

**А.С. ЧУЕВ**

**СИСТЕМНЫЙ  
РАЗМЕРНОСТНЫЙ АНАЛИЗ  
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ИХ  
ЗАКОНОМЕРНЫХ СООТНОШЕНИЙ**

Москва, 2012 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ	Стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ИХ НАУЧНОГО АНАЛИЗА	
1.1 Общие сведения о физических величинах и их взаимосвязях, поиски системности.....	7
1.2 О скрытности сущности физических величин и объективности их отношений .....	15
2 ПЛАНАРНЫЕ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В БИНАРНОЙ РАЗМЕРНОСТИ	
2.1 Системное расположение и размерностные взаимосвязи физических величин с бинарной размерностью.....	19
2.2 Гравитационная постоянная – как соотношение между единицами измерения инертной и гравитационной масс. Уточнение формулировки закона всемирного тяготения И.Ньютона.....	28
3 ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН В КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РАЗМЕРНОСТЕЙ, АНАЛИЗ ИХ УРАВНЕНИЙ СВЯЗИ	
3.1 Анализ уравнений связи электромагнитных величин в системах СИ и Гаусса.....	31
3.2 Возможные варианты представления размерности электромагнитных величин в кинематической системе размерностей, выбор базового варианта....	34
4 СИСТЕМНЫЕ СООТНОШЕНИЯ КВАНТУЕМЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ИХ ЗНАЧЕНИЯ В КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ( $LT$ ) СИСТЕМЕ РАЗМЕРНОСТЕЙ	
4.1 Определяющие зависимости и соотношения в системном ряду квантуемых физических величин и фундаментальных констант.....	46
4.2 Естественная кинематическая система размерностей (ЕКСП) .....	56
5 ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ КОНСТАНТ В ЕКСП	

5.1 Размеры в ЕКСП единиц измерения физических величин и основных природных констант.....	62
5.2 Размеры в ЕКСП других природных констант, считающихся фундаментальными, а также значения и соотношения отдельных физических величин.....	68
6 ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМНОГО РЯДА КВАНТУЕМЫХ И КОНСТАНТНЫХ ВЕЛИЧИН, ИМЕЮЩИХ РАЗМЕРНОСТИ И ЕДИНИЦЫ СИСТЕМЫ СИ	
6.1 Исследование квантуемых и некоторых других физических величин общей системы в размерностях системы СИ.....	75
6.2 Определение условий достижения полного совпадения физических параметров массы и силы электрического тока в системах СИ и ЕКСП.....	80
7 СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН С $LT$ – РАЗМЕРНОСТНЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ ЕЁ ЭЛЕМЕНТОВ	
7.1 Развитие системы физических величин с $LT$ – размерностным представлением её элементов.....	93
7.2 Системное представление физических величин в $MLT$ – размерностной системе элементов.....	98
7.3 Многоуровневое представление системы физических величин с возможностью визуализации закономерных взаимосвязей.....	111
7.4 Модификации системы физических величин при изменении размерности электрического заряда.....	123
7.5 Проблема визуализации в многоуровневой системе физических величин множества природных закономерностей. Электронный компьютерный вариант системы.....	126
8 ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН	
8.1 Особенности системного представления тепловых и излучательных величин.....	137
8.2 Специфические системные уровни блока электромагнитных величин.....	143
8.3 Системное представление блока квантуемых и константных физических величин.....	146
8.4 Система гравитационных величин, структурированных подобно системе электромагнитных величин.....	159

## 9 ОПЫТ СИСТЕМНОГО ПОИСКА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЗАКОНОМЕРНЫХ СООТНОШЕНИЙ

9.1 Системный анализ возможных дополнительных гравитационных силовых взаимодействий.....	176
9.2 Электромагнетизм в системе силовых физических взаимодействий, проявление единой природы всех сил на электромагнитной основе.....	183
9.3 Поиск новых физических величин и новых системных соотношений в области квантовой физики.....	188
9.4 Использование системы физических величин и закономерностей в объяснении отдельных явлений и процессов.....	203
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.....	230
Справочные значения используемых в работе константных физических величин системы СИ:.....	231
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	232

### ПРИЛОЖЕНИЯ:

1. Таблица перевода единиц СИ-ЕКСП.....	
2. Таблица перевода единиц ЕКСП-СИ.....	
3. ИНСТРУКЦИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ К КОМПЬЮТЕРНОМУ ВАРИАНТУ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ .....	
4. СИСТЕМНЫЙ БЛОК ТЕПЛОВЫХ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН В ЭЛЕКТРОННОМ ВАРИАНТЕ СИСТЕМЫ.....	
5. СИСТЕМНЫЙ БЛОК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ (электронный вариант системы) .....	
4. ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМНЫХ РАЗМЕРНОСТНЫХ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН. (Методические указания к лабораторной работе Э-27 ЭВМ по курсу общей физики в МГТУ им. Н.Э.Баумана).....	

*Мыслящий разум не чувствует себя счастливым,  
пока ему не удастся связать воедино  
разрозненные факты, им наблюдаемые.*

Д. Хавеши

*Любое точное знание представляет систему.*

Д. Менделеев

## **ВВЕДЕНИЕ**

Все физические величины каким-то образом связаны друг с другом и составляют неизвестную нам в целом глобальную систему природных закономерностей. Это положение признается большинством ученых и исследователей природы.

Постижение всей совокупности природных взаимосвязей вряд ли доступно человечеству - даже в отдаленной исторической перспективе. Однако, по мнению автора, физическую сущность и определенную системность в закономерных взаимосвязях (соотношениях) известных нам на сегодня физических величин возможно постичь уже сегодня, применяя системный размерностный анализ, то есть изучая используемые размерности физических величин и их соотношения, многие из которых выражают природные закономерности.

Настоящая работа как раз посвящена изучению системности в размерностном расположении физических величин относительно друг друга, то есть изучению их системной структуры, а также изучению тех системных соотношений физических величин, которые выражают природные закономерности.

Обнаружение системности в расположении и взаимосвязях физических величин по аналогии с системой химических элементов Д.И. Менделеева позволяет многое. Во-первых, уточнить характер или принцип строения структуры и взаимосвязей системных элементов. Во-вторых, правильная расстановка элементов системы позволяет выявить «белые пятна» и целенаправленно искать недостающие элементы системы. В-третьих, исходя из общих свойств системы, имеется возможность априори выявлять некоторые характерные свойства и признаки этих, еще не обнаруженных элементов, поскольку их свойства, как правило, определяются местоположением в системе. И, самое примечательное, по предсказанию гениального французского философа, физика и математика - Анри Пуанкаре, правильно найденная система физических величин способна породить систему законов физики.

Период времени с конца 19 века и весь 20 век до начала нынешнего ознаменован не столько открытием новых природных взаимосвязей, сколько открытием фундаментальных физических постоянных. К таким постоянным относятся скорость света, заряд электрона, постоянная Планка, постоянная тонкой структуры и некоторые другие фундаментальные величины. Оказалось, что все фундаментальные физические постоянные тесно взаимосвязаны

друг с другом по величинам и размерностям. Эти качества указывают нам на единую природу фундаментальных физических постоянных, на единство Природы вообще.

В настоящей работе показано, что все квантуемые физические величины, а также диэлектрическая и магнитная проницаемости вакуума, занимают вполне определенное место в общей системе физических величин. Числовые значения этих фундаментальных физических постоянных, а также соотношения между ними, определяются, при соответствующем выборе системы размерностей и единичных значений основных величин, всего лишь одной величиной – постоянной тонкой структуры.

Исследование выполнено с использованием  $LT$ - размерностной или, по иному, кинематической системы размерностей, один из вариантов которой, в свое время, изучал в своих исследованиях знаменитый советский авиаконструктор, итальянец по происхождению, Роберто Орос ди Бартини.

Поскольку размещение физических величин в элементах системы оказалось многоуровневым, то для удобства пользования и наглядности восприятия с участием автора было разработано электронное (компьютерное) представление этой системы. Визуализация в системе закономерных взаимосвязей физических величин осуществляется по простому геометрическому алгоритму – с помощью выделенных параллелограммов или выделенных линий. Компьютерное представление системы может быть комплексным с многовариантным отображением системной структуры из физических величин и показом на этом фоне одной из закономерностей, изображаемых в виде упомянутых линий или параллелограммов, соединяющих три - четыре физические величины. При этом, дополнительно к показываемому изображению какой-либо закономерности, можно осуществить показ математической формулы, поясняющей эту закономерность. Если закономерная взаимосвязь новая и только что обнаружена, то программа позволяет ввести полную информацию о ней и пополнить имеющуюся базу данных.

В упрощенном варианте система физических величин и закономерностей исполнима в виде отдельных изображений по четырем физическим направлениям: механика, электромагнетизм, комплекс тепловых и излучательных величин, квантовая механика.

Выполненное исследование представляет теоретический (познавательный) и научно-методический интерес. Система физических величин в электронном, а также плакатном или малоформатном графическом представлении может использоваться в качестве эффективного учебного пособия по физике. Исследуемая система физических величин пригодна и для целенаправленного поиска новых физических закономерностей по различным разделам и направлениям этой науки.

*Все, что видим мы видимость  
только одна,  
Ибо тайная сущность вещей –  
не видна.*  
Омар Хайям

*Глаз, видящий все иное, –  
не видит сам себя.  
И это принципиально!*  
Автор

## **1 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СИСТЕМАТИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ИХ НАУЧНОГО АНАЛИЗА**

### **1.1 Общие сведения о физических величинах и их взаимосвязях, поиски системности**

Под понятием физической величины (далее ФВ) подразумевают качественную характеристику того или иного физического объекта материального мира, существующую как бы сама по себе (например, *время* и *пространство*) или встречающуюся во множестве объектов и явлений, обладающую способностью к количественной определенности.

Сущность или качественная определенность любой ФВ, как это не парадоксально, заключена не в ней самой, а выражается в ее в закономерных связях (или соотношениях) с другими физическими величинами. Аналогом этому является сущность любого понятия в языках человеческого общения. Любое понятие состоит не из букв или звуков, его составляющих, а из всех остальных понятий данного языка. Имеется верное диалектическое (по Гегелю) выражение этого положения – *в сущности находится то, что явно не существует*.

Количественная определенность какой-либо ФВ, которую в русском языке тоже называют величиной, есть величина в ином – не параметрическом смысле. Величина в этом втором смысле (для чего можно применить термины – значение или размер) устанавливается путем соотнесения данной ФВ с другой, ей однородной, принимаемой за единицу измерения.

Далее под ФВ мы будем понимать сущностное выражение того или иного физического параметра, характеризующегося такими атрибутами как размерность, единица измерения, взаимосвязи с другими ФВ и прочее.

Отметим, что вышеизложенные взгляды, защищаемые и отстаиваемые в настоящей работе, не являются общепризнанными. Так, например, такой авторитетный ученый в области теоретической метрологии как Л.А. Сена [1] считает, что размерности присущи не самим ФВ,

а их единицам измерения. Известные метрологи, авторы работ [2–4], вообще предлагают включить прилагательное «физическая» из метрологической практики. При этом в работе [4] приводится ссылка на М. Планка, который писал «...размерность какой-либо физической величины не есть свойство, связанное с существом ее, но представляет собой некоторую условность, связанную с выбором системы единиц измерений». Авторы этой работы напоминают, что «...на практике мы интересуемся не размерностями, как таковыми, а выражениями, связывающими единицы измерений с основными единицами системы и друг с другом».

Но, позвольте! Ведь выражения, связывающие единицы измерения ФВ друг с другом, это определяющие уравнения связи, выражающие природные закономерности. Изучение системных свойств всего комплекса природных закономерностей, которые мы, несомненно, не все еще постигли на сегодняшний день, представляет собой актуальную научную задачу. Желание и попытки открыть систему или хотя бы некоторые принципы в закономерностях Природы – дерзновенная мечта, граничащая с надеждой на совершение чуда в области не только физики, но и всего естествознания. Поэтому с встречающимся в научной среде достаточно пренебрежительным отношением к размерностям ФВ автор настоящей работы категорически не согласен.

В практическом и теоретическом естествознании зачастую применяют такие понятия как *система физических величин* и *система единиц физических величин*, не делая при этом особых различий в этих понятиях. В настоящей работе эти понятия существенно различаются. Под системой ФВ понимается упорядоченная совокупность самих ФВ, вне зависимости от их единиц измерения и размерностного представления. Автор считает, что различные размерностные представления ФВ лишь модифицируют систему ФВ, но не упраздняют ее. Аналогом этого являются различные варианты представления системы химических элементов Д.И. Менделеева. Этих вариантов насчитывается около сотни.

То, от чего мы отвлекаемся в настоящей работе, используя понятие *физическая величина* (ФВ), рассмотрим более подробно.

Действительно, соотношения между единицами измерения ФВ схожи с соотношениями между размерностями ФВ. Однако, во-первых, далеко не все соотношения между единицами и размерностями ФВ выражают природные закономерности. Задачей же настоящего исследования ставится поиск закономерных соотношений между физическими величинами.

Во-вторых, если взять две абсолютные системы ФВ, в которых в качестве основных ФВ приняты единицы измерения *массы, длины и времени*, но различные по их значению, например, метр, секунда, килограмм и сантиметр, микросекунда, грамм (в принципе, единицы основных ФВ могут выбираться произвольно), то можно сказать следующее. В данном примере приведены две различные системы, если оценивать с точки зрения систем единиц ФВ. Но это две совершенно одинаковые системы ФВ - с размерностной точки зрения.

В-третьих, систему единиц ФВ несравненно труднее наглядно изобразить и представить в виде, подобном системе ФВ, рассматриваемой далее. А о свойствах такого представления (возможности иллюстрации и поиска закономерностей) не приходится даже говорить.

Напомним, что *единицы измерения* ФВ принимаются произвольно лишь для ограниченного их числа и устанавливаются в разных системах единиц разными. Эти ФВ называются основными или первичными для каждой конкретной системы ФВ и единиц измерения. Для остальных ФВ (в каждой конкретной системе их называют производными или вторичными) единицы измерения устанавливаются строго определенным образом – исходя из выявленных природных закономерностей. Поэтому любая производная ФВ имеет строго определенные единицу измерения и размерность. Первая определяется количественной связью единицы измерения этой величины с единицами измерения других ФВ (и не только основных), вторая (размерность) определяется исключительно связью с ФВ, принятыми в конкретной системе единиц измерения - основными.

Отмечая произвольный выбор исходных единиц измерения для основных величин во всех системах, мы не проявляем особого беспокойства, так как значения ФВ остаются неизменными из-за соответствующих изменений их числовых значений. Однако то, что в разных системах измерений определяющие уравнения и уравнения связи для ряда производных ФВ формулируются по-своему, вызывает беспокойство и недоумение. Возникает вопрос – что же такое физическая величина?

Большинство ученых (да и просто грамотных людей) безосновательно уверены в том, что понятие ФВ в наиболее сжатом виде определяется ее размерностью. Однако существуют различные системы измерения (СИ, СГС и др.), в которых одни и те же ФВ определяются в размерностях по-разному. Особенно это касается электромагнитных величин. Указанное означает, что размерность физической величины и ее понятие – вещи различные.

Для сведения приведем формулировку размерности, взятую из энциклопедического словаря. *Размерность* физической величины – выражение, показывающее, во сколько раз изменится единица физической величины при изменении единиц величин, принятых в данной системе за основные. Размерность представляет собой одночлен, составленный из произведения обобщенных символов основных единиц в различных (целых или дробных, положительных или отрицательных) степенях, которые называются показателями размерности. Так, например, размерность скорости –  $LT^{-1}$ , где Т представляет собой размерность времени, а L – размерность длины. Эти символы обозначают единицы времени и длины независимо от их конкретного размера (секунда, минута, час, метр, сантиметр и т.д.). В ряде случаев размерность позволяет устанавливать связи между соответствующими величинами.

Как следует из принятого определения размерность какой-либо ФВ определяется выбором, как правило, нескольких ФВ в качестве основных и она может быть различной в раз-

личных системах единиц физических величин. Однако само понятие физической величины все же существует (свое для каждой величины) и это понятие не зависит от выбора основных ФВ и их единиц. Скорость всегда будет скоростью, если даже мы ее выразим, например, через энергию и массу, приняв их за основные ФВ.

Что же тогда определяет понятие любой физической величины? Интуитивно чувствуется (и это слегка отражено в приведенном выше определении размерности), что понятие любой физической величины должно определяться ее взаимосвязью с другими ФВ и никак не должно зависеть от конкретно выбранной системы единиц измерения. Действительно, существуют определяющие уравнения и уравнения связи, но, к сожалению, и они в разных системах измерений могут формулироваться по-разному, наиболее ярко это проявляется в системах электромагнитных величин. Получается, что принятая система измерений как бы определяет взаимосвязь (т.е. закон связи) физических величин – и это парадоксально! Такого, в принципе, не должно быть.

В работе [5, с.9] автором был выдвинут тезис о том, что понятие ФВ определяется не ее размерностью, не уравнением связи в той или иной системе измерений, которое может быть сформулировано ошибочно или не совсем точно, а ее местонахождением в системе физических величин. Именно местонахождением, не зависящим (в смысле соотношения или взаимосвязей с другими ФВ) от принятой системы размерностей. Причем определяющие уравнения и уравнения связи должны быть едиными для любых систем измерения, поскольку они взаимообусловлены с системой, вытекают из системы. При этом размерность ФВ, как выражение ее понятия, в истинной системе физических величин должна выражать физическую сущность данной качественной особенности ФВ как объекта или определенной характеристики явления (например, протяженность или длительность).

Приведем пример по поводу выражения размерностью сущности ФВ. Например, известно [6, с.122], что электрическое сопротивление металлов физически определяется объемной плотностью свободных электронов и средним временем, протекающим между очередными их столкновениями с ионами кристаллической решетки. По идее, размерностью *удельной* (для единицы объема) *электрической проводимости* должно быть *время*, и чем больше это *время* – тем больше должна быть и *удельная проводимость* (электроны дольше находятся в свободном движении). Но в системе Гаусса (СГС) размерность удельной электрической проводимости – секунда в минус первой степени, здесь явно наблюдается парадокс.

Например, у меди удельное сопротивление равно  $10^{-17}$  с, а у стекла при комнатной температуре порядка  $10^3$  с. Здесь большей проводимости (или меньшему сопротивлению) соответствует как бы меньшее время свободного движения электронов, что если не совсем абсурдно, то достаточно туманно с физической точки зрения. Хотя, надо отметить, к самой физике процесса данная система (Гаусса) подходит почти вплотную – удельная проводимость

металлов связана по размерности с *временем* и действительно определяется средним временем свободного движения электронов, то есть средним интервалом времени, длящимся между очередными столкновениями электронов с ионами.

Претендуя на актуальность, важность и определенную новизну своих исследований системности ФВ и закономерных взаимосвязей между ними, автор отмечает значительный вклад в развитие этого направления, который внесли ученые предшественники и современные коллеги–исследователи. Наиболее заметными и совпадающими по направлению исследований настоящей работы являются работы известного советского авиаконструктора, итальянца по происхождению Роберто Орос ди Бартини [7–9]. Он у нас в стране, по-видимому, впервые предложил использовать для физического описания природы так называемую *кинематическую систему размерностей*, в которой в качестве основных используются всего лишь две ФВ – *пространственная протяженность* (длина) и *время*.

Двумерная (иди по иному – бинарная) размерность ФВ позволила осуществить их планарное (в одной плоскости) и системно–упорядоченное размещение в координатах пространство – время. Полученная картина в определенной степени представляла собой систему физических величин, которая иногда [9] именовалась и системой законов, что не совсем верно или, объективно говоря, совсем не верно.

В своем исследовании Р. Бартини нашел, что при определенном выборе единиц измерения *длины* и *времени* все известные физические константы (мировые постоянные) выражаются общей формулой, в которой числовые значения констант определяются своим набором целочисленных показателей у четырех цифровых сомножителей, входящих в единую формулу.

Тем самым Бартини показал общность и единую природу известных константных физических величин, включая такие разные, как *массы* элементарных частиц и *электромагнитные постоянные*. Однако в своей кинематической системе размерностей Бартини сумел раскрыть взаимосвязи ФВ далеко не полностью, а лишь частично. В его системе были обозначены лишь ближние размерностные взаимосвязи ФВ без выделения многоуровности всей системной структуры и без визуализации закономерных взаимосвязей ФВ, присутствующих, как выяснилось, в системе. Кроме того, размерности *массы* и *электрического заряда* в системе Бартини были приняты одинаковыми, что, по мнению автора, ошибочно. В частности, такое допущение очень затрудняет исследование взаимосвязи параметров гравитации и электромагнетизма, которые схожи или подобны по своим характеристикам.

На тему использования кинематической системы размерностей можно встретить публикации авторов: П.Г. Кузнецова, К.Л. Никоненко, В.С. Смирнова, Г.В. Смирнова, В.Н. Новицкого В.Н., Подкорытова В.Н. и других [10–12]. В сравнении с работами Бартини эти публикации менее фундаментальны, но по–своему интересны. Заметное развитие *LT*–система

размерностей получила в трудах дубненской (город Московской области) группы ученых, идейно возглавляемой Б.Е. Большаковым [13–14].

Исследования автора в данном направлении, в основном, изложены в книге «Физическая картина мира в размерности длина–время» [5], в приложении 2 книги–учебника [14, 15] и в отдельных статьях, размещенных в интернет–ресурсах [16–23]. Кроме того, результаты исследований автора по кинематической системе размерностей докладывались и публиковались в работах многих научных конференций, в том числе международных, проходивших на территории России [24–34]. Часть результатов по исследованию системности ФВ опубликованы в метрологическом журнале [35], а также помещены в отчете по госбюджетной НИР [36].

В исследовании системности ФВ и природных закономерностей, наряду с использованием размерностных взаимосвязей и кинематической системы размерностей, известны и иные подходы и направления. Известна оригинальная работа Н.А. Плотникова [37], которая посвящена поиску системности физических величин и закономерностей с учетом их характера (физической направленности) и размерностного выражения. В системе Плотникова взаимосвязи между ФВ вводятся через стандартные операторы дифференцирования и интегрирования. Но эта система представления ФВ и закономерностей не получила широкого распространения, скорее всего, по причине отсутствия достаточной простоты и наглядности.

Известен и достаточно успешно применяется многими авторами [38–40] исследовательский подход по поиску системности ФВ и структуризации закономерностей путем создания так называемых **обобщенных физических закономерностей**. Такой подход, в основном, предусматривает анализ самых различных физических закономерностей с общей энергетической позиции, нахождение соответствующих зарядов, токов, сил и других параметров, общих разным физическим областям. Основателем этого направления следует считать А.И. Вейника [38]. Системному представлению ФВ в этом направлении посвящена работа Д.С. Ермолаева [39]. Из всех работ в этом направлении широтой рассмотрения и фундаментальностью выделяется исследование И.Ш. Когана [41]. Большинство работ И.Ш. Когана опубликовано и размещено в Интернете на сайте <http://physicalsystems.narod.ru/>.

