \\ \psi_7(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_7(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_7 \frac{p}{\eta} (ct - x + y - z)\right\} d\Omega, & \{+ - + -\} \\ \psi_8(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_8(ct, x, y, z) \exp\left\{\zeta_8 \frac{p}{\eta} (-ct + x + y + z)\right\} d\Omega, & \{\underline{-+ + +}\} \\ & & & \{0000\} \end{aligned} \quad (66)$$

где объекты  $\zeta_m$  (60) выполняют функцию клиффордовых мнимых единиц.

Так же найдем восемь комплексно-сопряженных им Фурье-образов с противоположными стигнатурами:

$$\begin{aligned}
 \psi_1 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_1(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_1 \frac{p}{\eta} (-ct - x - y - z)\} d\Omega, & \text{стигнатура} \\
 & & \{----\} \\
 \psi_2 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_2(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_2 \frac{p}{\eta} (c + x + y - z)\} d\Omega, & \{+++ -\} \\
 \psi_3 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_3(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_3 \frac{p}{\eta} (-ct + x + y - z)\} d\Omega, & \{-++ -\} \\
 \psi_4 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_4(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_4 \frac{p}{\eta} (ct + x - y + z)\} d\Omega, & \{+ +- +\} \\
 \psi_5 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_5(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_5 \frac{p}{\eta} (-ct - x + y + z)\} d\Omega, & \{- - + +\} \\
 \psi_6 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_6(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_6 \frac{p}{\eta} (ct - x + y + z)\} d\Omega, & \{+ - + +\} \\
 \psi_7 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_7(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_7 \frac{p}{\eta} (-ct + x - y + z)\} d\Omega, & \{- + - +\} \\
 \psi_8 * (p_{ct}, p_x, p_y, p_z) &= \int_{-\infty}^{\infty} \phi_8(ct, x, y, z) \exp\{\zeta_8 \frac{p}{\eta} (ct - x - y - z)\} d\Omega. & \{\underline{+---}\} \\
 & & \{0000\}
 \end{aligned} \tag{67}$$

В интегралы «цветного» преобразования Фурье (61) и (62) входят 16 линейных форм со стигнатурами матрицы (3). Спектрально-стигнатурное представление функции  $\rho(ct, x, y, z)$  получается в результате произведения восьми соответствующих пар «цветных» амплитуд (66) и комплексно сопряженных им «цветных» амплитуд (67)

$$\Re(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) = \prod_{k=1}^8 \psi_k(p_{ct}, p_x, p_y, p_z) \psi_k^*(p_{ct}, p_x, p_y, p_z). \tag{68}$$

Предложенный здесь спектрально-стигнатурный Фурье анализ может оказаться полезным для развития «нулевых» технологий, таких как уплотнение вакуумных каналов связи, и многих других отраслях науки и техники

## ВЫВОДЫ

Данная работа является первой из цикла статьей под общим названием «Геометризованная физика вакуума с позиций Алгебры сигнатур», где в итоге на основе исследования свойств вакуума предполагается:

- построить многослойную и многоуровневую космологическую модель с развитием представлений о природе всех известных силовых взаимодействий, включая гравитацию;
- представить метрико-динамические модели всех элементарных частиц и кварков, входящих в состав Стандартной модели (за исключением бозона Хиггса);
- разработать теоретический фундамент для развития «нулевых» (т.е. вакуумных) технологий, включая вакуумную этику, эстетику и энергетику.

В этой статье предложено исследовать локальный участок идеального вакуума (или «вакуума», т.е. пустоты) посредством зондирования его лучами света с длиной монохроматической волны  $\lambda_{m,n}$  с трех взаимно перпендикулярных направлений. В результате в «вакууме» образуется 3-мерная световая кубическая решетка, которая названа  $\lambda_{m,n}$ -вакуумом (или световым  $3D_{m,n}$ -ландшафтом) с длиной ребра кубической ячейки  $\varepsilon_{m,n} \sim 100 \cdot \lambda_{m,n}$  (рис. 1 и 2). Если аналогичным образом прозондировать тот же объем вакуума монохроматическими лучами света с другими длинами волн  $\lambda_{m+k, n+k}$ , то получим бесконечное количество  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов, вложенных друг в друга подобно матрешкам (рис. 2). Такая бесконечная иерархическая дискретная последовательность световых  $3D_{m,n}$ -ландшафтов названа продольным расслоением 3-мерного объема «вакуума» (пустоты).

Исследование геометрических особенностей одной идеальной кубической ячейки любого из  $\lambda_{m,n}$ -вакуумов привело к развитию Алгебры стигнатур. Анализ свойств матрицы стигнатур (3) показал, что Алгебра стигнатур – это уникальный математический и логический аппарат, уходящий ментальными корнями в религиозные и философские традиции Иудеев, Христиан, Арабов, мудрецов Египта, Индии, древнего Китая и античной Греции, жрецов Кельтских племен, Ацтеков и Майя. Это не только универсальный ключ к постижению тайн и глубин Космоса, но и к переосмыслению и объединению философских понятий и представлений древних цивилизаций.