Автор, наряду с признанием важности и самостоятельности этого направления исследований системности ФВ, имеет достаточно критические взгляды и даже принципиальные разногласия. Признавая объективность уровневого подхода в данной системе ФВ, трудно согласиться с тезисом о единственности определяющего уравнения для любой ФВ. Думается также, что система ФВ, построенная на аналогиях ФВ и закономерностей, не способна к открытию принципиально новых закономерностей, аналоги которых не известны.

Для автора большой познавательный интерес представляют изобретения Вудынских [42, 43], которые еще во времена, когда отсутствовали персональные компьютеры, сумели

предложить конструкции устройств, позволяющих автоматически (но, к сожалению, «втемную») определять математические зависимости между размерными физическими величинами. Этот пример очень показателен и объективен для автора. Он убедительно подтверждает наличие определенной системности во взаимосвязях ФВ и возможности, на этой базе, формального (автоматического) обнаружения новых закономерных взаимосвязей.

В конце этого раздела приведена таблица 1 с системой физических величин (в основном, механических), располагаемых в  $LT$  – координатах (длина – время), которую изучали большинство исследователей, продолжавших линию первопроходца в этом направлении – Р. Бартини (на рис.1-1 представлено одно из изображений его системы). В такой системе расположения ФВ просматриваются зачатки и контуры системы, исследуемой автором в своих работах, но выходящих за рамки фундаментальной работы Р. Бартини - ранее мало кто решался.

Как будет показано далее, ФВ, расположенные в системе Бартини диагонально, в системе автора отнесены к сохраняющимся и константным. Только здесь они, в отличие от системы Бартини, располагаются горизонтально. Кроме того, приписывание в системе Бартини одинаковых размерностей как механическим, так и электромагнитным величинам, по мнению автора, полностью запутывало картину их настоящего системного (в действительности, многоуровневого) расположения. Указанное обстоятельство затрудняло не только начальное обнаружение системности в расположении квантуемых и константных величин, но и выявление (визуализацию) закономерных взаимосвязей, присутствующих, как оказалось, в системе физических величин.

Таблица 1.

	L-1	L0	L1	L2	L3	L4	L5
T2		?					
T1		Время	?				
T0	Кривизна	Безразмерная величина (радиан)	Длина	Площадь	Объем		
T-1		Угловая скорость	Скорость	Инерционность (m/v)	?		
T-2		Объемная плотность массы	Ускорение	Гравитац. потенциал	Масса	?	Момент инерции
T-3		Изменение объемной плотности	Ток массы через площадь	div тока массы	Расход (ток) массы	Импульс	Момент импульса
T-4		Объемная плотность натяжений	Градиент давления	Давление	Натяжение	Сила	Энергия
T-5							Мощность

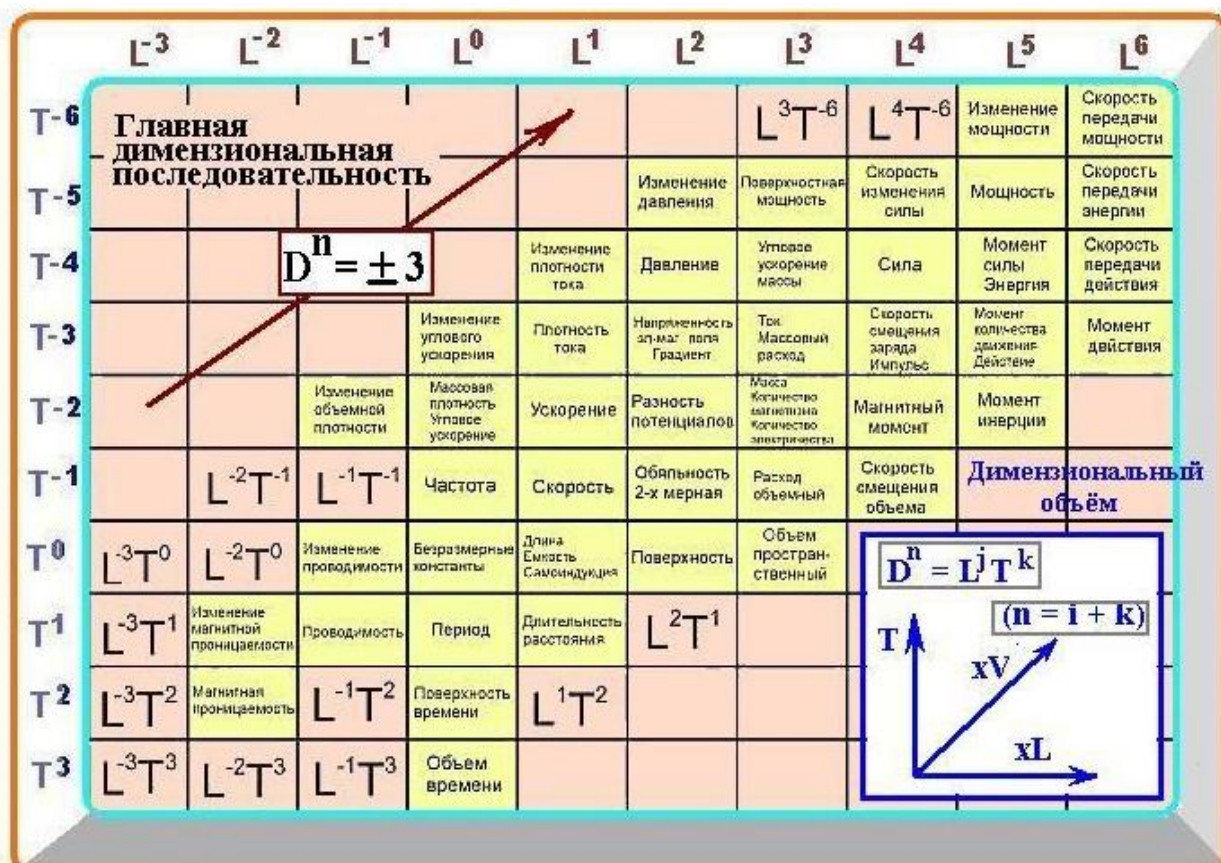


Рис. 1-1. Система Р. Бартини

## 1.2 О скрытности сущности физических величин и объективности их отношений

Некоторые выдающиеся ученые и философы уверены, что наука способна познавать не сами вещи окружающего нас мира, а лишь отношения вещей. Вот взгляды на это положение известного французского математика, физика и философа Анри Пуанкаре [44 с.84]: «Наука ... это прежде всего некоторая классификация, способ сближать между собой факты, которые представляются разделенными, хотя они связаны некоторым естественным скрытым родством. Иными словами, наука есть система отношений. ... Объективность следует искать только в отношениях, тщетно было бы искать ее в вещах, рассматриваемых изолированно друг от друга. Сказать, что наука не может иметь объективной ценности потому, что мы узнаем из нее только отношения, – значит рассуждать навыворот, так как именно только отношения и могут рассматриваться как объективные».

Анализируя историю и судьбы различных научных теорий, А. Пуанкаре развивает ту же мысль:

«Что же мы видим? Сначала нам представляется, что теории живут не долее дня и что руины нагромождаются на руины. Сегодня теория родилась, завтра она в моде, послезавтра она делается классической, на третий день она устарела, а на четвертый – забыта. Но если всмотреться ближе, то увидим, что так именно падают, собственно говоря, те теории, которые имеют притязание открыть нам сущность вещей. Но в теориях есть нечто, что чаще всего выживает. Если одна из них открыла нам истинное отношение, то это отношение является окончательным приобретением: мы найдем его под новым одеянием в других теориях, которые будут последовательно водворяться на ее месте».

В заключение он отмечает роль разума, воспринимающего гармонию объективных отношений в Природе:

«В итоге единственной объективной реальностью являются отношения вещей, отношения, из которых вытекает мировая гармония. Без сомнения, эти отношения, эта гармония не могли быть восприняты вне связи с умом, который их воспринимает или чувствует. Тем не менее они объективны, потому что они общи и останутся общими для всех мыслящих существ».

Кто-то высказал интересную мысль «Что же такое тогда вещи, уж не отношения ли отношений!?!». По этому поводу и относительно гармонии внутри отношений мы еще выскажемся, а теперь рассмотрим, что же нам служит мерой отношений.

Отношения вещей (в нашем случае ФВ) раскрываются нам числовой пропорцией, существующей между ними или, что чаще всего, в виде закономерной взаимосвязи через другие вещи (другие ФВ). На этом строятся все системы физических величин. Для описания всей совокупности известных ФВ мы обычно применяем системы единиц СИ, СГС и другие.

Каждая система единиц содержит небольшое количество независимых величин, называемых основными, через которые выражаются единицы измерения и размерности всех остальных ФВ. Таким образом, физические величины, выбранные основными, служат размерностной связью между всеми остальными ФВ и являются как бы мерой каждой из них по отдельности. Следует отметить, что выбор в качестве основных ФВ тех или иных величин и особенно их единичных значений, представляется всегда чисто условным. Этот выбор определяет тип той или иной системы единиц измерения, но все они признаются равноправными для описания физической реальности.

Весьма важным обстоятельством и существенным моментом, который многие вовсе не замечают, является то, что основные ФВ систем измерения становятся подобны «глазу–измерителю», который: *видит все иное, но принципиально не видит сам себя*.

Например, широко применяемые в качестве основных единиц измерения метр, килограмм и секунда, конечно же, служат для определения размеров единиц и отношений других ФВ, но сами они остаются совершенно неопределенными в тех же системах. Верным здесь оказывается общее диалектическое положение: *абсолютная истина – в собственном отрицании. Мера – безмерна*, это точно так же, как: *условие – безусловно*.

Чтобы «увидеть глаз» нужен обязательно взгляд постороннего, взгляд со стороны. А вот этого многие не воспринимают и не понимают в устройстве природы! Так в современном естествознании большинство известных систем измерения непременно стараются использовать *массу* в качестве одной из основных физических величин, и это, как не парадоксально, – стало чуть ли не главным «камнем преткновения» [12] для дальнейшего его развития.

Например, одной из главных проблем современного естествознания является поиск взаимосвязи гравитации и электромагнетизма. Применяя *массу*, являющуюся источником всеми ощущаемой (но до сих пор непонятной) гравитации, в качестве основной ФВ в используемых нами системах единиц измерений, мы принципиально не можем обнаружить взаимосвязь массы и других гравитационных величин с остальными ФВ. В первую очередь это касается обнаружения взаимосвязи гравитационных параметров с электромагнитными, очень похожими по характеру. По сравнению с гравитационными величинами электромагнитные ФВ изучены значительно лучше и давно поставлены на службу человеку.

Имеется ли возможность преодолеть этот «камень преткновения» в современном естествознании? По мнению автора, такая возможность, в принципе, может появиться, если на гравитацию и электромагнетизм посмотреть как бы со стороны, не используя их базовые величины (*массу, заряд и силу тока*) в качестве основных ФВ для размерностного обозначения самих себя и всего остального. Как далее будет показано, таким «взглядом со стороны» на объекты физической реальности является использование *LT*- размерностной, по иному, кинематической системы единиц физических величин.

Отметим, что в установлении системной взаимосвязи ФВ (параметров) гравитации и электромагнетизма не достаточно только применения кинематической системы размерностей. Очень важно также правильно выбрать размерность *электрического заряда* или же тесно связанных с зарядом размерностей *электрической* и *магнитной постоянных* ( $\epsilon_0$  и  $\mu_0$ ).

В разделе 3 будет показано, что если в кинематической системе размерностей электрическому заряду приписать размерность  $L^3T^{-1}$ , а не размерность массы  $L^3T^{-2}$  (как у Р. Бартини), то картина резко проясняется. Механические (включая гравитационные) и электромагнитные физические величины как бы разделяются, выстраиваясь в многоуровневую систему. При этом в системе обнаруживаются примечательные закономерности, в чем-то аналогичные закономерностям известной системы химических элементов Д.И. Менделеева.

Становится очевидным, что свойства элементов системы (ФВ), структурированных в системные группы, определяются их местоположением, как в системе, так и в самих системных группах. Это системное качество позволяет обнаруживать и более целенаправленно изучать «белые пятна» системы (отдельные элементы и их группы), заранее предсказывать свойства еще не обнаруженных элементов и групп, априори изучать эти свойства.

$LT$ -размерностная система ФВ, изучавшаяся у нас в стране впервые Р. Бартини, примечательна тем, что в ней *масса* не является основной ФВ и не служит размерностной взаимосвязью между другими величинами. Поэтому мы можем изучить – с какими ФВ связана *масса* и каковы ее свойства. Например, очень заманчиво попытаться воспроизвести отрицательную массу, которая по некоторым (пока умозрительным) предположениям способна обладать антигравитационным (отталкивающим) взаимодействием с обычной массой. Другое направление – поиск закономерных взаимосвязей ФВ *сила* и *давление* с вихревым движением *массы*. Здесь тоже вероятно обнаружить антигравитационный эффект, наблюдаемый нами вполне очевидно в торнадо.

Ниже будет показано, что в варианте  $LT$ - размерностной системы ФВ, предложенной и изучаемой автором, *масса* оказывается расположенной в ряду сохраняющихся ФВ, что соответствует наблюдаемому в действительности. Закон сохранения массы (вещества) был открыт чуть ли не первым среди других законов сохранения. Причем в авторской системе ФВ, в подсистеме электромагнитных величин, эта величина (*масса*) оказывается *силой электрического тока* – тоже сохраняющейся ФВ. В этом же системном ряду располагаются ФВ: *время*, *пространственная протяженность*, *количество движения* (по иному, *импульс*), *энергия* и отношение *массы* к *скорости*, названное автором *инерционностью*.

В авторских работах, начиная с [20 и 22], показывается, что систему ФВ целесообразно представлять отдельно по группам и лучше многоуровневой, с отдельным представлением систем механических, электромагнитных, гравитационных и тепловых (с излучательными) величин.

В последующих работах автора было показано, что система физических величин, представляющая собой многоуровневое образование, в общем—то и не зависит от используемой системы размерностей. Однако изначальное  $LT$ – размерностное представление ФВ играет во всех вариантах представления системы, весьма значительную, можно сказать, определяющую роль.

#### ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

1. В науке имеется неоднозначность толкования понятия физическая величина. Судя по всему, понятие какой—либо физической величины определяется, главным образом, ее местом расположения и взаимосвязями в системе размерностно—связанных между собою физических величин. Система размерностных взаимосвязей между физическими величинами выявляется путем анализа закономерных взаимосвязей с использованием той или иной системы единиц измерения (систем размерностей).

2. В системном представлении самих физических величин наибольшее распространение получила кинематическая ( $LT$ ) система размерностей, но известные ее реализации обладают рядом недостатков, особенно в части системного представления электромагнитных величин и системного обнаружения закономерных взаимосвязей между отдельными величинами.

3. Недостатком большинства известных систем единиц физических величин является использование физической величины *масса* – в качестве одной из независимых величин. Тем самым принципиально теряется возможность выявления взаимосвязей *массы* и характеристик гравитационного поля с аналогичными электромагнитными величинами и полями, хотя они во многом схожи.

*Простота законов природы  
позволяет нам наблюдать и  
познавать только отношения.*

П.С. Лаплас

*Истинный закон – есть  
отношение двух понятий*

Г.В.Ф. Гегель

## **2 ПЛАНАРНЫЕ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В БИНАРНОЙ РАЗМЕРНОСТИ**

### **2.1. Системное расположение и размерностные взаимосвязи физических величин с бинарной размерностью**

В системе физических величин Р. Бартини (см. рис.1-1) (опубликована совместно с Побиском Кузнецовым) наблюдалось определенное и достаточно систематизированное расположение физических величин. Это обеспечивалось за счет упорядоченного размещения ФВ в ячейках, координаты которых определялись значением целочисленных показателей степени при обозначениях длины (L) и времени (T) в размерностном выражении той или иной ФВ.

Автор настоящей работы в своих исследованиях системности ФВ с самого начала стал использовать несколько иной принцип их размещения. Это – как бы та же система Бартини (если речь идет о кинематической системе размерностей), но повернутая на 45 градусов по часовой стрелке. Координатные оси здесь не требуются, а размерностные связи между ФВ, по сути, остаются такими же. Правда, осознание этого факта пришло автору чуть позже знакомства с системой Бартини. Но отдать должное выдающемуся предшественнику необходимо. В исследовании *LT*- системы ФВ он был первым.

Преимуществом своего системного расположения ФВ автор считает достижение большей симметрии в изображении самой системы, очевидную возможность использования не только бинарного (двух), но и многоэлементного выражения размерности ФВ, а также облегченность визуального обнаружения в ней структурных групп и закономерных взаимосвязей, выявленных в процессе изучения системы.

На рис. 2-1 приведена предложенная и изучавшаяся автором на начальном этапе исследований планарная система физических величин, в которой ФВ (в основном, механические) представлены в размерности систем СИ и СГС, где присутствуют наиболее известные и потому наиболее наглядные, по мнению автора, связи.

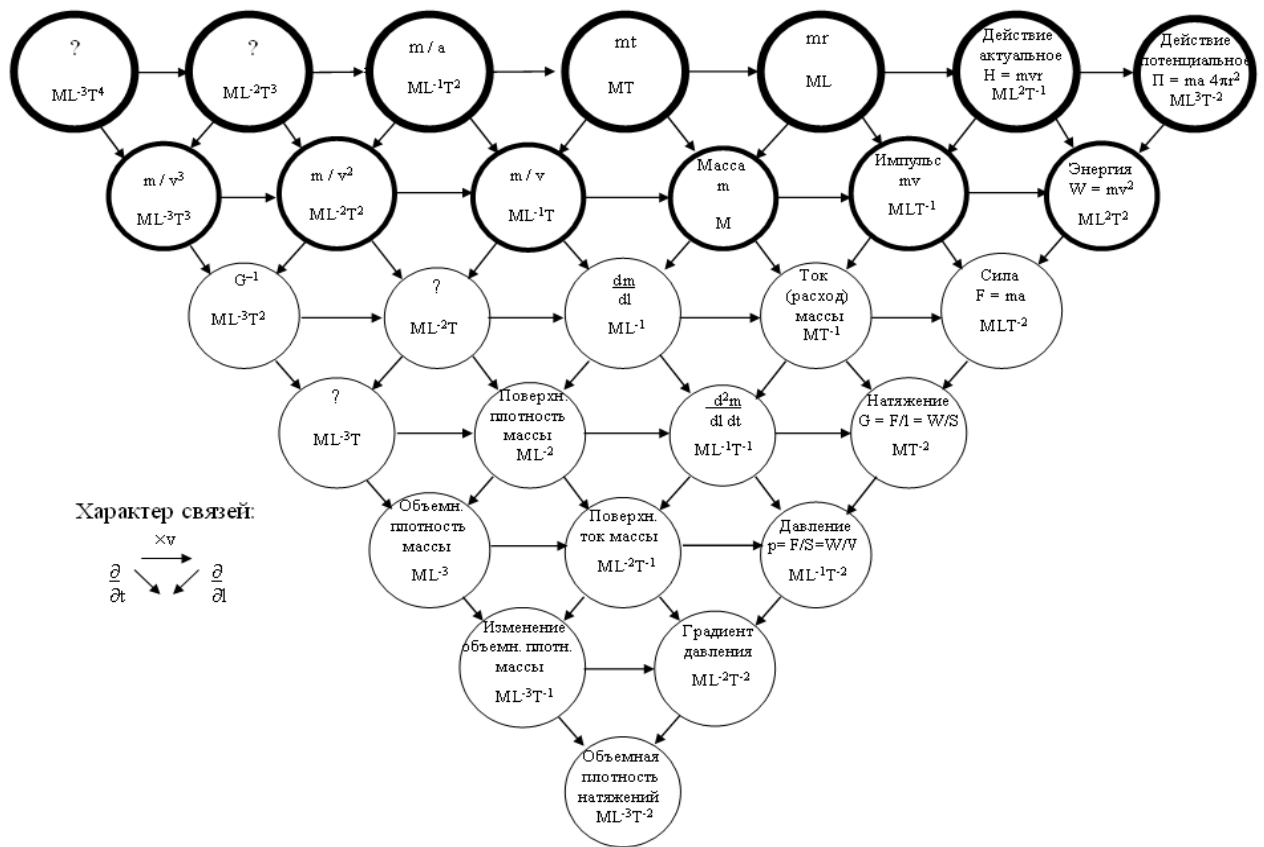


Рис.2-1. Планарная система физических величин в одном из первых авторских представлений

Сама система была выявлена как бы задним числом – на основе анализа взаимосвязей размерностей ФВ в различных системах измерений. Границы системы определены - исходя из принципа симметрии. В системе хорошо просматривались взаимные связи ФВ, содержащих в своей размерности *массу*. Вместо простейших ФВ, типа: *длина, время, скорость и ускорение*, называемых далее кинематическими, в системе по рис.2-1 было что-то непонятное. Позже пришла догадка, что это и есть кинематические ФВ, но закамouflированные размерностью *гравитационной постоянной*. Еще позже выяснилось, что данная система является лишь частью общей целостной системы, включающей в себя и электромагнитные величины. Но этот вопрос будет рассмотрен далее отдельно, ввиду некоторых его особенностей и дополнительных трудностей, связанных с неоднозначностью определения размерности *электрического заряда*.

По рис.2-1 нетрудно заметить общие правила расположения в системе ее элементов. В рядах (или строках) каждый последующий элемент в направлении слева направо - образуется путем умножения на размерность *скорости*. Размерность элементов в ниже расположенных рядах образуются путем дифференцирования (деления) по времени от ближнего слева элемента выше расположенного ряда или дифференцирования по пространственной координате – от ближнего справа элемента того же выше расположенного ряда. Отдельные элементы не имеют названия, но они были помещены в систему - ввиду безусловно ожидаемой (автором)

непрерывности в расположении элементов, составляющих систему, если она действительно истинна.

Наметки истинности данной системы ФВ для автора проявились в том, что в ней, как и в системе химических элементов, открытой Д.И. Менделеевым, стали обнаруживаться весьма примечательные системные свойства. А именно, здесь свойства элементов – физических величин оказались зависимы от их места расположения в системе.

Так по рис.2-1 наглядно видно, что во второй сверху ряд системы вошли сохраняющиеся ФВ: *энергия, импульс (количество движения), масса*. В том же ряду оказались и отношение *массы к скорости*, отношение *массы к скорости* в квадрате и к *скорости* в кубе. Раз произведение *массы на скорость* – величина сохраняющаяся, то мы вправе были ожидать аналогичных свойств и от отношения *массы к скорости* в той или иной степени. То, что эти ФВ тоже являются сохраняющимися - вполне очевидно и, по мнению автора, не требует дополнительных пояснений. Правда возникли некоторые трудности с идентификацией и наименованием этих величин.

Например, отношение массы к скорости ( $m/v$ ), присутствующее в том же системном ряду, вполне можно было бы назвать *инерционностью*. Но, заметим, в естествознании уже используют более привычные названия для ФВ с такой размерностью – это *коэффициент диффузии* и *кинематическая вязкость* [46, 47]. Для данной физической величины вполне подходящим названием будет и *проницаемость*. Но окончательный выбор названия данной ФВ – это дело будущего и практики.

В верхний ряд элементов системы по рис.2-1 (вначале, лишь предположительно, по мнению автора) вошли сохраняющиеся и квантуемые величины. Самая известная квантуемая механическая ФВ (она, скорее всего, не только механическая) – это *момент импульса (количество движения)*, названный автором *актуальным действием* (в отличие от фейнмановского названия [45] – *действие*). Квантом данной ФВ является известная Постоянная Планка. В этом же ряду оказывается и ФВ, называемая автором - *потенциальное действие*.

Термин *потенциальное действие* был использован автором еще в работе [5]. ФВ *потенциальное действие* представляет собой по размерности произведение *силы на площадь* и может иметь, например, как в СГС, размерность квадрата *электрического заряда*. В системе СИ потенциальное действие электрических сил есть отношение квадрата *электрического заряда* к *электрической постоянной*. Легко определить потенциальное действие и для других сил – магнитных или гравитационных.

У всех ФВ – элементов системы, как мы увидим далее, возможно изменить размерность, но размерностное местоположение ФВ относительно других величин, как правило, остается неизменным. По мнению автора, это место в системе (точнее, совокупность системных

взаимосвязей с другими величинами) и определяет понятие той или иной физической величины.

В приведенном варианте системы (по рис.2-1) сразу не раскрываются (не очевидны) все ее потенциальные и эвристические возможности. Эти возможности, как будет показано далее, более полно раскрываются в кинематической ( $LT$  или «длина–время») системе размерностей, а также в других двухпараметрных (бинарных) системах размерностей. В частности, это может быть наиболее привычная для нашего опыта и слуха «метр–секундная» система размерностей. Система физических величин в  $LT$  – размерностном представлении приведена на рис.2-2.

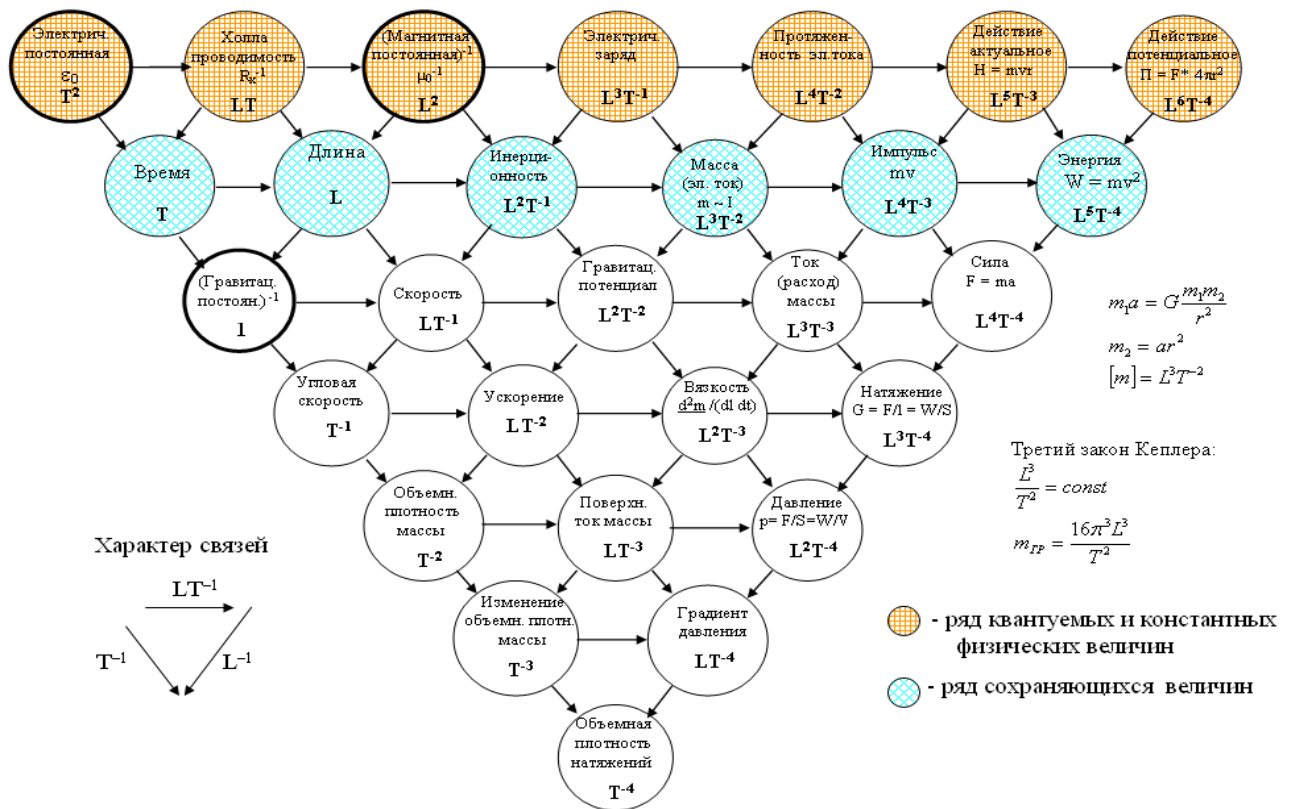


Рис.2-2. Система физических величин в размерности  $LT$ .

В этой системе, в отличие от ранее приведенной на рис.2-1, *масса* имеет размерность отношения куба *пространственной протяженности* к квадрату *времени* ( $L^3 T^{-2}$ ), вследствие чего произошли изменения размерностей и всех других ФВ, ранее определявшихся с участием размерности *массы*.

На возможность выражения *массы* такой размерностью, по-видимому, впервые указал еще Максвелл [48], основываясь на третьем законе Кеплера. Возможность выражения *массы* размерностью  $L^3 T^{-2}$  следует также из закона всемирного тяготения И. Ньютона, покажем это на примере.

Если принять *гравитационную постоянную* безразмерной величиной, равной единице, то *сила* тяготения по этому закону будет равна:

$$F = \frac{mm_2}{r^2} \quad (2.1)$$

С другой стороны, *сила* равна произведению *массы* на *ускорение*. Тогда для одной из масс можем записать:

$$ma = \frac{mm_2}{r^2} \quad (2.2)$$

Отсюда определится размерность *массы* ( $m_2$ ) - как произведение размерности *ускорения* ( $L T^{-2}$ ) на размерность квадрата *пространственной протяженности* ( $L^2$ ). В итоге размерность *массы* в  $LT$  – размерностном представлении выглядит так:

$$[M] = L^3 T^{-2} \quad (2.3)$$

То, что *масса* физически проявляет себя отношением  $L^3/T^2$  следует и из третьего закона Кеплера: отношение кубов больших полуосей орбит планет к квадратам периодов обращения их вокруг Солнца - есть величина постоянная для всех планет. Указанная величина однозначно определяет массу Солнца, или, по-иному можно сказать, – определяется ею. Правда, надо отметить, определяется с учетом особого значения *постоянной тяготения*, принятой здесь нами безразмерной величиной.

Вообще, по мнению автора, приписывание размерности константе поля, на которое мы никак не можем влиять (возможность ослабить или усилить – как электрическое или магнитное), представляется ошибочным. Для такого поля *индукция* всегда будет равна *напряженности* и размерного коэффициента, связывающего эти две величины, просто не существует, вернее, этот коэффициент всегда равен единице.

Сомнительность правомерности выбора *массы* первичной и независимой ФВ следует и из наличия двух физически разных родов масс – инертной и гравитационной. Еще одно замечание рассмотрено в разделе 1.2.

Обратимся снова к системе ФВ по рис.2-2. Примечательно, что здесь в ряду сохраняющихся величин оказались: *время* (Т) и *пространственная протяженность* (L). Сохраняемость этих ФВ особых сомнений не вызывает.

Не так очевидны сохраняемость и квантуемость ФВ *потенциальное действие*, да и само существование такой ФВ для некоторых не совсем привычно. Поэтому остановимся на этой ФВ более подробно. Если в выражение  $Fr^2$  для потенциального действия добавить множитель  $4\pi$ , то картина становится более ясной. *Потенциальное действие* – это сферически распространяющийся пространственный силовой поток. Такая физическая величина несомненно и объективно существует в природе. Квантуемость *потенциального действия* электростатических сил не вызывает сомнений, поскольку квантуем сам электрический заряд, а

квантуемость потенциального действия электродинамических сил доказывается далее в настоящей работе.

При соответствующем выборе системы размерностей для электрических величин все ФВ, составляющие элементы верхнего ряда, оказываются сохраняющимися и, как правило, квантуемыми. Естественно, что они получают и свои, в основном, привычные наименования. При определенном выборе размерности *электрического заряда* ( $L^3T^{-1}$ ) такими ФВ оказываются: сам *электрический заряд*, электрическая постоянная (*диэлектрическая проницаемость вакуума*), величина обратная магнитной постоянной (*магнитной проницаемости вакуума*), величина обратная *сопротивлению Холла* (сопротивление Холла [49] в последнее время стали именовать постоянной фон Клитцинга [50–52], обозначая ее  $R_K$ ), произведение *электрического заряда на скорость* (пространственный элемент тока), *момент количества движения* и (уже обозначенная ФВ) *потенциальное действие*.

В дальнейшем будет показано, что *потенциальное действие*, равное по размерности произведению *силы на площадь*, может быть не только второй степенью *электрического заряда* (в общем случае делимого на *диэлектрическую проницаемость*), но также и второй степенью *массы* (помноженной на *гравитационную постоянную*), и величиной, определяемой токовым взаимодействием (вернее взаимодействием *токовых элементов*).

Элемент системы с безразмерной величиной, присутствующий в  $LT$ - размерностной системе представляет собой ФВ, обратную гравитационной постоянной (*постоянная гравитации* $^{-1}$ ). Ее называют также *константой поля гравитации*. Интересно, что в системе по рис.2-2 эта константа, совместно с  $\epsilon_0$  и  $(\mu_0)^{-1}$  – *константами электрического и магнитного полей*, составляет (или образует) симметричную треугольную фигуру, в которой оказываются включенными *время* и *пространственная протяженность* – наши главные физические величины в  $LT$  системе размерностей.

Отметим, что в рассматриваемых авторских вариантах системы ФВ, большинство элементов системы по размерности образуются из вышерасположенных системных элементов, являющихся по сравнению с остальными как бы первичными. Причем, самые верхние элементы системы – сохраняющиеся или квантуемые. Образование (по размерности) нижних ФВ системы идет из верхних путем их дифференцирования по времени или по пространственной координате. Дифференцирование по времени всегда однозначно. Дифференцирование же по пространственной координате может быть градиентом, ротором или дивергенцией.

Привлекая диалектический метод можно заключить, что система физических величин определенным образом отвечает Логике Гегеля: *все существует как изменение неизменного*.

В формулах, представленных на элементах системы по рис. 2-1 и рис.2-2 обозначено:  $r$  – пространственная протяженность;  $t$  – время;  $\omega$  – угловая частота;  $v$  – скорость;  $V$  – объем;  $S$  – площадь;  $m$  – масса;  $\rho_m$  – объемная плотность массы;  $F$  – сила;  $G$  – натяжение;  $a$  – ускоре-

ние;  $q$  – электрический заряд;  $p$  – давление;  $H$  – актуальное действие;  $\Pi$  – потенциальное действие. Значками  $\partial/\partial t$  и  $\partial/\partial l$  обозначены производные по времени и по пространственной координате. Остальные обозначения не должны вызывать неясностей.

В системе легко обнаруживаются размерностные и определяющие взаимосвязи между близко располагаемыми физическими величинами. Например:

$$Ft = mv; \quad F = Gl; \quad v = \omega r; \quad W = mv^2 = Gl^2; \quad H = Wt .$$

Часть таких определяющих зависимостей приведена на элементах системы.

Отметим, что используемое размерностное соотношение между *массой*, *временем* и *протяженностью* позволяет, в принципе, построить всю систему физических величин и на иных двух величинах, - на *протяженности* и *массе* или на *массе* и *времени*. При этом, используя соотношение (2.3), можно переводить размерности ФВ из одной системы в другую.

Опыт построения различных систем показывает, что по сравнению с кинематической системой размерностей, в других – ясности вроде бы меньше, но кое-что новое можно почерпнуть и из таких представлений системы. Так, например, на рис.2-3 приведена система физических величин (без расшифровки большинства наименований элементов) в  $MT$ - размерности (через *массу* и *время*). Для ясности в формулах выделено физически наиболее понятное соотношение – расход массы  $\partial m/\partial t$ .

Кто-то из умных людей высказал мысль, что все физические явления и процессы, помимо движения, сводятся, в конечном счете, к двум не менее изначальным – испарению и конденсации эфироподобной субстанции. При рассмотрении физических явлений с такой позиции система в представлении размерностей ФВ по рис.2-3 может дать очень многое.

Дополнительный плюс такой системы состоит в прояснении понятия *потенциального действия* для взаимодействующих масс. *Потенциальное действие* есть *масса* во второй степени. Система ФВ в этом и подобных представлениях может быть полезна при выявлении физической сущности электромагнитных величин.

На рис.2-4 приведена та же система в  $ML$ - размерностном (*масса – длина*) представлении отдельных элементов.

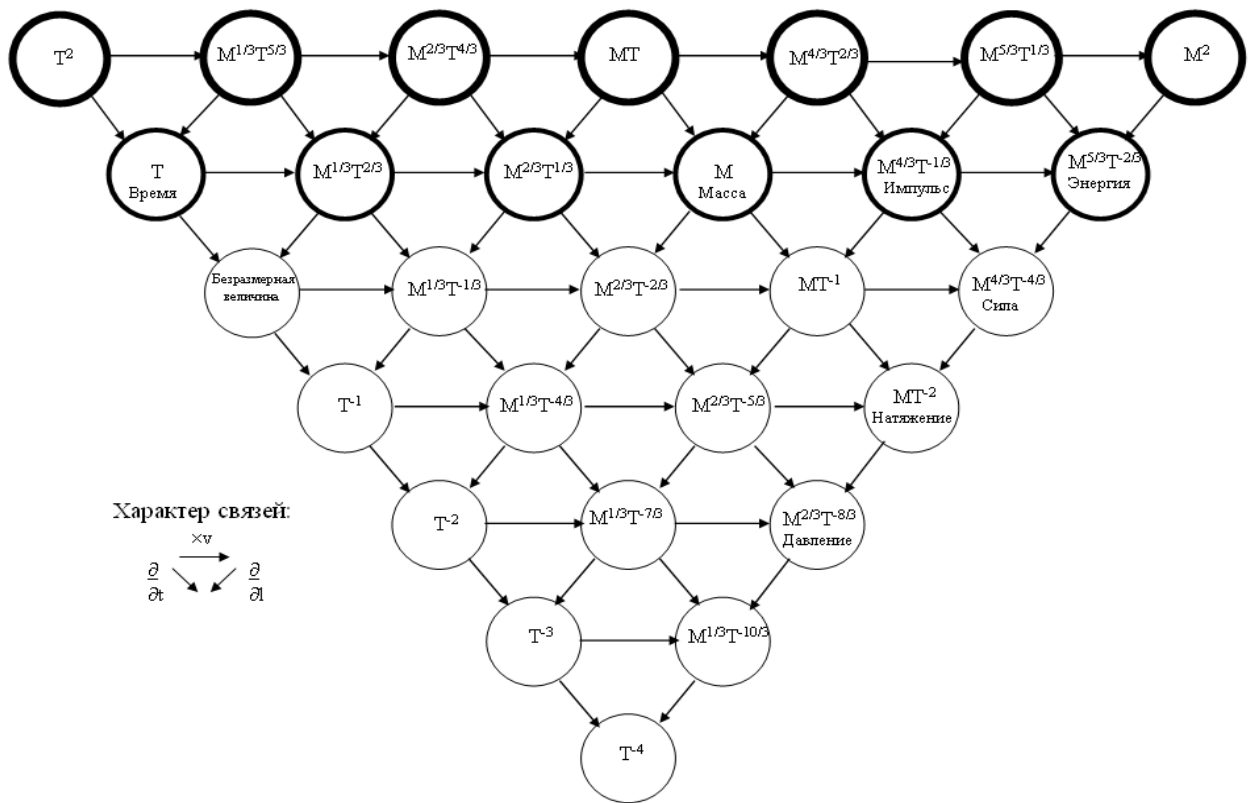


Рис.2-3. Система физических величин в  $MT$ - размерностном представлении элементов

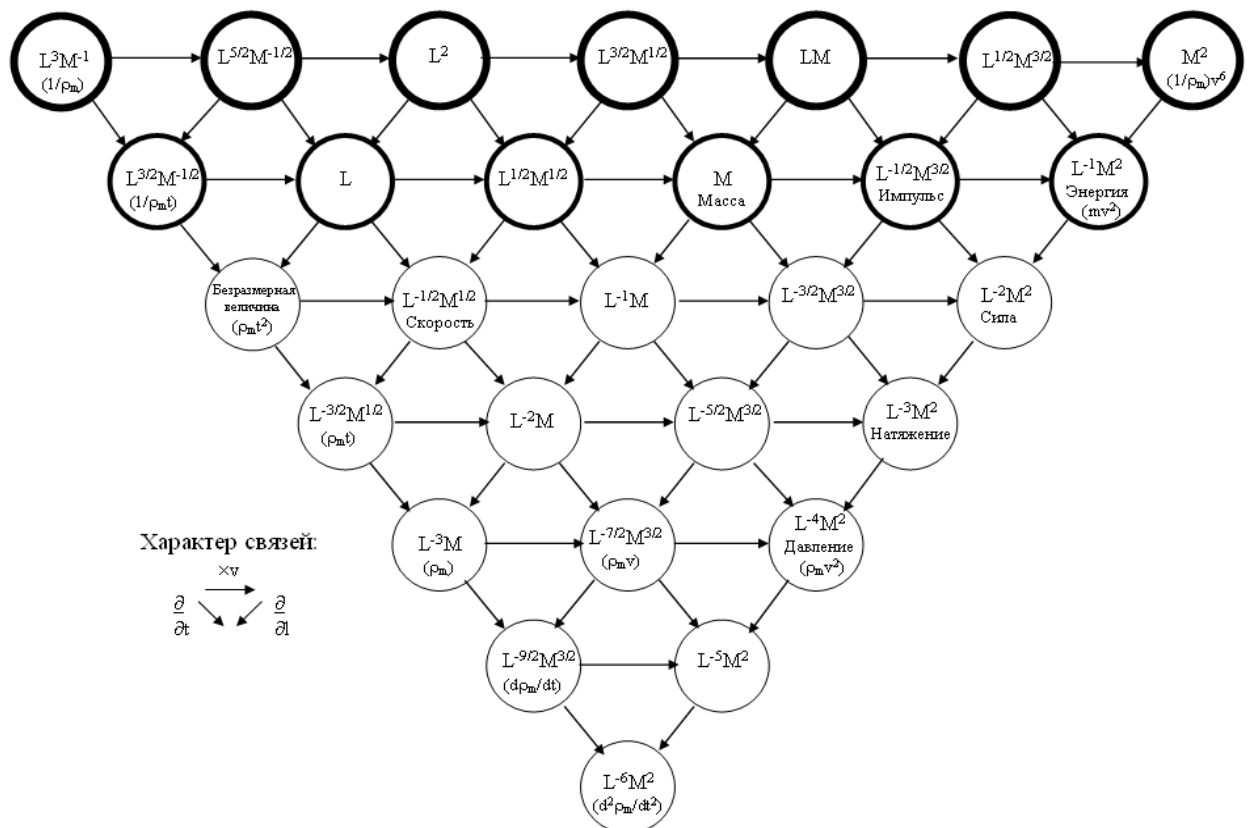


Рис.2-4. Система физических величин в  $LM$ - размерностном представлении элементов

Интересные результаты обнаруживаются и в оригинальной системе, предложенной И.М. Галицким [53]. В его системе совпадающими по размерности приняты *масса* и *время*.

Некоторые авторы предлагают использовать системы единиц физических величин, в которых в качестве основной величины принимается одна единственная [54, 55]. При этом размерности всех остальных (производных) ФВ выражаются через размерность основной, причем размерности производных величин могут получать и дробные показатели степеней. На взгляд автора, это экзотично, но мало-практично. Единственный положительный момент, который усматривается из такого представления систем ФВ, это наглядная иллюстрация принципа органичности мироустройства – «Все в каждом и каждое во всем», что заметил еще Анаксагор. В последующем этот принцип развивали и другие мыслители с органическим миропониманием [56–58].

Двухразмерные системы ФВ (или ФВ с бинарной размерностью), по мнению автора, в наибольшей степени подходят для системного (как планарного, так и многоуровневого, о чем будет сказано далее) представления всей совокупности ФВ. Однако здесь не лишен смысла вопрос, а какие две величины выбирать? И следует ли, а также, - обязательно ли рассматривать системные свойства всей совокупности ФВ с нескольких (в бинарном смысле) различных позиций.

Эти вопросы приобретают наибольшую остроту и значимость при рассмотрении малоизученных и не совсем понятных для нас областей естествознания (хотя, на самом деле, к вполне понятной нельзя отнести ни одной области современного естествознания).

Надо отметить, что широко распространенное на практике представление большинства ФВ через соотношение трех основных ФВ: *массы*, *протяженности* и *времени*, – наиболее привычно и отвечает чувственным представлениям человека, то есть уровню макромира. Однако наши чувственные представления не распространяются на микромир, где, в основном, действуют электромагнитные величины и их определяющие закономерности. Но, как раз эти-то величины и законы их взаимосвязей в основном и определяют лик макромира. Потому так важно, хотя и трудно, постижение сути электромагнетизма.

Представленные выше системы ФВ с бинарной размерностью, которые можно назвать: *метр–секундная*, *килограмм–секундная* и *килограмм–метровая*, если им приписать привычные единичные значения величин, позволяют, как бы с трех различных сторон, осветить и выявить сущность электромагнитных явлений. Примерная аналогия этому – наиболее полное и адекватное отображение трехмерной пространственной конструкции достигается с помощью трех взаимно перпендикулярных отображающих двумерных плоскостей. Хотя первая более общая аналогия, - освещение одного и того же процесса с трех произвольных сторон, тоже имеет свой смысл.

Автор уверен в преимуществах по ясности и полноте отражения первой *метр–секундной* или, как ее принято называть в общем виде, кинематической системы размерностей. Причем, в этой системе появляется принципиальная возможность обнаружения взаимосвязей электромагнитных величин с гравитационными величинами, что отмечалось в разделе 1.2. Поэтому последующее исследование, касающееся, в основном, электромагнитных величин и, частично, гравитационных ФВ, несомненно, по природе родственных первым, будет вестись в кинематической системе размерностей. Перевод в иную размерность, при желании, всегда можно осуществить.