Изложенные в этой статье основы Алгебры стигнатур могут быть применены не только в физике вакуума (как это будет показано в следующих статьях данного проекта), но и во многих других отраслях знания, например, в:



многомерной геометрии, топологии, механике сплошных сред, кристаллографии, теории кодирования, алгебраической генетике, теории относительности и т.д. Однако в данной статье, для примера, представлено только одно возможное использование Алгебры стигматур, направленное на расширение возможностей спектрального анализа.

## БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаю искреннюю благодарность р. Гавриэлю Давидову, Дэвиду Риду (David Reid) и р. Элизеру Рахману за оказание помощи. В обсуждении статьи участвовали академик РАЕН Шипов Г.И., к.ф.-м.н. Лукьянов В.А., Лебедев В.А., Прохоров С.Г. и Храмихин В.П. Также, автор признателен за поддержку Саловой М.Н., Морозовой Т.С., Пржигодскому С.В., Маслову А.Н., Болотову А.Ю., к.п.с.н. Леви Т.С., Мусанову С.В., Батановой Л.А., к.т.н. Мышелову Е.П., Чивикову Е.П.

## ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ (ССЫЛКИ)

- [1] Shipov, G. (1998). "A Theory of Physical Vacuum". Moscow ST-Center, Russia ISBN 5 7273-0011-8. (Шипов Г.И. (1996) Теория физического вакуума. – М.: Наука, 1996. – 449 стр. ISBN 5-02-003682-X [на русском]).
- [2] Chambers, A.. (2004). "Modern Vacuum Physics"ю Boca Raton: [CRC Press](#), 2004. — [ISBN 0-8493-2438-6](#).
- [3] Roberts, M.D. (2000). "Vacuum Energy". High Energy Physics" – Theory: hep–th/0012062. [arXiv:hep-th/0012062](#). [Bibcode:2000hep.th...12062R](#).
- [4] Barrow, J.D. (2002). "The Book of Nothing: Vacuums, Voids, and the Latest Ideas About the Origins of the Universe". Vintage Series. Vintage. pp. 71–72, 77. [ISBN 978-0-375-72609-5](#). [LCCN 00058894](#).
- [5] Di Teodoro, A. & Contreras, E. (2023). "A vacuum solution of modified Einstein equations based on fractional calculus". Eur. Phys. J. C 83:434, [arXiv:2305.15232](#) Related DOI:<https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-023-11626-4>
- [6] Kiehn, R. M. (2006). "A topological theory of the Physical Vacuum". [arXiv:gr-qc/0602118v2](#), DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.gr-qc/0602118>.
- [7] Kiehn, R. M. (2007). "Part I. The Cosmological Vacuum from a Topological Perspective". [arXiv:0712.1180](#) , DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.0712.1180>.
- [8] Okun, L. B. (2012). "On the concepts of vacuum and mass and the search for higgs". Modern Physics Letters A. Vol. 27. - P. 1230041. [doi:10.1142/S0217732312300418](#), - [arXiv:1212.1031](#).
- [9] Седов Л.И. (1994) Механика сплошных сред. Т.1. – М.: Наука, 1994 [на русском].
- [10] Козлов А. И., Логвин А. И., Сарычев В. А. (2005) Поляризация радиоволн. – М.: Радиотехника, 2005. –703 стр. ISBN 5-93108-074-0 [на русском].
- [11] Petoukhov S.V. (2008). "Matrix genetics, algebras of the genetic code, noise-immunity". Moscow: RCD, 316 p. ISBN 978-5-93972-643-6 <http://petoukhov.com/matrix-genetics-petoukhov-2008.pdf> (in Russian).
- [12] Petoukhov S.V. (2020). "The rules of long DNA-sequences and tetra-groups of oligonucleotides". [arXiv:1709.04943v6](#).
- [13] Гаухман М.Х. (04.2007) Алгебра сигматур «ИМЕНА» (оранжевая Алсигна).– М.: ЛКИ, 2007, С.228, ISBN 978-5-382-00077-0, (доступно на [www.alsigna.ru](#) ) [на русском].
- [14] Гаухман М.Х. (2007) Алгебра сигматур «Пустота» (желтая Алсигна). – М.: УРСС, 2007. – 308 стр. ISBN 978-5-382-00580-5, (доступно на [www.alsigna.ru](#) ).
- [15] Гаухман М.Х. (2008) Алгебра сигматур «Частицы» (зеленая Алсигна). – М.: Либроком, 2008. – 422 стр. ISBN 978-5-397-00403-9, (доступно на [www.alsigna.ru](#) ) [на русском].

- [16] Гаухман М.Х. (2017) Алгебра сигнатур «Безмассовая физика» (фиолетовая Алсигна). – М.: Филинь, 2017. ISBN 978-5-9216-0104-8 (доступно на <http://metraphysics.ru/>).
- [17] Tyurin Yu.I., Chernov I.P., Kryuchkov Yu.Yu. (2009). "Optics". Tomsk Polytechnic University Publishing House, p. 240, ISBN 5-98298-434-5 [in Russian].
- [18] Peatross J., Ware M. (2015). "Physics of Light and Optics". Brigham Young University, p. 338, ISBN 978-1-312-92927-2.