## 2.2 Гравитационная постоянная – как соотношение между единицами измерения инертной и гравитационной масс. Уточнение формулировки закона всемирного тяготения И.Ньютона

Вычислить обозначенное выше соотношение между известным килограммом массы в системе СИ и величиной массы в единицах кинематической метр–секундной системы размерностей (в  $\text{м}^3/\text{с}^2$ ) возможно, если соотнести параметры планетных орбит по третьему закону Кеплера ( $R^3/T^2$ ) и массу Солнца  $M_c = 1,989 \cdot 10^{30}$  кг. Усредненный результат вычисления такого соотношения, выполненный автором для трех планет с наиболее правильной круговой орбитой их движения вокруг Солнца (Венера, Земля и Нептун), позволил выявить следующее соотношение:  $1 \text{ кг} = 169,58 \cdot 10^{-14} \text{ м}^3/\text{с}^2$ .

Этот результат, если его уточнять, есть отношение  $\gamma/4\pi^2$ , где  $\gamma$  – известная *гравитационная постоянная* (постоянная тяготения) в системе СИ. Отсюда следует вывод, что *постоянная тяготения* системы СИ содержит в себе переводной коэффициент (соотношение) двух различных выражений *массы* – в килограммах и в  $\text{м}^3/\text{с}^2$ . При этом, как мы видим, имеется дополнительный числовой коэффициент  $4\pi^2$ . Чтобы разобраться с этим числовым коэффициентом – рассмотрим соотношение двух размерностей *массы* более тщательно.

Центростремительное *ускорение*, воздействующее на планеты Солнечной системы, определяется выражением:

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{(2\pi r)^2}{T^2} \frac{1}{r} = \frac{4\pi^2 r}{T^2}, \quad (2.4)$$

где:  $v$ ,  $r$  и  $T$  – орбитальная скорость, радиус и период обращения любой из планет.

Гравитационная масса Солнца служит источником сферически распространяющегося потока ускорений и потому, с учетом предыдущего, она должна определяться выражением:

$$M_{\text{грав}} = \frac{1}{4\pi} \frac{a r^2}{\gamma}, \quad (2.5)$$

где  $L = 2\pi r$  соответствует длине круговой орбиты любой из планет, при соответствующем периоде ее обращения  $T$ .

Вычисляя по этому выражению гравитационную массу Солнца (исходя из параметров вышеуказанных трех планет) и относя ее к известной массе Солнца в килограммах, получаем соотношение

$$\frac{M_{ep}}{M} = 4\pi\gamma, \quad (2.6)$$

где  $\gamma$  – постоянная тяготения, равная  $6,67259 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3/(\text{с}^2 \cdot \text{кг})$ . Таким образом, истинное соотношение между гравитационной массой (измеряемой в  $\text{м}^3/\text{с}^2$ ) и инертной массой (измеряемой в килограммах) – соответствует этой величине и равно оно:

$$G = 4\pi\gamma = 8,3850238 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3/(\text{с}^2 \cdot \text{кг}) \quad (2.7)$$

Данная величина и есть действительная гравитационная постоянная в ее традиционном понимании. При этом закон всемирного тяготения должен записываться в виде:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{4\pi r^2} \quad (2.8)$$

Для самого закона тяготения вроде бы ничего и не меняется (выражение для *силы* умножили и разделили на  $4\pi$ ). Но существенно то, что новое значение *постоянной тяготения* теперь напрямую определяет соотношение между *инертной массой*, измеряемой в килограммах, и *гравитационной массой*, измеряемой в  $\text{м}^3/\text{с}^2$ . Кроме того, определяющее соотношение для силы тяготения в кинематической системе размерностей (при  $G = 1$ ), по существу не меняется:

$$F = \frac{m_1 m_2}{4\pi r^2} \quad (2.9)$$

Заметим, что запись закона Ньютона, описывающего силу гравитации, стала почти полностью идентична записи закона Кулона, описывающего силу взаимодействия между неподвижными электрическими зарядами. Это вроде бы мелочь, но и она помогает в уяснении общности сил гравитации и электромагнетизма.

### ВЫВОДЫ:

1. В кинематической системе размерностей, а также с использованием других систем размерностей, выявлена система физических величин, подобная системе химических элементов Д.И. Менделеева.

В этой системе свойства элементов (физических величин) определяются их местоположением в системе, что позволяет априори находить их место в системе и предсказывать свойства. Данное качество помогает устанавливать правильные взаимосвязи между физическими величинами.

2. Различные бинарные системы размерностей позволяют, как бы с разных сторон осветить и выявить имеющиеся между физическими величинами связи. Наибольшей наглядностью, по мнению автора, обладает кинематическая ( $LT$ ) система размерностей.

3. Известная формулировка закона всемирного тяготения требует уточнения путем введения в знаменатель сомножителя  $4\pi$  и соответствующего увеличения, в системе СИ, значения постоянной тяготения. В кинематических системах размерностей оправдано и целесообразно применение безразмерной постоянной тяготения, равной единице.

*Электрон делает то, что он делает  
не потому, что он есть то, чем он является,  
а он есть то, чем он является потому,  
что он делает то, что он делает.*

(По высказыванию о материи

Макса Джеммера)

### **3 ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН В КИНЕМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РАЗМЕРНОСТЕЙ, АНАЛИЗ ИХ УРАВНЕНИЙ СВЯЗИ**

#### **1.1 Анализ уравнений связи электромагнитных величин в системах СИ и Гаусса**

Представляется парадоксальным, что уравнения связи между электромагнитными величинами, которые отражают одни и те же объективные законы природы, в различных системах единиц ФВ формулируются по-разному.

Так, например, различны уравнения связи, определяющие кулоновскую и амперовскую силы в системах СИ и Гаусса. В системе Гаусса указанные силы выражаются так:

$$F_K = \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (3.1)$$

$$\frac{F_A}{l_0} = \frac{I}{c^2} \frac{2I_1 I_2}{l}, \quad (3.2)$$

(где  $c$  – скорость света,  $r$  и  $l$  – расстояния,  $l_0$  – единичное расстояние).

В системе СИ те же закономерности выглядят по-иному:

$$F_K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad (3.3)$$

$$\frac{F_A}{l_0} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{2I_1 I_2}{l} \quad (3.4)$$

Здесь и далее для упрощения зависимостей учет наличия сред, приводящий к присутствию в формулах безразмерных относительных проницаемостей  $\epsilon$  и  $\mu$ , не производится.

Нетрудно заметить, что, по существу, это очень похожие уравнения и их различия, скорее всего, обусловлены различием в системах Гаусса и СИ размерностей и значений, если не единичного электрического заряда, то постоянных  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$ .

Представляется, что в системе СИ эти уравнения должны были бы иметь вид:

$$F_K = c^2 \frac{q_0 q_0}{r^2} \quad (3.5)$$

$$\frac{F_A}{l_0} = \frac{2I_1 I_2}{l} \quad (3.6)$$

если бы все остальные неэлектрические величины имели одинаковые размерности и единицы измерения. При этом надо отметить, что единичные значения для электрического заряда и тока в системе СИ стали бы иными. Здесь новая единица заряда стала бы равной единице заряда в системе Гаусса, деленной на скорость света  $q' = q/c$ .

Однако уравнения действующей системы СИ отличаются от последних уравнений. Это объясняется искусственным введением в этой системе значения  $\mu_0$ , имевшего назначение всего лишь скомпенсировать разницу в единицах измерения *силы* и *пространственной протяженности* в этих двух системах. По этой причине в системах СГС и СИ единичные заряды не соотносятся через скорость света.

В изложенном легко убедиться, вычислив в СИ значение  $1/(4\pi\epsilon_0)$ , которое по цифрам точно совпадает с квадратом скорости света, а отношение единиц заряда двух систем составляет  $2,9979246 \cdot 10^9$ , что не равно скорости света ни в м/с, ни в см/с.

Дополнительно можно отметить, что в действующей системе СИ электрический заряд, пронормированный к единичной силе и единичному расстоянию ( $F = 1$  Н и  $r = 1$  м), определяется выражением:

$$q_0 = \sqrt{\frac{1\text{В}}{c^2}} \quad /\text{Кл}/ \quad (3.7)$$

Из этого выражения следует, что в системе СИ между нормированным электрическим зарядом  $q_0$ , электрической постоянной  $\epsilon_0$  и магнитной постоянной  $\mu_0$ , по всей видимости, должно было бы соблюдаться следующее соотношение:

$$q_0^2 = \frac{4\pi}{\mu_0 c^2} = 4\pi\epsilon_0 \quad (3.8)$$

Квадрат такого нормированного заряда, как выше отмечалось, должен был бы по значению совпадать с величиной, обратной квадрату скорости света. В системе единиц физических величин, подобной системе СГС, такой нормированный заряд принял бы единичное значение.

Таким образом, анализ определяющих зависимостей для кулоновской и амперовской сил в системах Гаусса и СИ показывает следующее. Единообразно, а значит более правильно, следовало бы записывать эти соотношения так:

$$F_K = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2} = \frac{\Pi}{4\pi r^2} = \varphi_1 q_2 \quad (3.9)$$

$$\frac{F_A}{l_0} = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi r} = G_F. \quad (3.10)$$

В первой формуле сила представлена еще и как воздействие электрического потенциала  $\varphi_1$  от первого заряда  $q_1$  на второй заряд  $q_2$ , а также как пространственно распространяющийся поток потенциального действия –  $\Pi$ .

Во второй формуле отношение  $F_A/l_0$  есть натяжение  $G_F$ , которое действует на любой другой ток  $I_2$ , расположенный на расстоянии  $r$  от первого тока  $I_1$ , создающего силовое магнитное поле. Натяжение будет максимально при параллельном расположении токов.

Выражение  $\mu_0 I_1/(2\pi r)$  по аналогии с (3.9) можно назвать *токовым потенциалом*, создаваемым током  $I_1$ . Этот потенциал можно физически интерпретировать как натяжение, воздействующее на ток  $I_2$  единичной величины (единичной силы тока).

Такая запись определяющей зависимости дает нам подсказку и о том, что натяжения связаны с токами, а не с зарядами. Данная подсказка, как мы увидим далее, важна при выборе той или иной системы размерностей – для адекватного (недеформированного) описания электромагнитных величин.

По изложенному материалу можно сформулировать следующее.

Если принять единую форму записи силовых определяющих уравнений в системах СИ и Гаусса по типу (3.9) и (3.10), то в системе Гаусса *диэлектрическую проницаемость* вакуума (электрическую постоянную) надо будет приравнять не единице, а безразмерному значению  $1/(4\pi)$ . *Магнитная проницаемость* вакуума (магнитная постоянная) в этой системе будет равна  $4\pi/c^2$  и иметь размерность, обратную размерности квадрата скорости –  $T^2L^{-2}$ . Поскольку единства записи определяющих уравнений в системах СИ и Гаусса нет, то по этой причине во многих определяющих уравнениях системы Гаусса появляется вездесущий множитель  $4\pi$ .

В системе СИ, по существу, *магнитная проницаемость* вакуума должна была бы быть безразмерной величиной, равной единице, а *диэлектрическая проницаемость* вакуума – равна величине, обратной скорости света во второй степени и иметь размерность  $T^2L^{-2}$ . Однако, при создании системы СИ, выбором значений  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0$  часть величин подогнали под ранее использовавшиеся единицы измерения. При этом в системе СИ *магнитной проницаемости*

приписали единицу измерения Гн/м, размерность, соответствующую в СИ этому соотношению, а также выбрали подходящее значение равное (для вакуума)  $4\pi \cdot 10^{-7}$ .

Введение в системе СИ множителя  $4\pi$  в уравнение связи для кулоновской силы можно считать положительным моментом. Однако причисление значений  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$  системы СИ к мировым константам, что нередко делается [49, 59] и даже используется в качестве исходных отправных величин [59], – является ошибочным и недостаточно грамотным.

### **3.2. Возможные варианты представления размерности электромагнитных величин в кинематической системе размерностей, выбор базового варианта**

В предыдущем разделе были выявлены действительные, как представляется автору, размерности *электрического заряда*,  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$  в формулах, определяющих силовые электромагнитные взаимодействия в системах Гаусса и СИ. Подход к закономерностям с позиций их единого описания (или формулирования) позволяет достаточно легко и просто определить размерности ФВ при переводе их в систему *LT*– размерностного представления. В зависимости от выбора размерности *электрического заряда*, физическая сущность которого остается до сих пор неизвестной, таких представлений может быть множество. Для наглядности рассмотрения воспользуемся ниже следующими рисунками и таблицей.

В системе Гаусса *электрический заряд* имеет размерность корня квадратного из произведения *силы на площадь*, то есть по-иному – корня квадратного из *потенциального действия*. На рис. 3-1 представлена система, являющаяся как бы развитием и некоторым преобразованием ранее рассмотренной системы ФВ. Система включает в себя часть линейно связанных через пространственную координату общих базовых величин и подсистему, содержащую только электромагнитные величины. На данном рисунке представлен вариант, соответствующий определяющим уравнениям и связям в системе Гаусса.

На рис.3-1 и далее обозначено:  $q$  – электрический заряд;  $\varphi$  – потенциал (скалярный);  $E$  – напряженность электрического поля;  $\rho_q$  – объемная плотность электрического заряда;  $A$  – векторный потенциал;  $B$  – магнитная индукция;  $j$  – плотность электрического тока.

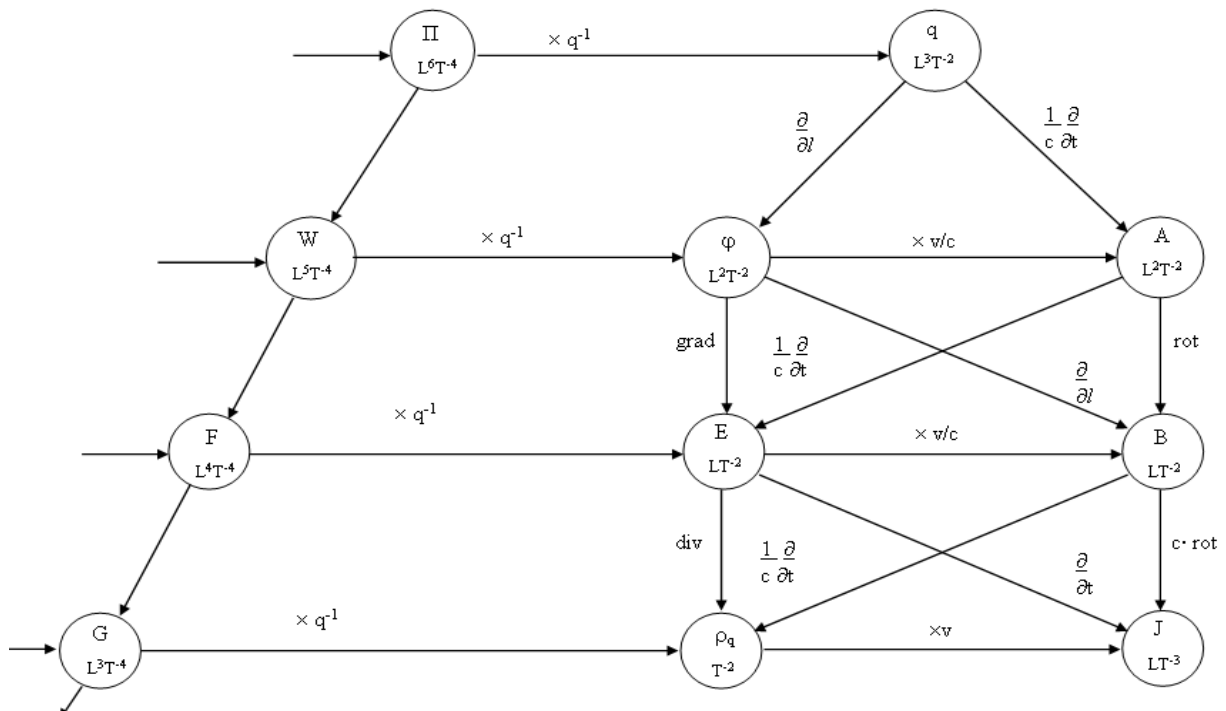


Рис.3-1. Основные взаимосвязи электромагнитных величин в  $LT$ -системе Гаусса

Связи элементов подсистемы электромагнитных величин с общими базовыми элементами системы осуществляются посредством *электрического заряда* (горизонтальные связи). Элементы подсистемы электромагнитных величин, расположенные слева, образуются (по размерности) путем деления размерности элементов основной системы (*потенциального действия, энергии, силы и натяжения*) на размерность *электрического заряда*. Элементы справа в подсистеме электромагнитных величин образуются знакомым образом через скорость или через отношение скорости к скорости света ( $v/c$ ).

Система по рис.3-1 достаточно проста, красива и наглядна. В системе наглядно видны известные определяющие уравнения и основные соотношения размерностей системы Гаусса. Приведем эти связи (без учета знаков):

$$\Pi = q^2; \quad \varphi = \frac{W}{q}; \quad E = \frac{F}{q} = \text{grad } \varphi; \quad \rho_q = \text{div } E; \quad B = \text{rot } A; \quad (3.11)$$

$$j = c \cdot \text{rot } B + \frac{\partial E}{\partial t} + \rho_q \cdot v; \quad E = \frac{1}{c} \frac{\partial A}{\partial t}; \quad F = \frac{q^2}{r^2} \text{ и так далее.}$$

В этой системе у *электрического заряда* -  $q$  имеется определенный физический смысл. *Электрический заряд* представляется как корень квадратный из *потенциального действия*, которое, в свою очередь, есть *объем натяжений* или произведение *силы* на *площадь*.

Однако приведенная система не может быть безоговорочно принята за истинную, потому как *электрический заряд* имеет здесь размерность *массы*, а это все же разные физиче-

ские величины. В данной системе имеется также парадокс с размерностью *удельной электрической проводимости*, отмеченный еще в разделе 1.1.

Отметим еще одну особенность, устраняемую нами в дальнейшем повсеместно. Схема по рис.3-1 составлена по используемым в системе Гаусса определяющим уравнениям, связывающим  $\varphi$  и  $\mathbf{A}$ ,  $q$  и  $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$  и  $\mathbf{j}$ , а также другие ФВ. Однако, как тут, так и в других построениях подсистемы электромагнитных величин представляется более правильными устанавливать связи между ФВ по типу, изображенному на рис.3-2. Здесь связь между электрическим зарядом  $q$  и векторным потенциалом  $\mathbf{A}$  осуществляется с участием коэффициента, величиной обратной квадрату скорости света ( $1/c^2$ ). Этот коэффициент, по существу, представляет собой *магнитную проницаемость* вакуума в этой системе. Две верхние горизонтальных связи, идущие слева направо, предстают здесь как отношение *скорости* (видимо, скорости перемещения заряда) к квадрату скорости света. В последующем изложении такое построение станет более ясным по соображениям симметрии, а также ввиду присутствия *диэлектрической проницаемости вакуума* в других вариантах построения системы электромагнитных величин.

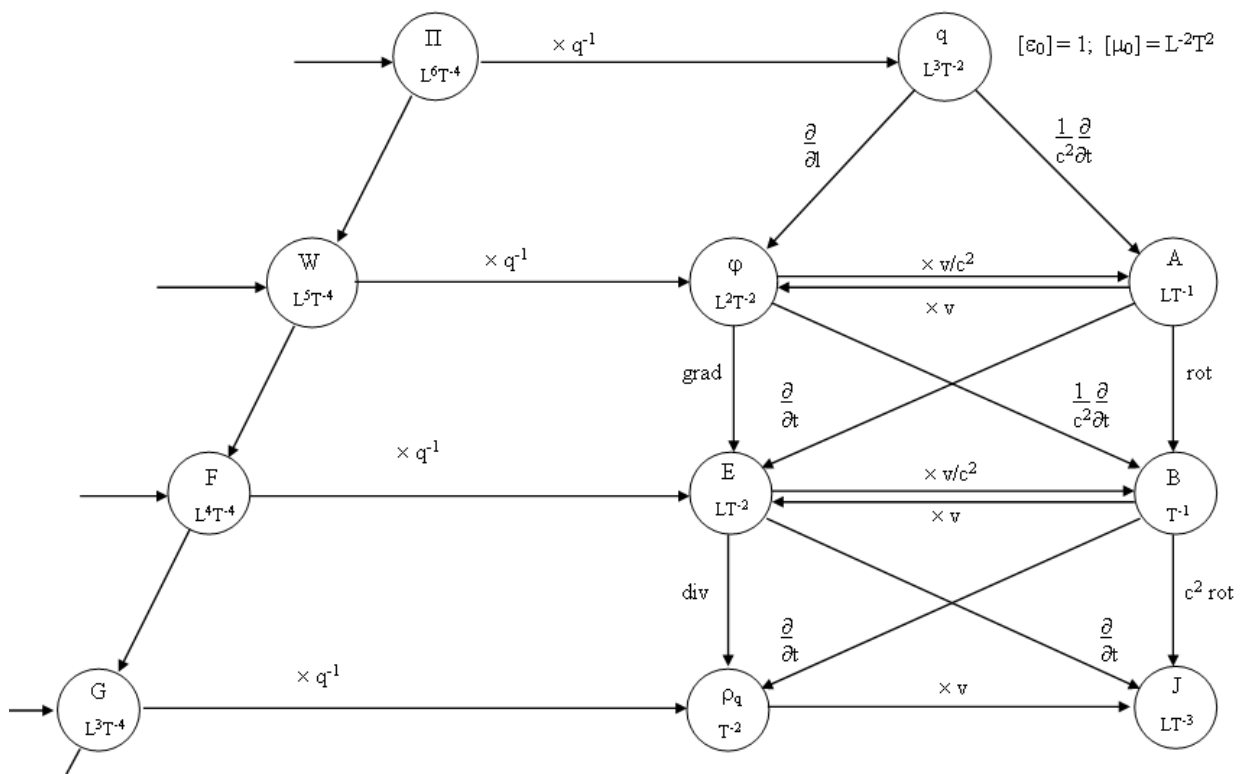


Рис.3-2. Модифицированная (в части электромагнитных величин)  $LT$ -система Гаусса

Размерности электромагнитных величин системы по рис.3-2, а также некоторых других возможных систем ФВ, различающихся выбором размерности электромагнитных величин, сведены в таблицу 2.

Размерности электромагнитных величин в различных системах

Система Параметр	“Гаусса”	“СИ”	№1	№2	№3	Общие соотношения, определяемые размерностью величин
q	$L^3 T^{-2}$	$L^2 T^{-1}$	$L^3 T^{-1}$	$L^2 T^{-2}$	$L^3 T^{-3}$	$q = \rho_q V = I t$
$\epsilon_0$	-	$L^{-2} T^2$	$T^2$	$L^{-2}$	$T^{-2}$	$\epsilon_0 = \frac{q^2}{\Pi} = \frac{1}{\mu_0 C^2}$
$\mu_0$	$L^{-2} T^2$	-	$L^{-2}$	$T^2$	$L^{-2} T^4$	$\mu_0 = \frac{F}{I^2} = \frac{1}{\epsilon_0 C^2}$
$\varphi$	$L^2 T^{-2}$	$L^3 T^{-3}$	$L^2 T^{-3}$	$L^3 T^{-2}$	$L^2 T^{-1}$	$\varphi = \frac{W}{q} = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{q}{l}$
E	$L T^{-2}$	$L^2 T^{-3}$	$L T^{-3}$	$L^2 T^{-2}$	$L T^{-1}$	$E = \frac{F}{q} = \text{grad } \varphi$
$\rho_q$	$T^{-2}$	$L^{-1} T^{-1}$	$T^{-1}$	$L^{-1} T^{-2}$	$T^{-3}$	$\rho_q = \epsilon_0 \text{ div } E$
A	$L T^{-1}$	$L^2 T^{-2}$	$L T^{-2}$	$L^2 T^{-1}$	L	$A = \mu_0 \frac{dq}{dt}$
B	$T^{-1}$	$L T^{-2}$	$T^{-2}$	$L T^{-1}$	-	$B = \text{rot } A$
J	$L T^{-3}$	$T^{-2}$	$L T^{-2}$	$T^{-3}$	$L T^{-4}$	$J = \rho_q v = \frac{1}{\mu_0} \text{rot } B$
R	$L^{-1} T$	$L T^{-1}$	$L^{-1} T^{-1}$	$L T$	$L^{-1} T^3$	$R = \mu_0 v = \frac{1}{\epsilon_0 v}$
C	L	$L^{-1} T^2$	$L T^2$	$L^{-1}$	$L T^{-2}$	$C = \epsilon_0 l$
L	$L^{-1} T^2$	L	$L^{-1}$	$L T^2$	$L^{-1} T^4$	$L = \mu_0 l$
$\Phi = BS$	$L^2 T^{-1}$	$L^3 T^{-2}$	$L^2 T^{-2}$	$L^3 T^{-1}$	$L^2$	$\Phi = \mu_0 (I l)$
$M = IS$	$L^5 T^{-3}$	$L^4 T^{-2}$	$L^5 T^{-2}$	$L^4 T^{-3}$	$L^5 T^{-4}$	$M = I l^2$
$Il = qv$	$L^4 T^{-3}$	$L^3 T^{-2}$	$L^4 T^{-2}$	$L^3 T^{-3}$	$L^4 T^{-4}$	$Il = \frac{\Phi}{\mu_0}$
$\frac{q}{v} = \frac{Il}{v^2}$	$L^2 T^{-1}$	L	$L^2$	$L T^{-1}$	$L^2 T^{-2}$	$\frac{q}{v} = \frac{\Phi}{\mu_0 v^2}$

Квантуемые по размерности величины

Это позволяет определить общие соотношения размерностей электромагнитных величин, верные для любых систем ФВ, что указывает на объективность этих соотношений. С другой стороны, в каждой системе специально выделены параметры, попадающие (по своей размерности в общей системе ФВ по рис.2-2) в ряд квантуемых физических величин. Последнее качество (совпадение реальной квантуемости ФВ с попаданием этих ФВ в системный ряд квантуемых величин) расценивается автором как наиболее объективный показатель истинности той или иной системы.

На рис.3-3 представлена система, построенная по тем же правилам, но применительно к системе СИ, с учетом особенностей, излагаемых далее. Здесь связь *потенциального действия* и *электрического заряда* во второй степени осуществляется через *диэлектрическую проницаемость*. В простейшем случае, для вакуума, это *электрическая постоянная* (диэлектрическая проницаемость вакуума) –  $\epsilon_0$ . *Электрический заряд* имеет размерность  $L^2T^{-1}$ , а *диэлектрическая проницаемость* имеет размерность  $T^2L^{-2}$ , *магнитная проницаемость*, соответственно, размерности не имеет.

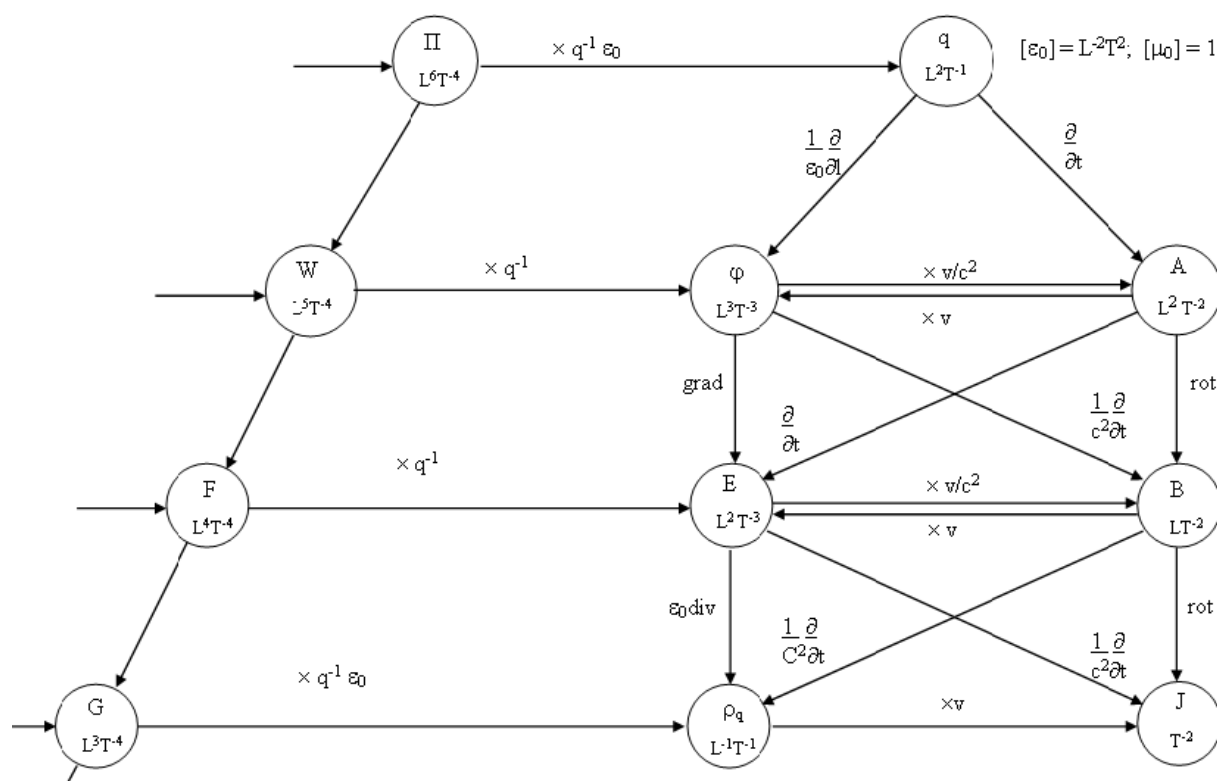


Рис.3-3.  $LT$ -система электромагнитных величин при значениях  $\mu_0 = 1$  и  $\epsilon_0 = c^{-2}$

Примечательные особенности этой системы следующие. *Электрическая проводимость* имеет размерность  $L^{-1}T$  (см. табл. 2), что в сравнении с предыдущей системой может быть ближе к действительности, так как время здесь (в ФВ *проводимость*) имеет показатель первой степени. *Магнитный момент* (произведение *силы тока* на *площадь*) – квантуем (известен магнетон Бора) и имеет размерность  $L^4T^{-2}$ , а по основной системе (рис.2-2) эта размерность как раз соответствует квантуемой ФВ. К сохраняющимся и квантуемым величинам здесь относится и *электрический дипольный момент*  $P_q = q \cdot l$ , что, вероятно, может иметь место в строении электронных оболочек атомов.

*Объемная плотность электрического заряда* имеет здесь размерность  $L^{-1}T^{-1}$ . Значит, величина, обратная ей по размерности, тоже относится к квантуемым величинам. Основные определяющие зависимости и уравнения связи в этой системе (исходя из размерностей) следующие:

$$\begin{aligned} \Pi = \varepsilon_0^{-1} q^2; \quad \varphi = \frac{W}{q} = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{q}{4\pi r}; \quad \rho_q = \varepsilon_0 \operatorname{div} E; \quad A = \frac{\partial q}{\partial t} = \varphi \frac{v}{c^2}; \\ \varphi = A \cdot v; \quad B = \operatorname{rot} A = \varepsilon_0 \frac{\partial \varphi}{\partial t}; \quad E = \frac{\partial A}{\partial t}; \quad j = \operatorname{rot} B = \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}. \end{aligned} \quad (3.12)$$

Легко проследить в системе и другие известные соотношения между электромагнитными ФВ. Интересно отметить, что в этой системе ФВ *масса* образуется (по размерности) как движение *электрического заряда*:  $m = qv$ , что соответствует некоторым теориям, приписывающим массе электромагнитное происхождение (см., например, Фейнмановские лекции по физике, т. 6, глава 28) [45].

*Электрический заряд*, исходя из размерности, здесь можно представить как пульсации во времени поверхностной площади элементарных частиц, непрерывно поглощающих или испускающих эфироподобную субстанцию (виртуальные фотоны, если выразаться современной терминологией). Заряды противоположного знака могут быть представимы как пульсации, сдвинутые по фазе на четверть периода вперед и назад во времени. Отсутствие электрического заряда означает отсутствие или противофазность пульсаций составляющих частей микрочастиц (например, ядра и оболочки атома).

Правда, в истинности этого варианта системы электромагнитных величин возникают определенные сомнения из-за того, что произведение  $BS = \Phi$ , образующее *магнитный поток*, а также *электрическое сопротивление* ( $R$ ), по размерности не попадают в квантуемые ФВ, в действительности же эти величины квантуемые. В системе СИ квант магнитного потока, наблюдаемый в сверхпроводящих контурах, равен  $\Phi = h/2q_e = 2,06783461 \cdot 10^{-15}$  Вб. Квант холловского сопротивления (постоянная фон Клитцинга) в системе СИ составляет величину  $R_K = h/q_e^2 = 25812,8056$  Ом.

Выше, с привлечением кинематической системы размерностей, мы вроде бы разобрались с размерностью электромагнитных величин в системах единиц измерения СИ и Гаусса. Однако обе эти системы, думается, не вполне подходят для описания электромагнитных явлений. И вот почему. Скорее всего, размерность и единицу измерения *электрического заряда* следует выбирать так, чтобы свои размерности и определенные значения имели бы и *диэлектрическая* и *магнитная проницаемости* вакуума. Показанием к тому служит факт распространяемости в вакууме электрических и магнитных полей и существование способов воздействия на этот процесс. Чего мы (может быть, пока) не можем сказать в отношении того, что называется полем гравитации и для которого константа поля – *постоянная тяготения*, принята у нас безразмерной величиной. Обе же рассмотренные нами системы: Гаусса и

СИ – в кинематической системе размерностей обладают размерностью только одной из пронцаемостей.

На недопустимость принятия единичных значений и отсутствия размерностей у констант  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$  указывал, в свое время, А. Зоммерфельд. В работе [60] он пишет: «Так как мы различаем размерности силовых и количественных величин, то диэлектрическая и магнитная пронцаемости должны обладать размерностью. Вследствие этого их нельзя приравнять единице и для вакуума».

Следует отметить, что в исследуемой кинематической системе размерностей возможны несколько вариантов построения системы электромагнитных величин, удовлетворяющих обозначенному выше требованию наличия размерности у  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$ . Как будет показано далее, наиболее правильный вариант системы, соответствующей, на наш взгляд, природе электромагнитных величин, выявляется из анализа размерностей квантуемых физических величин. При этом выяснилось, что некоторые ФВ обладают квантуемостью не сами по себе, а по причине квантуемости *протяженности электрического тока  $I \cdot l$*  или *скорости электрического заряда  $q \cdot v$* . На фоне других ФВ данная - первоначально квантуемая величина, ранее совсем не замечалась.

Какие ФВ попадают в системный ряд квантуемых величин при выборе той или иной размерности электрического заряда показано в таблице 2. Исходя из данных этой таблицы и свойств элементов системы по рис.2-2, истинным (по крайней мере, наиболее предпочтительным) вариантом системы следует назвать вариант с размерностью электрического заряда  $L^3T^{-1}$ .

Вариант подсистемы электромагнитных величин с размерностью электрического заряда  $L^3T^{-1}$  представлен на рис.3-4. На рис.3-5 показано несколько иное представление той же подсистемы, но без показа привязки *электромагнитных величин к общим базовым* (название автора), к которым относятся: *энергия, мощность, сила* и другие аналогичные ФВ, общие для всех физических областей.

Другие варианты систем электромагнитных величин, представленные в таблице 2 под номерами 2 и 3, а также - иные возможные, далее приводиться в виде отдельных рисунков не будут.

Из предыдущего изложения понятно, что в выбранной нами системе (точнее, подсистеме) электромагнитных величин каждая ФВ имеет свое определенное место и связи с другими величинами. Эти связи и местоположение в системе в наибольшей степени определяют сущность и понятие той или иной ФВ.

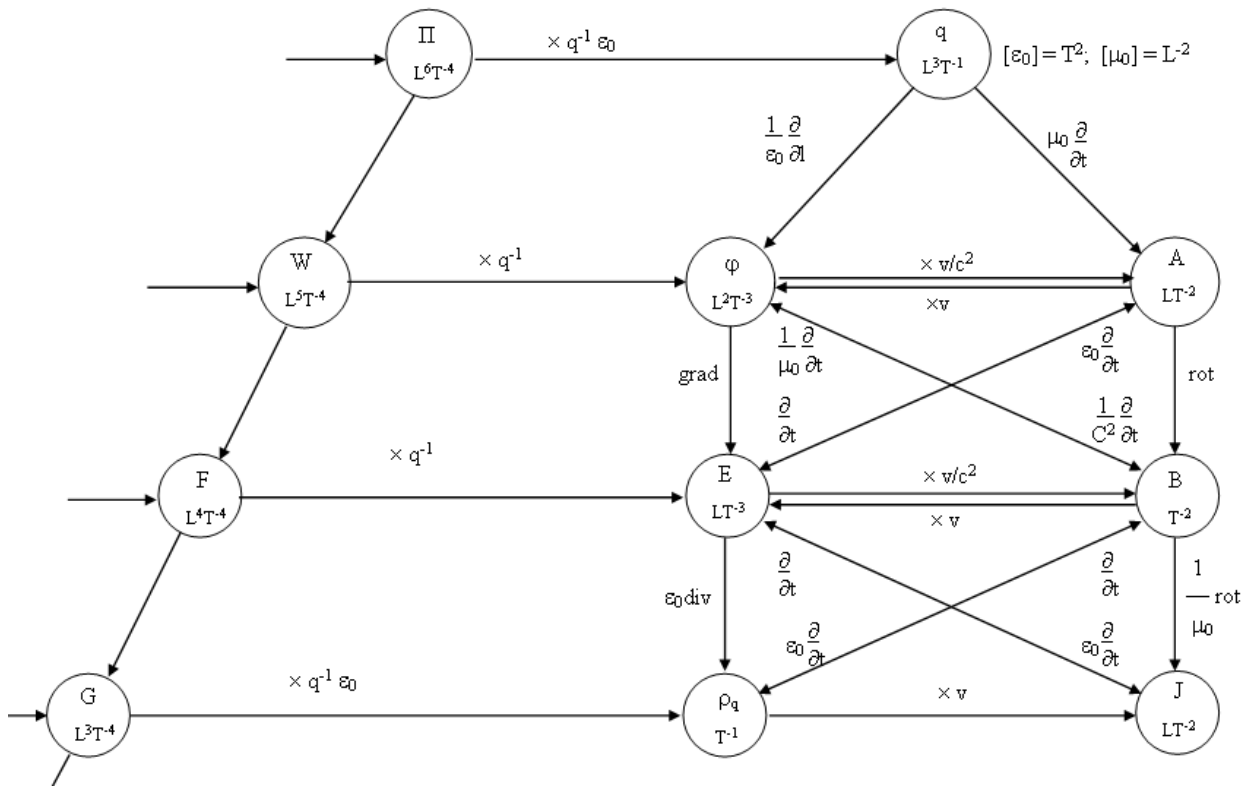


Рис.3-4.  $LT$ -подсистема электромагнитных величин при  $[\epsilon_0] = T^2$  и  $[\mu_0] = L^{-2}$

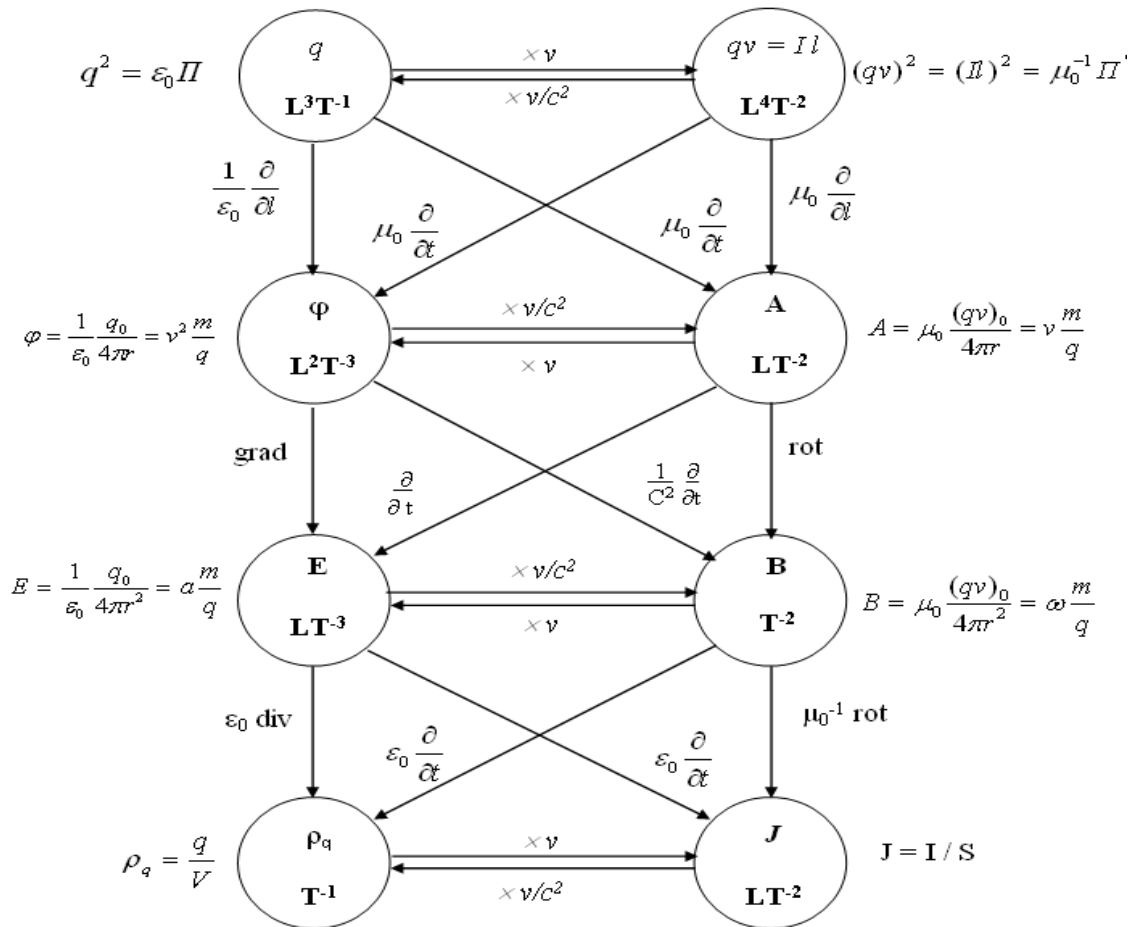


Рис.3-5. Вариант изображения  $LT$ -подсистемы ЭМ величин при  $[\epsilon_0] = T^2$  и  $[\mu_0] = L^{-2}$

В общей кинематической системе размерностей (по рис.2-2), куда определенным образом входит и подсистема электромагнитных ФВ по рис.3-5, *масса* определяется как *сила электрического тока*. В этом, скорее всего, и заключается физический смысл *массы*. Далее этот вывод мы подтвердим и количественными расчетами.

Система (точнее, подсистема) электромагнитных величин по варианту рис.3-4 и рис.3-5 примечательна еще и тем, что *электрический потенциал* здесь тесно связан с *временем* и *диэлектрической проницаемостью*, а *векторный потенциал* тесно связан с *магнитной проницаемостью* и *пространственной протяженностью*, что весьма близко к их физической сущности по волновой механике Шредингера.

Как следует из таблицы 2, *электрическая проводимость* имеет в рассматриваемом варианте размерность  $LT$  и является квантуемой величиной – факт тоже примечательный, поскольку существует квант холловского сопротивления. *Магнитный поток*  $\Phi = BS$  соответствует по размерности квантуемой величине, будучи деленным на  $\mu_0$ , что вполне возможно, так как этот поток мы воспринимаем через среду. *Магнитная индукция* выступает как *объемная плотность силы электрического тока* (тока смещения, плюс атомарных и молекулярных токов среды). *Векторный потенциал* имеет *размерность плотности электрического тока*, что также может помочь в выявлении приоритетности этого варианта системы.

В данном варианте системы примечательны также размерности *диэлектрической* и *магнитной проницаемостей*, попадающие под размерность квантуемых (константных) и сохраняющихся величин. Естественно, что их произведение, составляющее величину, обратную квадрату скорости света, есть тоже величина константная и постоянная (для вакуума). Следует отметить попадание и самого *электрического заряда*, имеющего размерность  $L^3T^{-1}$ , в системный ряд квантуемые и константных ФВ.

Размерность *электрического заряда*  $L^3T^{-1}$  указывает на его сущность – в виде *изменения пространственного объема*. Электрические заряды разных знаков в этой системе, по всей видимости, можно представить, как ускорение и замедление роста постоянно расширяющегося мирового пространства в окрестности элементарных частицах, несущих эти заряды. Из-за этого, возможно, и возникают пространственные натяжения. Кстати, в данной системе корень квадратный из *объемной плотности натяжений* определяет *магнитную индукцию*. Последнее может указывать на происхождение натяжений пространства из-за *электрических токов*, а не зарядов. Взаимосвязь электрических токов и натяжений подтверждается и силовым законом Ампера.

Отметим, что косвенное представление размерности *электрического заряда* в виде  $L^3T^{-1}$  и иная его интерпретация – в виде свойства частиц совершать пульсации или колебания, встречаются в работе [61].

Как негативную особенность данной системы следует отметить отсутствие электрического объяснения квантуемой ФВ с размерностью *момента импульса* –  $L^5T^{-3}$ , но может быть это чисто механическая величина, сама по себе являющаяся квантуемой. Еще одна подозрительная особенность, размерность *магнитного момента*  $L^5T^{-2}$ , который, как мы знаем, является квантуемой величиной (магнетон Бора).

Основные определяющие соотношения для системы по рис.3-4 и рис.3-5 приведены ниже:

$$P = \varepsilon_0^{-1} q^2; \quad \varphi = \frac{W}{q} = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{q}{4\pi r}; \quad \rho_q = \varepsilon_0 \operatorname{div} E; \quad A = \mu_0 \frac{\partial q}{\partial t} = \varphi \frac{v}{c^2}; \quad (3.13)$$

$$\varphi = A \cdot v; \quad B = \operatorname{rot} A = \frac{1}{c^2} \frac{\partial \varphi}{\partial t}; \quad E = \frac{\partial A}{\partial t}; \quad j = \operatorname{rot} B = \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}.$$

Как будет показано в последующих разделах, при выборе размерности электрического заряда  $L^3T^{-1}$ , в системном ряду квантуемых ФВ оказываются: произведение *векторного потенциала на пространственный объем* и произведение *силы электрического тока на пространственную протяженность*. Если указанный вариант системы истинный, то этим, возможно, объясняется существование отличающихся в размерах (свободных и создающих оболочки атомов) электронов, как разновидностей квантуемых завихрений первородного тока.

Попытаемся оценить предсказываемой системой квант ФВ, представляющей собой произведение *силы электрического тока на протяженность тока* или произведение *величины электрического заряда на его скорость*:

$$I \cdot l = q \cdot v. \quad (3.14)$$

По определению, для кругового тока, значение  $I \cdot l$  – составляет:

$$I \cdot l = I \cdot 2\pi r, \quad (3.15)$$

а значение магнитного момента

$$p_m = I \cdot \pi r^2. \quad (3.16)$$

Отсюда можно получить соотношение между ФВ  $I \cdot l$  и  $p_m$ :

$$I \cdot l = \frac{2p_m}{r} \quad (3.17)$$

Для собственного «вращательного» движения электрона значение  $I \cdot l$  в системе СИ, без учета поправок на  $g$  – фактор [62], будет равно:

$$I \cdot l = \frac{2\mu_B}{r_e} = q_e c \alpha^{-1} = 0,658212 \cdot 10^{-8} \text{ А}\cdot\text{м}, \quad (3.18)$$

где:  $q_e$  – заряд электрона;  $r_e$  – классический радиус электрона;  $\mu_B$  – магнетон Бора;  $c$  – скорость света;  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры.

В то же время для орбитального движения электрона на расстоянии  $r_0$  от ядра атома, при том же значении магнитного момента, значение  $I \cdot l$  иное:

$$I \cdot l = \frac{2\mu_B}{r_0} = q_e c \alpha = 0,3505069 \cdot 10^{-12} \text{ А}\cdot\text{м}. \quad (3.19)$$

Как видим, приведенные значения разнятся на квадрат постоянной тонкой структуры  $\alpha$ . Числовое значение этой величины округленно равно  $18779 \approx 137^2$ .

Вопрос о действительном значении кванта  $I \cdot l$  будет рассмотрен в следующем разделе. Однако если только экспериментально подтвердится, что квант  $I \cdot l$  служит первопричиной квантуемости *магнитного потока* и *магнитного момента*, то, согласно приводимой таблицы 2, истинная размерность *электрического заряда* (в кинематической системе размерностей) – есть  $L^3 T^{-1}$ , так как только для этого варианта системы ФВ произведение  $I \cdot l$  относится к квантуемым величинам.

Выше было определено, что квантуемость величины  $I \cdot l$  для двух различных состояний электрона (в свободном состоянии и на орбите атома водорода) – кратна значению квадрата постоянной тонкой структуры. Это можно считать вполне естественным, поскольку на ту же величину отличается радиус обращения электрона в атоме водорода от его классического радиуса в свободном состоянии.

Надо отметить, что расчетные значения самих величин токов для двух обозначенных состояний электрона, разнятся на значение постоянной тонкой структуры в четвертой степени. По этой причине *масса* свободного электрона и *масса* электрона, находящегося в составе атома могут очень сильно различаться.

Если квантуемой величиной  $I \cdot l$  оказывается значение  $(I \cdot l)_{KB} = 0,658212 \cdot 10^{-8} \text{ А}\cdot\text{м}$ , то произведение этой величины на квант холловского сопротивления (постоянную Клитцинга) и на квадрат постоянной тонкой структуры дает половину отношения элементарного заряда к диэлектрической проницаемости вакуума

$$\alpha^2 (I \cdot l)_{KB} R_K = \frac{q_e}{2\epsilon_0} \quad (3.20)$$

При умножении обеих частей последнего выражения на элементарный заряд в правой части получается половина кванта потенциального действия электростатических сил. Заменяя

в (3.20) квант  $(I \cdot l)_{\text{кв}}$  ранее полученным выражением (3.18), можно получить определяющую зависимость для постоянной фон Клитцинга:

$$R_K = \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{1}{2\alpha c} = \mu_0 \frac{c}{\alpha} = \frac{1}{2\alpha} \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = \frac{R_B}{2\alpha}. \quad (3.21)$$

Здесь  $R_B$  – волновое сопротивление вакуума, равное в СИ приблизительно 377 Ом.

Следует отметить, что зависимости (3.21) по размерности являются общими для любых систем размерностей, что выражает общую зависимость ФВ *электрического сопротивления* от других физических параметров (см. таблицу 2).

Более широкое и детальное исследование квантуемых физических величин в кинематической системе размерностей при размерности электрического заряда  $L^3T^{-1}$  изложено в следующем разделе.

### **ВЫВОДЫ:**

1. Уточнены и установлены новые связи и размерности электромагнитных величин, отличные от систем СИ и Гаусса.

2. В кинематической системе размерностей проанализированы возможные варианты размерностей электрического заряда, диэлектрической и магнитной проницаемости вакуума, других электромагнитных величин. Исходя из условий совпадения размерности квантуемых электромагнитных величин с местоположением большинства квантуемых величин в их общей системе, определен наиболее подходящий для описания электромагнитных величин и их закономерностей (по мнению автора, наиболее достоверный) вариант с размерностью электрического заряда  $L^3T^{-1}$ .

3. Найденная размерность электрического заряда и его особенное расположение в системе квантуемых физических величин позволили теоретически предсказать квантуемость физической величины - произведения силы электрического тока на его протяженность (иначе, произведения заряда на скорость), о чем косвенно подтверждают ряд физических явлений. Данное теоретическое предсказание, вполне возможно, в будущем подтвердится и экспериментально.

*В мире ничего, кроме красоты,  
в красоте нет ничего, кроме формы,  
в форме нет ничего, кроме пропорций,  
в пропорциях – ничего, кроме числа*

Пифагор

*Мудрость состоит в том,  
чтобы все знать как одно.*

Гераклит

#### **4 СИСТЕМНЫЕ СООТНОШЕНИЯ КВАНТУЕМЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ИХ ЗНАЧЕНИЯ В КИНЕМАТИЧЕСКОЙ (LT) СИСТЕМЕ РАЗМЕРНОСТЕЙ**

##### **4.1. Определяющие зависимости и соотношения в системном ряду квантуемых физических величин и фундаментальных констант**

В предшествующих разделах, изложенных с использованием кинематической системы размерностей, была выявлена система ФВ, в которой известные квантуемые величины, кванты которых называются фундаментальными физическими постоянными (ФФП) или фундаментальными константами, занимают вполне определенное местоположение и являются как бы исходными и первичными для остальных физических величин. Было показано, что система получает наиболее полное логическое обоснование при размерности электрического заряда  $L^3T^{-1}$ , хотя возможно применение и иных размерностей.

В указанной кинематической системе, в ряду квантуемых и константных ФВ размерностная последовательность квантов или значений этих величин, следующая (см. рис.2-2 и таблицу 2):

- *диэлектрическая проницаемость вакуума* –  $\epsilon_0$ , размерность –  $T^2$ ;
- *проводимость Холла* (постоянная фон Клитцинга в минус первой степени –  $R_K^{-1}$ ), связанная с проводимостью вакуума –  $R_B^{-1}$  выражением (3.21) и имеющая размерность LT;
- *величина обратная магнитной проницаемости вакуума* –  $\mu_0^{-1}$ , размерность  $L^2$ ;
- *элементарный электрический заряд* –  $q_e$ , размерность  $L^3T^{-1}$ ;
- *произведение заряда на скорость* (тока на протяженность) –  $q \cdot v = I \cdot l$ , размерность  $L^4T^{-2}$ ;

- *момент количества движения*, названный автором актуальным действием –  $L = mvr$ , имеющий квантом постоянную Планка  $h$ , с размерностью  $L^5 T^{-3}$ ;
- *потенциальное действие*, с квантом действия электростатических сил  $P_q = q_e^2 \varepsilon_0^{-1}$ , размерность  $L^6 T^{-4}$ .

В приведенной последовательности каждая ФВ отличается по размерности от предшествующей величины сомножителем  $LT^{-1}$ , что означает умножение на *скорость*.

Элементарные кванты ФВ, оказавшихся в данном системном ряду, а также оказавшиеся в этом же ряду электрическую и магнитную постоянные, будем называть основными фундаментальными физическими константами или основными ФФП, дабы выделить их и отличать от других. Как известно [49, 50], к фундаментальным физическим константам причисляют достаточно много величин. Однако это не вполне оправдано, поскольку многие ФФП взаимосвязаны друг с другом и проистекают одна из другой. Зачастую появляются «открытия» новых констант путем перемножения (или деления) двух и более известных. Оправданием нашего подхода служит то, что здесь мы исходим из системных соображений.

Попробуем дать количественную оценку приведенным выше физическим величинам, оценив их минимальные значения (кванты) и рассмотрев их соотношения между собой (взаимосвязи между ними).

Ранее в главе 3 было показано, что в системах СИ и Гаусса выбор размерностей и значений  $\varepsilon_0$ ,  $\mu_0$ , а также единицы электрического заряда –  $q_e$ , совершен был достаточно произвольно. Там же было показано, что в кинематической системе размерностей наиболее обоснованно будет приписать электрическому заряду размерность  $L^3 T^{-1}$ , при этом  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0$  получают значения размерностей  $T^2$  и  $L^{-2}$  соответственно.

Квант потенциального действия электростатических сил, равный  $(q_e^2 \varepsilon_0^{-1})$ , находится из соотношения электростатической силы и силы гравитации при взаимодействии двух электронов:

$$\frac{F_{\text{эл}}}{F_{\text{ГП}}} = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0 4\pi r^2} \frac{4\pi r^2}{m_e^2 G} = 4,166674427 \cdot 10^{42}, \quad (4.1)$$

где:  $G = 4\pi\gamma$  уточненная гравитационная постоянная ( $\gamma$  – постоянная тяготения в системе СИ);  $q_e$  и  $m_e$  – заряд и масса электрона.

Отсюда определяем:

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{F_{\text{эл}}}{F_{\text{ГП}}} m_e^2 G \quad (4.2)$$

Другое соотношение для кванта потенциального действия электростатических сил получают из условия равенства внутренней энергии свободного электрона и электростатиче-

ской энергии взаимодействия двух электронов на расстоянии, равном радиусу свободного электрона –  $r_e$ :

$$E = m_e c^2 = \varphi q_e = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0 4\pi \cdot r_e^2}, \quad (4.3)$$

где:  $\varphi$  – электрический потенциал,  $c$  – скорость света.

Отсюда определяется квант потенциального действия электростатических сил -  $\Pi_q$ , равный:

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = 4\pi r_e m_e c^2. \quad (4.4)$$

Из последнего выражения определяется значение квадрата электрического заряда электрона

$$q_e^2 = \frac{4\pi r_e m_e}{\mu_0}. \quad (4.5)$$

Данная зависимость определяет квадрат электрического заряда и в системе СИ. Но в кинематической метр–секундной системе размерностей числовое значение массы умножается еще на переводной коэффициент, равный, с учетом ранее сделанного уточнения,

$$G = 4\pi\gamma = 8,3850238 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2} \text{ кг}^{-1}. \quad (4.6)$$

В связи с этим, мы можем написать общую формулу, которая должна быть, в принципе, верна для любых систем размерностей

$$q_e^2 = \frac{4\pi r_e m_e}{\mu_0} G = 4\pi r_e m_e \varepsilon_0 c^2 G. \quad (4.7)$$

Основываясь на последнем выражении, а также исходя из соображений симметрии в ряду квантуемых и константных ФВ, что рассматривается далее, можем сделать заключение, что в системе СИ значение единичного электрического заряда установлено не совсем правильно (без учета гравитационной постоянной  $G$ ). По этой причине в системе СИ неправильно выбраны также и значения  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0$ , зависящие от величины элементарного (а можно сказать, единичного) электрического заряда -  $q_e$ .

Попробуем выявить действительное значение  $\mu_0$ , принимая во внимание расположение обратной ей величины в ряду квантуемых и константных ФВ, где возможно найти признаки симметрии не только в расположении, но и в размерах и соотношениях квантов ФВ, по-

сколькx общая симметрия их расположения в системе явно присутствует. Представим ФВ рассматриваемого системного ряда в виде таблицы 3.

Таблица 3

Соотношения в ряду квантуемых и константных физических величин

Физическая величина	Квант и размерность	Соотношение между квантами	Происхождение соотношения	
$\Pi_0 = \frac{q_0^2}{\varepsilon_0} = \frac{F_{\text{эп}}}{F_{\text{гв}}} m_0^2 G = 4\pi r_0 m_0 c^2 G$	$\Pi_0$ $L^4 T^{-4}$	$\frac{\Pi}{h} = 2\alpha c$	Известная закономерность	1
$h = \frac{2\pi m_0 r_0 c G}{\alpha}$	$h$ $L^3 T^{-3}$			
$(I l)_{\text{эп}} = 4\pi r_0 m_0 G = \frac{q_0 c}{\alpha}$	$(I l)_{\text{эп}}$ $L^4 T^{-2}$	$\frac{h}{(I l)_{\text{эп}}} = \frac{c}{2\alpha}$	Соотношение принято из условий симметрии	2
$q_0 = \frac{4\pi m_0 r_0 \alpha G}{c} = \frac{c}{\mu_0 \alpha} = \frac{c}{\varepsilon_0 c^3}$	$q_0$ $L^3 T^{-1}$	$\frac{(I l)_{\text{эп}}}{q_0} = \frac{c}{\alpha}$		
$\frac{1}{\mu_0} = \frac{q_0 \alpha}{c} = \varepsilon_0 c^2$	$\mu_0^{-1}$ $L^2$	$q_0 \mu_0 = \frac{c}{\alpha}$	Соотношение принято из условий симметрии	3
$\frac{1}{R_K} = \frac{2\alpha}{\mu_0 c} = \frac{q_0^2}{h} = 2\alpha c \varepsilon_0$	$R_K^{-1}$ $L T$	$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{2\alpha}$		
$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2} = \frac{q_0 \alpha}{c^3} = \frac{4\pi m_0 r_0 \alpha^3 G}{c^4}$	$\varepsilon_0$ $T^2$	$\frac{1}{R_K \varepsilon_0} = 2\alpha c$	Известная закономерность	1

Из всех величин, представленных в таблице 3, рассмотрим сначала три нижние.

Среди этих трех наибольший интерес представляет физическая величина, заключенная между константными величинами  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0^{-1}$ . Это может быть или проводимость Холла  $R_K^{-1}$  (как квантуемая величина) или проводимость вакуума  $R_B^{-1}$  (как константная величина), которые связаны соотношением

$$\frac{1}{R_B} = \frac{1}{2\alpha} \frac{1}{R_K}. \quad (4.8)$$

Если в таблицу поместить проводимость Холла (постоянную фон Клитцинга в минус первой степени), то исходя из принципа симметрии соотношения между квантами трех ближайших ФВ ( $R_K^{-1}$ ,  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0^{-1}$ ) должны быть следующими:

$$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{2\alpha} \quad (4.9)$$

$$\frac{1}{R_K \varepsilon_0} = 2\alpha c, \quad (4.10)$$

где:  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры;  $c$  – скорость света.

Последнее соотношение в таблице симметрично расположено и равновелико с отношением кванта *потенциального действия* электростатических сил к постоянной Планка:

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \frac{1}{h} = 2\alpha c. \quad (4.11)$$

Это весьма примечательно, поскольку из соображений симметрии вполне возможно предвидеть равенство отношений следующих, попарно расположенных относительно центра таблицы, физических величин:

$$\frac{h}{(I l)_{KB}} = \frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{2\alpha}. \quad (4.12)$$

При таком подходе естественно предположить аналогичное (а может быть и точно такое же) соотношение и для минимальных значений оставшейся центральной пары квантуемых ФВ. Их кванты, судя по всему, должны иметь связь через скорость света –  $c$ . При этом, как и в выражении (4.12), возможно, обнаружится присутствие безразмерного множителя, связанного с постоянной тонкой структуры  $\alpha$ . Обозначим этот неизвестный коэффициент через  $k$  и запишем названные нами соотношения:

$$q_e \mu_0 = kc \quad (4.13)$$

$$\frac{(I l)_{KB}}{q_e} = kc. \quad (4.14)$$

Теперь попробуем оценить величину неизвестного множителя  $k$ . Из известного соотношения для кванта магнитного потока  $\Phi_0$  преобразованиями и с учетом (4.11) определяем

$$\Phi_0 = \frac{h}{2q_e} = \frac{hq_e}{2q_e^2} \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_0} = \frac{q_e}{4\alpha\varepsilon_0 c} = \mu_0 \frac{q_e c}{4\alpha} \quad (4.15)$$

Магнитный поток, в общем случае, определяется как произведение магнитной индукции  $B$  на площадь  $S$

$$\Phi = BS. \quad (4.16)$$

Значение магнитной индукции в центре кругового витка с током величины  $I$  и радиуса  $R$  определяется известным выражением [63]:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2R} \quad (4.17)$$

(здесь, как и прежде, для упрощения, вместо произведения  $\mu\mu_0$  записываем  $\mu_0$ ).

Тогда, без учета неравномерности магнитной индукции  $B$  в плоскости витка, квант магнитного потока определится выражением:

$$\Phi_0 = BS = \mu_0 \frac{I}{2R} \pi R^2 = \mu_0 \frac{I 2\pi R}{4} = \mu_0 \frac{(I l)_{KB}}{4}. \quad (4.18)$$

Из последнего соотношения с учетом (4.15) следует, что

$$(I l)_{KB} = \frac{q_e c}{\alpha}. \quad (4.19)$$

Сравнивая выражения (4.19) и (4.14) приходим к заключению, что  $k$  есть величина, обратная постоянной тонкой структуры, то есть равна  $\alpha^{-1}$ .

Быть может, это значение и будет уточнено в будущем экспериментально, так как выше нами было принято допущение о равномерности потока магнитной индукции внутри плоскостного витка с током, однако вполне очевидно, что уточненное значение не может отличаться от полученного более чем в два раза.

Отметим также, что выражение (4.19) совпадает с (3.18), которое определяло значение  $(I l)$  для свободного электрона.

Принимая, что

$$\frac{(I l)_{KB}}{q_e} = \frac{c}{\alpha} \quad (4.20)$$

и

$$q_e \mu_0 = \frac{c}{\alpha}, \quad (4.21)$$

из выражения (4.7) получаем:

$$q_e \frac{c}{\mu_0 \alpha} = \frac{4\pi r_e m_e}{\mu_0} G. \quad (4.22)$$

Отсюда следует уравнение связи для элементарного электрического заряда:

$$q_e = \frac{4\pi r_e m_e}{c} \alpha G. \quad (4.23)$$

Таким образом, получены все основные уравнения связи и определяющие соотношения для квантов физических величин, расположенных в системном ряду квантуемых и константных ФВ.

Отметим удивительную схожесть полученных выражений (4.23) и (4.7), определяющих величину элементарного электрического заряда в первой и во второй степени. Это может сигнализировать о целесообразности принятия этой величины единичной.

Примечательной особенностью системного ряда квантуемых и константных ФВ является симметрия в расположении и соотношении их квантов. Причем симметрия распространяется и на «отношения отношений» (если можно так выразиться), что своеобразно представлено на схеме рис.4-1. Не исключено, что физические величины в определенной степени образуются или проявляют себя именно как гармоничная соразмерность в «отношениях отношений».

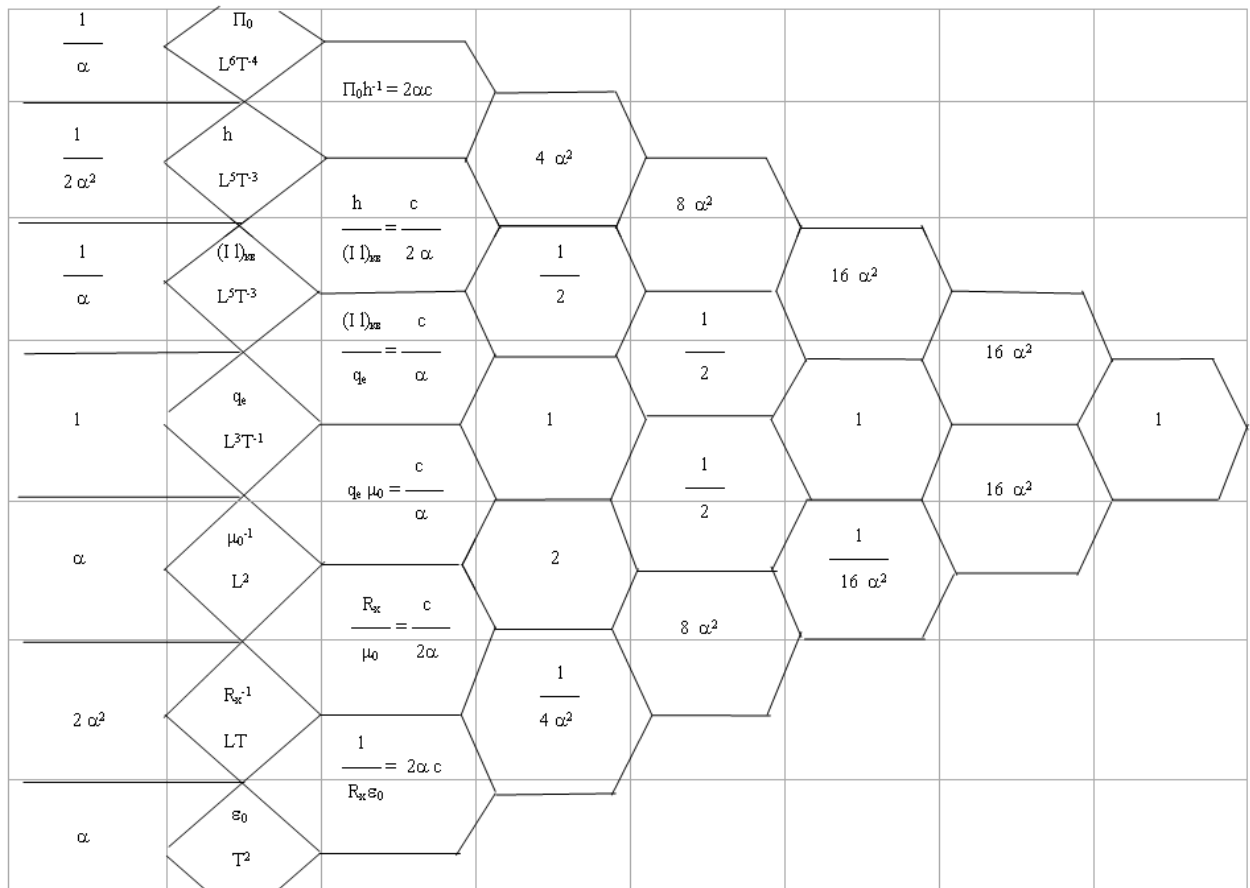


Рис.4-1. Числовые соотношения, создаваемые в ряду квантуемых и константных ФВ (при  $q_e \mu_0 = c/\alpha$ )

На рис.4-2 приведена схема с общими размерностными соотношениями в системном ряду квантуемых и константных величин.

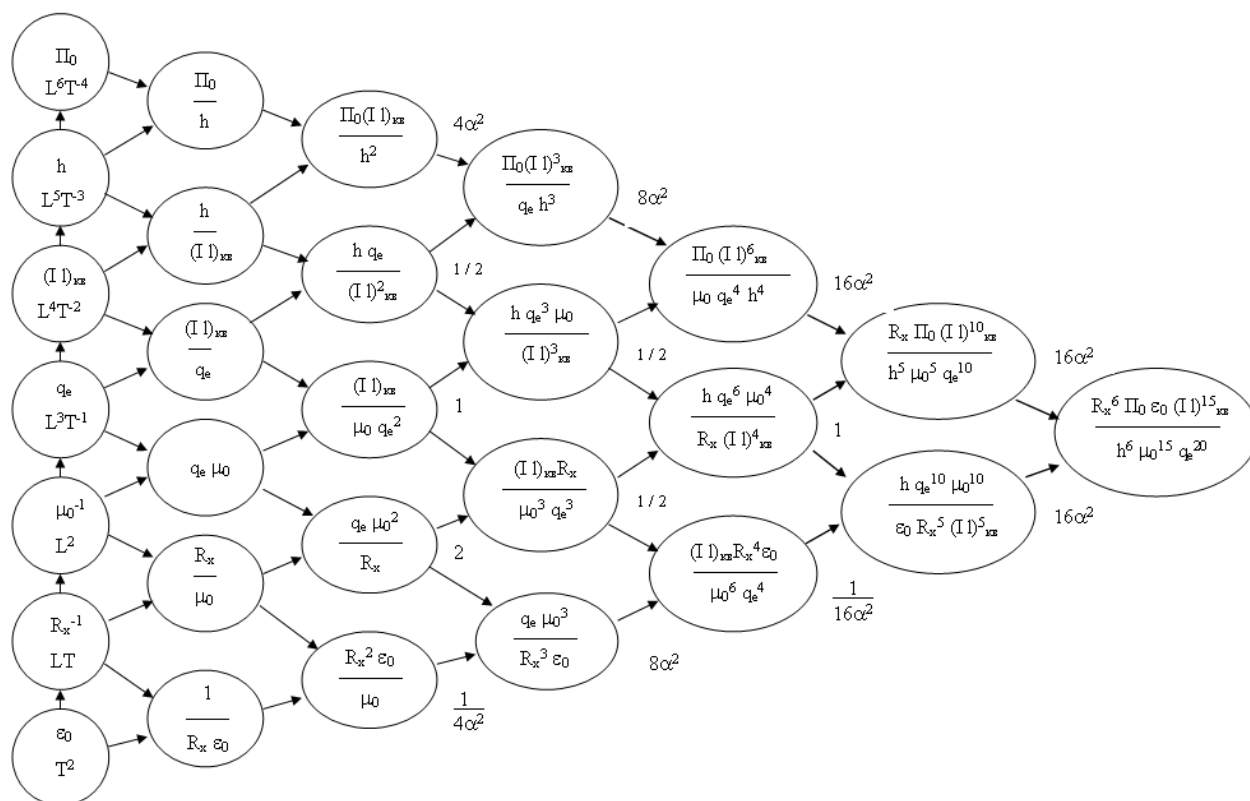


Рис.4-2. Общие соотношения, создаваемые системным рядом квантуемых и константных ФВ при  $q_e \mu_0 = c / \alpha$

Эта схема иллюстрирует иное возможное представление гармонии «отношения отношений» в исследуемой системе физических величин. Здесь не так ярко смотрятся сами безразмерные «отношения отношений», но зато видно, что они собой физически представляют. Можно сформулировать общие правила, соблюдающиеся в соотношениях размера (величины) квантуемых и константных физических величин.

1. Соотношение квантов любых двух соседних ФВ основного системного ряда имеет размерность скорости, а числовое значение определяется, в основном, скоростью света и постоянной тонкой структуры –  $\alpha$ .

2. В любой последовательности из трех величин основного ряда произведение крайних членов пропорционально или равно квадрату среднего (причем, в крайних триадах имеются особенности – см. раздел 6.1).

3. В любой последовательности из четырех величин, отношение крайних пропорционально или равно кубу отношения средних.

4. В любой последовательности из пяти величин основного ряда, произведение крайних пропорционально или равно отношению четвертой степени произведения внутренних крайних к шестой степени средней величины.

5. В любой последовательности (их возможно две) из шести величин основного ряда, обратное отношение крайних величин пропорционально отношению десятой степени внутренних величин к пятой степени величин, примыкающих к внешним.

6. Произведение крайних величин основного ряда системы равно отношению двадцатой степени центральной величины к пятнадцатой степени произведения величин, примыкающих к центральной, умноженному на произведение шестых степеней следующей пары величин.

Удивительно, что в Природе оказывается заложена какая-то своеобразная вычислительная система или внутренний компьютер, полное раскрытие и изучение которого еще впереди. Интересны в этом плане работы Рене Декарта, в которых он (в свое время) показал, что даже простейшие угломерно-раздвижные механические устройства позволяют производить операции возведения в степень и извлечения корней [64].

Поскольку соотношение (4.21) принято из условий наибольшей простоты и симметрии в системном ряду квантуемых и константных ФВ, то проведены расчеты при другом (наиболее близким к выше установленному) возможном соотношении центрально расположенных физических величин:

$$q_e \mu_0 = \frac{c}{2\alpha} \quad (4.24)$$

Другой подобный вариант с близким к (4.21) соотношением:

$$q_e \mu_0 = \frac{2c}{\alpha}, \quad (4.25)$$

не исследовался.

Как изменятся данные в системном ряду квантуемых и константных величин, а также их соотношения, при выполнении соотношения (4.24), показано в таблице 4.

На рис.4-3 показано, какие изменения произойдут при такой замене, в так называемых «отношениях отношений». По симметрии правой части рисунка этот вариант не уступает рис.4-2. Однако для дальнейших исследований остановимся на одном варианте соотношения центрально расположенных физических величин – по выражению (4.21).

Таблица 4

Соотношения в ряду квантуемых и константных физических величин при  $q_e \mu_0 = c/2\alpha$ 

Физическая величина	Квант и размерность	Соотношение между квантами	Происхождение соотношения	
$\Pi_0 = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{F_{эл}}{F_{гг}} m_e^2 G =$ $= 4\pi r_e m_e C^2 G$	$\Pi_0$ $L^6 T^{-4}$	$\frac{\Pi}{h} = 2\alpha C$	Известная закономерность	1
$h = \frac{2\pi m_e r_e CG}{\alpha} =$	$h$ $L^5 T^{-3}$	$\frac{h}{(I)_{кз}} = \frac{C}{2\alpha}$	Соотношение принято из условий симметрии	2
$(I)_{кз} = 4\pi r_e m_e G =$ $= \frac{q_e C}{2\alpha}$	$(I)_{кз}$ $L^4 T^{-2}$	$\frac{(I)_{кз}}{q_e} = \frac{C}{2\alpha}$	Соотношение расчетное, требуется проверка и уточнение экспериментом	3
$q_e = \frac{8\pi m_e r_e \alpha G}{C} =$ $= \frac{C}{\mu_0 \alpha} = \frac{\varepsilon_0 C^3}{\alpha}$	$q_e$ $L^3 T^{-1}$	$q_e \mu_0 = \frac{C}{2\alpha}$	Соотношение принято из условий симметрии	3
$\frac{1}{\mu_0} = \frac{q_e 2\alpha}{C} = \varepsilon_0 C^2$	$\mu_0^{-1}$ $L^2$	$\frac{R_x}{\mu_0} = \frac{C}{2\alpha}$	Известная закономерность	2
$\frac{1}{R_x} = \frac{2\alpha}{\mu_0 C} = \frac{q_e^2}{h} =$ $= 2\alpha C \varepsilon_0$	$R_x^{-1}$ $L T$	$\frac{1}{R_x \varepsilon_0} = 2\alpha C$	Известная закономерность	1
$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 C^2} = \frac{q_e \alpha}{C^3} =$ $= \frac{16\pi m_e r_e \alpha^2 G}{C^4}$	$\varepsilon_0$ $T^2$			

$\frac{1}{2\alpha}$	$\Pi_0$ $L^6 T^{-4}$	$\Pi_0 h^{-1} = 2\alpha c$					
$\frac{1}{4\alpha^2}$	$h$ $L^5 T^{-3}$	$\frac{h}{c} = \frac{c}{2\alpha}$	$4\alpha^2$	$4\alpha^2$			
$\frac{1}{2\alpha}$	$(I)_{\text{кк}}$ $L^5 T^{-3}$	$\frac{(I)_{\text{кк}}}{q_e} = \frac{c}{2\alpha}$	1	1	$4\alpha^2$		
1	$q_e$ $L^3 T^{-1}$	$q_e \mu_0 = \frac{c}{2\alpha}$	1	1	1	$4\alpha^2$	1
$2\alpha$	$\mu_0^{-1}$ $L^2$	$\frac{R_x}{\mu_0} = \frac{c}{2\alpha}$	1	1	$\frac{1}{4\alpha^2}$		
$4\alpha^2$	$R_x^{-1}$ $LT$	$\frac{1}{R_x} = 2\alpha c$	$\frac{1}{4\alpha^2}$	$4\alpha^2$			
$2\alpha$	$\varepsilon_0$ $T^2$	$R_x \varepsilon_0$					

Рис.4-3. Числовые соотношения, создаваемые в ряду квантуемых и константных ФВ (при  $q_e \mu_0 = c/2\alpha$ )

Перейдем теперь к исследованию варианта кинематической системы размерностей, предложенной автором и названной естественной кинематической системой размерностей (ЕКСП), хотя эта система, по сути, является кинематической системой единиц измерения.

#### 4.2 Естественная кинематическая система размерностей (ЕКСП)

В таблице 3 приведены числовые значения квантов физических величин для принятого нами соотношения  $q_e$  и  $\mu_0$ . Если принять величину заряда электрона  $q_e$  без учета постоянной гравитации  $G$  (см. выражение 4.23), то числовые значения квантов сильно изменятся. В таблице 4 одним из вариантов приведены значения квантов физических величин для такого случая. Этот вариант кинематической (то есть  $LT$ - размерностной) системы соответствует как бы действующей системе СИ, но с иными значениями единиц измерения электромагнитных величин (при них поставлен отличительный знак \*). Данный вариант служит иллюстрацией того, что все ФВ в системном ряду квантуемых и константных величин, в принципе, могут без особого ущерба для техники вычислений пропорционально изменяться.

Числовые значения квантов физических величин для соотношения  $q_e \mu_0 = c \cdot \alpha^{-1}$

Наименование кванта физической величины	Значение при $q_e = \frac{4\pi m_e \Gamma_e \alpha G}{c}$	Значение при $q_e = \frac{4\pi m_e \Gamma_e \alpha}{c}$	Значение при $l_0 = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м}$ $t_0 = 1 \text{ с}$	Значение при $l_0 = 1 \text{ м}$ $t_0 = 1/2,99792458 \cdot 10^8 \text{ с}$	Числовое значение при $l_0 = 1,481936667 \cdot 10^{-36} \text{ м}$ $t_0 = 4,943208636 \cdot 10^{-44} \text{ с}$
Квант потенциального действия, $\Pi_0$	$2,4309540 \cdot 10^{-36} \frac{\text{м}^6}{\text{с}^4}$	$2,89916169 \cdot 10^{-27} \text{ Дж} \cdot \text{м}$	$\Pi_1 = 2,704801066 \cdot 10^{-53}$	$\Pi_2 = 3,009497057 \cdot 10^{-70}$	$\frac{1}{\alpha}$
Постоянная Планка, $h$	$5,5559801 \cdot 10^{-43} \frac{\text{м}^3}{\text{с}^3}$	$6,62607553 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	$\frac{\Pi}{2 \alpha}$	размерность $\frac{L^5}{T^3}$	$\frac{1}{2 \alpha^2}$
Квант протяженности электр. тока, $(I)_{кв}$	$2,704801113 \cdot 10^{-54} \frac{\text{м}^4}{\text{с}^2}$	$3,225752423 \cdot 10^{-45} \text{ А} \cdot \text{м}$	$\Pi$	размерность $\frac{L^4}{T^2}$	$\frac{1}{\alpha}$
Элементарный электрический заряд, $q_e$	$6,583850953 \cdot 10^{-64} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$	$7,851916834 \cdot 10^{-55} \text{ Кл} \cdot \text{м}$	$\Pi \alpha$	размерность $\frac{L^3}{T}$	1
(Магнитная постоянная) <sup>-1</sup> , $\mu_0^{-1}$	$1,602598179 \cdot 10^{-74} \text{ м}^2$	$1,911262529 \cdot 10^{-65} \frac{\text{м}}{\text{Гн} \cdot \text{м}}$	$\Pi \alpha^2$	размерность $L^2$	$\alpha$
Проводимость Холла, $R_K^{-1}$	$7,801880513 \cdot 10^{-85} \text{ м} \cdot \text{с}$	$9,304541882 \cdot 10^{-76} \text{ Ом} \cdot \text{м}^{-1}$	$\Pi 2 \alpha^3$	размерность $LT$	$2 \alpha^2$
Электрическая постоянная, $\epsilon_0$	$1,783130954 \cdot 10^{-91} \text{ с}^2$	$2,12656636 \cdot 10^{-82} \frac{\Phi \cdot \text{м}}{\text{м}}$	$\Pi \alpha^2$	размерность $T^2$	$\alpha$

Такое положение наводит на мысль, что конкретные единицы измерения *пространственной протяженности* и *времени* было бы целесообразно (во всяком случае можно) подобрать такими, чтобы *скорость света* при этом получила единичное значение. Но таких вариантов великое множество. Два вполне очевидных варианта представлены в таблице 5. В одном варианте единица *длины* выбрана величиной  $2,99792458 \cdot 10^8$  метра, а в другом – единица *времени* выбрана величиной  $1/2,99792458 \cdot 10^8$  секунды. В обоих вариантах *скорость света* принимает искомое единичное значение, а кванты других ФВ оказываются примерно равновеликими по размеру (это значение обозначено буквой – $\Pi$ ), отличаясь лишь на безразмерный сомножитель из постоянной тонкой структуры –  $\alpha$ , получающей ту или иную целочисленную степень, и из целых чисел 1 или 2.

Приведенные два примера из таблицы 5 сигнализируют нам о том, что, изменяя размеры единиц *времени* и *пространственной протяженности*, при одновременном сохранении единичного значения *скорости* света мы можем добиться единичных (или близких к ним) значений остальных квантов физических величин. Диалектика оказывается воистину права, *в сущности все – представлено как одно!*

Расчет показывает, что искомые единичные значения: *пространственной протяженности* –  $l_0$  и *времени* –  $t_0$ , при которых не только *скорость* света –  $c$ , но и *заряд* электрона –  $q_e$  в исследуемой системе становятся равными единице, таковы:

$$l_0 = 1,481936667 \cdot 10^{-36} \text{ м} \quad (4.26)$$

$$t_0 = 0,4943208636 \cdot 10^{-44} \text{ с}. \quad (4.27)$$

Эти значения новых единиц *длины* и *времени* легко определяются из условий присвоения единичных значений для *заряда* электрона и *скорости* света. С учетом наличия переводных коэффициентов для  $r_e$ ,  $m_e$ ,  $c$  и  $G$  эти условия дают следующую систему уравнений, из которой и вычисляются значения (4.26) и (4.27):

$$\frac{4\pi r_e (l_0^{-1}) m_e (l_0^{-1})^3 (t_0^{-1})^{-2}}{c (l_0^{-1}) (t_0^{-1})^{-1}} \alpha G (l_0^{-1})^3 (t_0^{-1})^{-2} (l_0^{-1})^{-3} (t_0^{-1})^2 = 1 \quad (4.28)$$

$$c (l_0^{-1}) (t_0^{-1})^{-1} = 1$$

При сокращениях, с целью упрощения записи, система (4.28) выглядит так:

$$\frac{4\pi r_e m_e}{c} \alpha G (l_0^{-1})^3 (t_0^{-1})^{-1} = 1 \quad (4.29)$$

$$c (l_0^{-1}) (t_0) = 1$$

Подстановкой в уравнения (4.29) требуемых значений величин в системе СИ получаем значения *длины* (4.26) и *времени* (4.27). Числовые значения элементарных квантов физических величин при обозначенных размерах единиц *длины* и *времени* приведены в последнем столбце таблицы 5. Как можно заметить, здесь наблюдается вполне определенная симметрия, как в расположении, так и в числовых значениях квантуемых и константных физических величин.

Знаменательно то, что полученные значения величин *длины* (4.26) и *времени* (4.27) оказались, по существу, известными планковскими значениями *длины* и *времени*, которые считаются, согласно физическому справочнику [49], равными:

$$l_{\text{пл}} = 1,61605 \cdot 10^{-35} \text{ м} \quad \text{и} \quad t_{\text{пл}} = 5,39056 \cdot 10^{-44} \text{ с.}$$

Если приведенные из справочника планковские значения *длины* и *времени* умножить на  $4\pi\alpha$ , то получим наши величины, определяемые выражениями (4.26) и (4.27).

Основываясь на этих данных, можем констатировать, что теперь проясняется физический смысл планковских (с нашей поправкой) значений *длины* и *времени*. Это такие размеры *длины* и *времени*, при которых, если их принять единичными, *скорость* света и *заряд* электрона тоже становятся единичным, а другие фундаментальные физические константы получают числовые значения, определяемые постоянной тонкой структуры. Указанные числовые значения приведены в последнем столбце таблицы 5.

Поскольку в нашей (почти планковской) кинематической системе размерностей все рассмотренные ФФП принимают единичные числовые значения или числовые значения, определяемые постоянной тонкой структуры, то можем констатировать, в нашем мире, по-

настоящему, действует всего лишь одна константа – Постоянная тонкой структуры  $\alpha$  (теперь её можно рекомендовать записывать с большой буквы). Саму кинематическую систему ФВ с такими значениями *длины* и *времени* автором предложено именовать Естественной кинематической системой размерностей (ЕКСП) [5, 65].

Выше нам удалось разобраться с планковскими значениями *длины* и *времени*, попробуем теперь определить, а что такое планковская *масса*? Ее числовое значение в СИ равно [49]:

$$m_{\text{пл}} = 2,17671 \cdot 10^{-8} \text{ кг.}$$

Оказывается, в ЕКСП это значение тоже связано с постоянной тонкой структуры -  $\alpha$ . Формульное выражение для постоянной Планка в системе ЕКСП выглядит так:

$$m_{\text{пл}} = \alpha^{-1/2} l_0^3 / t_0^2.$$

Это значение, в рассматриваемой системе, определяется из условия равенства квадрата искомого значения массы и кванта потенциального действия электростатических сил

$$m_{\text{пл}}^2 = q_e^2 / \varepsilon_0. \quad (4.30)$$

Физический смысл этого соотношения – следующий. Величину планковской *массы* по выражению (4.30) должен был бы иметь электрон, чтобы сила гравитации (между двумя электронами) была равновелика электростатической силе. Исходя из этого, можно заключить, что планковская масса – это, скорее всего, фиктивная величина.

Ну а каково будет математическое выражение для *массы* самого электрона?

Массу электрона можно определить из выражения (4.7):

$$m_e = \frac{q_e^2 \mu_0}{4\pi r_e G} \quad (4.31)$$

В нашей системе, для соотношения (4.21), оно принимает вид:

$$m_e = \frac{1}{\alpha} \frac{1}{4\pi r_e} \quad (4.32)$$

Размерность массы в формуле (4.32) получается  $L^3 T^{-2}$ , если в числителе будет присутствовать *пространственный элемент электрического тока* с размерностью  $L^4 T^{-2}$ , квант которого по величине будет равен (в соответствии с таблицей 4) первому сомножителю в выражении (4.32). Поэтому вполне возможно записать общую формулу, определяющую массу электрона. По всей видимости, она такова:

$$m_e = \frac{(I l)_{KB}}{4\pi r_e}. \quad (4.33)$$

Тогда для кругового тока силой  $I$ , протекающего по периметру длиной  $2\pi r_e$ , масса электрона будет равна половине силы кругового тока, который, по-видимому, и протекает внутри электрона. Почему получилась половина пока не совсем ясно и далее этот вопрос будет исследоваться отдельно. Если бы получилось полное равенство, то можно было с полной уверенностью говорить, что ФВ *сила тока* и *масса* – это одно и то же. С другой стороны, наши представления о круговом токе электрона могут быть и не совсем верными.

Электрон, совершающий орбитальное движение в составе атома, может быть действительно проходит за один оборот более длинный путь в  $4\pi r_0$ . Здесь  $r_0$  – радиус орбитального движения электрона. Данное положение можно подтвердить следующими рассуждениями.

Если проанализировать еще одну фундаментальную константу – постоянную Ридберга, то можно найти подтверждение предположению об удвоенной величине протяженности орбитального кругового тока электрона. Значение постоянной Ридберга выражается соотношением:

$$R_\infty = \frac{\alpha}{4\pi r_0}, \quad (4.34)$$

где  $r_0$  – радиус Бора. В системе СИ постоянная Ридберга  $R_\infty = 10973731,534 \text{ м}^{-1}$ .

Отметим, что постоянная Ридберга входит в известную формулу, определяющую частоты спектральных линий излучения атома водорода

$$\nu = \frac{\alpha c}{4\pi r_0} \left( \frac{1}{i^2} - \frac{1}{n^2} \right). \quad (4.35)$$

В этой формуле множитель, стоящий перед скобками, представляет собой величину, обратную удвоенному периоду обращения электрона на первом боровском радиусе атома водорода. В знаменателе этого множителя (также как и в формуле (4.32)) стоит  $4\pi r_0$ , а не  $2\pi r_0$ . Тем самым, возможно, иллюстрируется, что орбитальное движение электронов в атоме не совсем соответствует круговому движению.

На то, что орбитальное движение электронов в составе атома не чисто круговое, а возможно какое-то петлеобразное, указывает нам и то, что орбитальный момент импульса может принимать нулевое значение. Такое – при чисто круговом движении и при несомненном наличии у движущегося электрона кинетической энергии просто невозможно представить.

В заключение раздела отметим еще раз приоритетность и важность исследования, ранее выполненного Роберто Орос ди Бартини [1, 2], по поиску общего соотношения между физическими константами. Выполнено оно, как и наше исследование, с использованием кинематической системы размерностей. Однако Бартини применял свои особые единицы *длины* и

времени, закономерную взаимосвязь которых с нашими единичными или планковскими единицами длины и времени автору настоящей работы найти не удалось.

Вызывает сомнение и оправданность введения Бартини шестимерного пространства–времени. Скорее всего, это по-иному представленная шестиступенчатая связь квантуемых и константных физических величин, рассмотренная нами выше. При этом рассмотрении показано, что связи между квантами ФВ и основными физическими константными выражаются только через скорость света и коэффициенты, содержащие постоянную тонкой структуры  $\alpha$ .

#### ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

1. Из условий симметрии и системности в размерностном расположении минимальных значений квантуемых ФВ и отдельных ФФП проведено их позиционирование в кинематической (LT) системе размерностей. Определено упорядоченное взаимное расположение элементарного электрического заряда с размерностью  $L^3T^{-1}$ , электрической  $\epsilon_0$  и магнитной  $\mu_0$  постоянных, а также других константных физических величин в едином системном ряду. Определены возможные значения этих величин в различных вариантах представления кинематической системы размерностей.

2. Показано, что в естественной кинематической системе размерностей (ЕКСП), предложенной автором, известные планковские значения длины и времени представляют собой такие величины, приняв которые единичными (с поправкой на  $4\pi\alpha$ ), мы получаем единичные значение не только у скорости света, но и у заряда электрона. Другие квантуемые и константные физические величины, входящие в единый системный ряд, получают минимальные значения (кванты), определяемые численно только постоянной тонкой структуры ( $\alpha \approx 1/137$ ) и небольшими, симметрично располагаемыми различиями в числовых коэффициентах и показателях степени при  $\alpha$ .

3. С точки зрения исследуемой системы физических величин масса элементарных частиц - это выражение силы их внутреннего электрического тока.

4. Известная планковская масса, скорее всего, является фиктивной величиной, так как выражает (с поправкой на  $\alpha^{-1/2}$ ) величину массы, которую должен был бы иметь электрон, чтобы сила гравитации между электронами была эквивалентна электростатической силе, действующей между ними на том же расстоянии.

*Измерение меры – неизбежно  
требует выхода в иную систему;  
в своей системе мера – неизмерима.  
Природа неизмеримости меры – та же,  
что и невидимости глаза самим себя.*

Автор

## **5 ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЧИСЛОВЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ КОНСТАНТ В ЕКСР**

### **5.1 Размеры в ЕКСР единиц измерения физических величин и основных природных констант**

ЕКСР характеризуется своими значениями (размерами) не только двух основных единиц измерения (пространственной протяженности и времени), но и единиц измерения всех остальных ФВ, являющихся производными в этой системе [65]. Тем самым ЕКСР отличается от всех других систем, в том числе и от известных кинематических систем размерностей, к которым, в частности, относятся метр–секундная система и система Бартини.

Найдем переводные соотношения единиц измерения ЕКСР с наиболее привычными для нас единицами системы СИ.

Из выражений (4.26) и (4.27) следует, что:

$$1\text{м} = 6,747926698 \cdot 10^{35} l_0 \quad (5.1)$$

$$1\text{с} = 2,022977531 \cdot 10^{44} t_0. \quad (5.2)$$

В этих выражениях  $l_0$  и  $t_0$  – единичные значения *длины* и *времени* в ЕКСР.

Как мы знаем, постоянная тяготения  $G$ , по сути, есть коэффициент, устанавливающий количественное соотношение между инертной *массой*, измеряемой в килограммах и гравитационной *массой*, измеряемой в единицах *длины* и *времени* (см. раздел 2.2). Указанное будет верно в отношении не только системы СИ, но и любой другой системы. Оценим это соотношение для ЕКСР.

Из условий равенства гравитационной постоянной для двух систем (с учетом ранее полученных результатов, в том числе, по корректировке этого значения в СИ) определяем  $LT$ -размерностное выражение *массы* через *длину* и *время*. Значение 1кг массы в ЕКСР, с учетом переводных соотношений (5.1) и (5.2), будет следующим:

$$1\text{кг} = 8,385023833 \cdot 10^{-10} \frac{\text{м}^3}{\text{с}^2} \frac{\left(6,747926698 \cdot 10^{35} \frac{l_0}{\text{м}}\right)^3}{\left(2,022977531 \cdot 10^{44} \frac{t_0}{\text{с}}\right)^2} = 6,295543828 \cdot 10^9 l_0^3/t_0^2. \quad (5.3)$$

Определив в ЕКСР числовое значение килограмма *массы*, далее, пользуясь выражениями (5.1) – (5.3), можно определить размеры в ЕКСР единичных для СИ значений *силы* и *энергии*:

$$1\text{Н} = 1\text{кг} \cdot 1\text{м}/\text{с}^2 = 1,038057689 \cdot 10^{-43} l_0^4/t_0^4 \quad (5.4)$$

$$1\text{Дж} = 1\text{Н} \cdot 1\text{м} = 7,004737193 \cdot 10^{-8} l_0^5/t_0^4. \quad (5.5)$$

Соотношение для единиц *скорости* будет равно:

$$1\text{м}/\text{с} = (2,99792458 \cdot 10^8)^{-1} l_0/t_0 = 3,335640952 \cdot 10^{-9} l_0/t_0. \quad (5.6)$$

Далее определяем (чудовищное по своей величине) соотношение для единиц *давления*

$$1\text{Па} = 1\text{Дж}/1\text{м}^3 = 2,279716157 \cdot 10^{-115} l_0^2/t_0^4. \quad (5.7)$$

Для единицы измерения *момента импульса* (1Дж·1с) соотношение следующее:

$$1\text{Дж} \cdot 1\text{с} = 1,417042595 \cdot 10^{37} l_0^5/t_0^3. \quad (5.8)$$

Проверяем полученное соотношение двух систем по размеру постоянной Планка

$$h = 6,6260755 \cdot 10^{-4} \text{Дж} \cdot \text{с} \cdot (1,417042595 \cdot 10^{37} (l_0^5/t_0^3))/(\text{Дж} \cdot \text{с}) = 9389,431221 l_0^5/t_0^3.$$

Полученное значение с большой точностью (до девятой значащей цифры) совпадает с ранее определенной (см. рис.4-1 и таблицу 4) величиной постоянной Планка в ЕКСР –  $1/(2\alpha^2)$ .

Определимся теперь с соотношениями для единиц электромагнитных величин.

Поскольку величины *заряда* электрона в рассматриваемых системах равны  $1 l_0^3/t_0$  и  $1,602177336 \cdot 10^{-19}$  Кл, то отсюда, с учетом величины одной секунды в ЕКСР, определяем:

$$1\text{Кл} = 6,241506340 \cdot 10^{18} l_0^3/t_0 \quad (5.9)$$

$$1\text{А} = 1\text{Кл}/\text{с} = 3,085306803 \cdot 10^{-26} l_0^3/t_0^2. \quad (5.10)$$

Из сравнения значений кванта холловского *сопротивления* (постоянной фон Клитцинга) в двух системах СИ и ЕКСР, для которых выполняется соотношение

$$25812,8056 \text{ Ом} = [1/(2\alpha^2)] l_0^{-1} t_0^{-1},$$

находим

$$1\text{Ом} = 0,363750897 l_0^{-1} t_0^{-1}. \quad (5.11)$$

Теперь стало возможным определить соотношение единиц для величины *электрического напряжения*

$$1В = 1А \cdot 1Ом = 1,122283118 \cdot 10^{-26} l_0^2 / t_0^3. \quad (5.12)$$

Проверяем полученные соотношения по формуле  $1Дж = (1А)^2 \cdot 1Ом \cdot 1с$ . Расчеты дают значение  $1Дж = 7,004738187 \cdot 10^{-8} l_0^5 / t_0^4$ , что хорошо совпадает с ранее полученным значением (5.5).

Сравнивая полученные результаты по расчету единицы измерения энергии, заключаем, что в дальнейших расчетах вполне можно ограничиться пятью-шестью значащими цифрами после запятой.

Теперь находим значение для единицы *электрической емкости*:

$$1Ф = 1Кл/1В = 5,561436540 \cdot 10^{44} l_0 t_0^2. \quad (5.13)$$

Отмечаем, что в ЕКСР и в системе СИ единица *емкости* равна по величине отношению единицы *времени* к единице *электрического сопротивления*. Эта взаимосвязь единиц измерения *емкости*, *сопротивления* и *времени* подтверждает обозначенные в таблице 2 общие размерностные соотношения ФВ. При этом можно выделить определенный физический смысл *электрической емкости*. Величина, обратная ФВ *электрическая емкость*, есть скорость изменения *электрического сопротивления* во времени.

Поведение *емкости* в электрических импульсных цепях (по отношению к скачку *напряжения*) действительно является таковым. В начале скачка *напряжения сопротивление емкости* очень небольшое, а затем все больше и больше. Для длительно приложенного *напряжения* постоянного уровня *сопротивление электрической емкости* оказывается практически бесконечно большим. В переходных процессах, как можно заметить, большей *емкости* будет соответствовать меньшее значение реактивного *сопротивления*.

Теперь попробуем разобраться с *индуктивностью*. Известна формула, связывающая напряжение самоиндукции  $E$ , индуктивность  $L$  и скорость изменения тока, ее вид:

$$E = -L \frac{\partial I}{\partial t}. \quad (5.14)$$

Известна также формула для размерностной взаимосвязи энергии, запасенной в индуктивности, с квадратом величины протекающего через нее электрического тока

$$W = L \cdot I^2. \quad (5.15)$$

Расчеты по этим различным формулам дают один и тот же результат:

$$1 Гн = 1с \cdot 1В/1А = 1 Ом \cdot 1с = 1 Дж/1А^2 = 7,358598919 \cdot 10^{43} l_0^{-1}. \quad (5.16)$$

Из последнего рассмотрения с индуктивностью можно выявить определенный физический смысл у величины, обратной индуктивности. По размерности это изменение проводимости во времени  $\left(\frac{1}{L} = \frac{1}{Rt}\right)$ , что также подтверждается общим размерностным соотношением таблицы 2. Проводимость индуктивности для импульсных скачков напряжения или тока действительно меняется во времени. Проводимость изменяется от малого значения в начале скачка до большой величины (малого сопротивления) при установившемся значении тока.

Таким образом, из нашего анализа следует, что с размерностной точки зрения гораздо больший физический смысл имели бы физические величины, обратные *емкости* и *индуктивности*. Однако, из-за этого традиционный набор электрических ФВ вряд ли целесообразно пересматривать.

Отметим, что в таблице 2 интересны также общие размерностные зависимости, связывающие ФВ *емкость* и *индуктивность* с *пространственной протяженностью*, а также с *электрической* и *магнитной проницаемостями*. Связь емкости с пространственной протяженностью следует из известной формулы, определяющей емкость плоского конденсатора:

$$C = \frac{\epsilon_0 S}{d} \quad (5.17)$$

Расчет проведем в системах СИ и ЕКСР при площади пластин плоского конденсатора равной  $S = 1\text{ м}^2$  и расстоянии между пластинами  $d = 1\text{ м}$ . Записываем значения величин и проверяем равенство правой и левой частей формулы (5.17):

$$8,8542 \cdot 10^{-12} \text{ Ф} \cdot (5,5614 \cdot 10^{44} l_0 t_0^2 / \Phi) = \alpha \cdot 6,7479 \cdot 10^{35} l_0 t_0^2 \quad (5.18)$$

Равенство формулы (5.18) выполняется, если подставить числовое значение для  $\alpha$  - постоянной тонкой структуры.

Для дополнительной проверки правильности найденных соотношений (5.13) и (5.16) проверим взаимосвязь единичных (в СИ) значений  $L$  и  $C$  по формуле:

$$t = (LC)^{1/2} = (0,7358598919 \cdot 10^{44} \cdot 5,561436540 \cdot 10^{44})^{1/2} = 2,022977531 \cdot 10^{44} (t_0).$$

Полученное значение времени точно совпало со значением секунды в ЕКСР, значит все верно.

Найденные переводные значения для *емкости*, *индуктивности* и *длины* позволяют определить взаимосвязь значений для  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$  в двух системах. Найдем эти соотношения.

Электрическая постоянная в ЕКСР определится из соотношения:

$$8,854187817 \cdot 10^{-12} \frac{\Phi}{\text{м}} \cdot \frac{5,561436540 \cdot 10^{44}}{6,747926698 \cdot 10^{35}} \frac{l_0 t_0^2 / \Phi}{l_0 / \text{м}} = \alpha t_0^2. \quad (5.19)$$

Магнитная постоянная определяется из соотношения:

$$4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\Gamma_H}{\text{м}} \cdot \frac{7,358598919 \cdot 10^{43}}{6,747926698 \cdot 10^{35}} \frac{l_0^{-1} / \Gamma_H}{l_0 / \text{м}} = \alpha^{-1} l_0^{-2}. \quad (5.20)$$

Полученные значения для  $\varepsilon_0$  и  $\mu_0$  совпадают с ранее определенными их значениями для ЕКСР.

Продолжим далее наше исследование и определим имеющуюся взаимосвязь единиц измерения для индукции и напряженности магнитного поля. Вычисляем индукцию магнитного поля по известной формуле, определяющей силу Лоренца:

$$1 \text{Тл} = 1 \text{Н} / (1 \text{Кл} \cdot 1 \text{м} / \text{с}) = 4,986005769 \cdot 10^{-54} t_0^{-2}. \quad (5.21)$$

Проверочные вычисления в обеих системах по формуле

$$B = \frac{\mu_0 qv}{4\pi r^2}, \quad (5.22)$$

при единичных значениях  $q$ ,  $v$  и  $r$  дают для  $B$  такое же соотношение.

Соотношение единичных значений для напряженности магнитного поля  $H$  определяется из формулы

$$H = \frac{B}{\mu_0} \quad (5.23)$$

или из соотношения единичных значений для силы электрического тока и пространственной протяженности

$$1 \text{А} / \text{м} = 4,572229281 \cdot 10^{-62} l_0^2 / t_0^2. \quad (5.24)$$

Приведем еще некоторые соотношения единиц электромагнитных величин.

Для электрической напряженности  $E$ :

$$1 \text{В} / \text{м} = 1,663152503 \cdot 10^{-62} l_0 / t_0^3. \quad (5.25)$$

Для электрического дипольного момента ( $p = q \cdot l$ )

$$1 \text{ Кл} \cdot \text{м} = 4,211722727 \cdot 10^{54} l_0^4 / t_0. \quad (5.26)$$

Для поляризованности ( $P = \chi \cdot \varepsilon_0 \cdot E$ ) и электрической индукции ( $D$ )

$$1 \text{ Кл} / \text{м}^2 = 1,1370719854 \cdot 10^{-53} l_0 / t_0. \quad (5.27)$$

Для плотности тока ( $j = I/S$ )

$$1 \text{ А/м}^2 = 6,775754219 \cdot 10^{-98} l_0/t_0^2 \quad (5.28)$$

Для удельного сопротивления

$$1 \text{ Ом} \cdot \text{м} = 2,454564390 \cdot 10^{35} t_0^{-1} \quad (5.29)$$

Для удельной проводимости

$$1 \text{ См/м} = 4,074042644 \cdot 10^{-36} t_0 \quad (5.30)$$

Для потока магнитной индукции  $\Phi$  и потокосцепления  $\Psi$

$$1 \text{ Вб} = 2,270353531 \cdot 10^{18} l_0^2/t_0^2 \quad (5.31)$$

Для магнитного момента

$$1 \text{ А} \cdot \text{м}^2 = 1,404879481 \cdot 10^{46} l_0/t_0^2 . \quad (5.32)$$

Найденные значения единиц физических величин и еще ряд других для системы СИ представлены в таблице Приложения 1.

Обратные выражения единиц физических величин ЕКСР через единицы СИ легко определяются как соотношения, обратные полученным и они приведены в таблице Приложения 2.

В качестве примечаний к таблицам Приложений 1 и 2 можно привести следующее.

Пометка значком \*) означает, что в определениях параметров магнитного поля применены общепринятые понятия. В действительности надо понимать так: *индукция* это *напряженность*, а *напряженность* это *индукция*.

Как следует из последних столбцов приводимых таблиц, многие единичные значения ЕКСР прямо определяются квантами или планковскими значениями физических величин (участие постоянной тонкой структуры, цифр 2 или 4 – может иметь вполне естественное происхождение). Все это подтверждает естественность предложенной системы единиц ЕКСР.

В таблицах обозначено:  $q_e$  – элементарный электрический заряд;  $c$  – скорость света в вакууме;  $R_K$  – квант сопротивления Холла (постоянная Клитцинга);  $R_B$  – сопротивление вакуума;  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры;  $m_p$ ,  $l_p$  и  $t_p$  – планковские значения массы, длины и времени;  $h$  – постоянная Планка;  $\Phi_0$  – квант магнитного потока;  $G$  – постоянная гравитации, по величине равная значению в системе СИ, умноженному на  $4\pi$ . Через  $\xi$  обозначено соотношение в системе СИ между массой в килограммах и силой тока в амперах, что будет показано далее. В ЕКСР это соотношение безразмерное и единичное. Из таблицы Приложения 1 видно, что в ЕКСР напряженность магнитного поля и поток магнитной индукции имеют

одинаковую размерность, а единичные значения этих физических величин совпадают. В ЕКСР совпадают также размерности и единичные значения:

- времени и удельной электрической проводимости;
- векторного потенциала, плотности электрического тока и ускорения;
- электрического потенциала и значения  $\rho_q v^2$ ;
- электрической постоянной и величины, обратной плотности массы.

Имеются и другие совпадения. Прежде в работе [5] автор отмечал возможную схожесть или близость ФВ, совпадающих по размерности в кинематической системе размерности, однако позже, с обнаружением многоуровности всей системы ФВ, что будет рассмотрено далее, от этого положения - как всеобщего принципа, пришлось отказаться.

Есть еще одно замечание по изложенному материалу этого раздела. Как показала практика перевода единиц измерения из СИ в ЕКСР и обратно, при таких переводах следует осторожно пользоваться уравнениями связи. Например, если воспользоваться соотношением: *энергия* есть произведение *силы* на *длину*, то получим один результат. Если же воспользоваться известным уравнением для кинетической *энергии* (половина произведения *массы* на квадрат *скорости*), то получится другой результат. Аналогичная ситуация встречалась при определении соотношения единиц измерения индуктивности.

По этой причине, может быть, имеет смысл поддержать традиционное понимание определяющих уравнений связи – как не содержащих в формулах при буквенных обозначениях ФВ коэффициентов, не равных единице. Данное положение отвергалось в авторской работе [5] и, вроде бы, не встречало возражений.

Правда, практика использования нашей формулы (5.22) опровергает данное сомнение. Тогда требуется дать какое-то внятное объяснение невозможности применения при переводах единиц измерений энергетических формул для механической кинетической энергии и энергии индуктивности с током. Скорее всего, это как-то связано с невозможностью полного перевода потенциальной энергии поля в кинетическую или иного рода более явную энергию.

## **5.2 Размеры в ЕКСР других природных констант, считающихся фундаментальными, а также значения и соотношения отдельных физических величин**

Определимся со значениями других, назовем их вспомогательными, фундаментальных физических констант, а также значениями и соотношениями отдельных физических величин в ЕКСР.

Масса электрона в ЕКСР определяется как его масса в килограммах, умноженная на значение (5.3)

$$\begin{aligned} m_e &= 9,1093897 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \cdot 6,295543828 \cdot 10^9 [(l_0^3/t_0^2)/\text{кг}] = \\ &= 5,73485621 \cdot 10^{-21} (l_0^3/t_0^2). \end{aligned} \quad (5.33)$$

Далее, для упрощения записи, размерности у переводных коэффициентов проставлять не будем.

Единичное значение массы в ЕКСП, определяемое из (5.3), равно

$$l_0^3/t_0^2 = 1,588425126 \cdot 10^{-10} \text{ кг} = m_0. \quad (5.34)$$

Эта величина оказалась в  $\alpha^{-1}$  (137,035...) раз меньше планковской массы  $m_{пл}$ . Значит, само значение планковской массы в ЕКСП составляет  $\alpha^{-1}$ , то есть  $137,03599 l_0^3/t_0^2$ .

Классический радиус электрона в ЕКСП будет равен

$$r_e = 2,81794992 \cdot 10^{-15} \text{ м} \cdot 6,747926698 \cdot 10^{35} = 1,901525877 \cdot 10^{21} l_0.$$

Используя полученные значения можно попытаться выявить физический смысл, заложенный в безразмерном соотношении электрических и гравитационных сил, который до сих пор было таинственным. Соотношение сил электростатического и гравитационного взаимодействий (для двух электронов) определяется следующим соотношением:

$$\frac{F_{эл}}{F_{гп}} = \frac{m_{пл}^2}{m_e^2} \alpha = \frac{m_0^2}{m_e^2} \alpha^{-1} = 4,166674502 \cdot 10^{42}, \quad (5.35)$$

где:  $m_0$  – единица массы в ЕКСП.

Отметим, что это значение практически совпадает с (4.1).

В ЕКСП значение массы электрона можно получить и из выражения (4.31)

$$m_e = \frac{1}{\alpha} \frac{1}{4\pi r_e} = 5,734856269 \cdot 10^{-21} l_0^3 / t_0^2. \quad (5.36)$$

В общем виде эта зависимость может выглядеть так: масса = вращению электрического заряда или силе кругового тока, образуемого вращением единичного заряда.

$$m_e = \frac{q_e}{\alpha} \frac{c}{4\pi r_e} = \frac{q_e \omega}{4\pi} = \frac{q_e \nu}{2}. \quad (5.37)$$

Здесь  $\omega$  и  $\nu$  – угловая (круговая) и циклическая частоты, соответственно.

Используя выражения (5.35) и (5.37), можно получить еще более явное выражение для соотношения сил электростатического и гравитационного взаимодействий двух электронов:

$$\frac{F_{эл}}{F_{гп}} = \frac{q_e^2}{\epsilon_0 m_e^2} = \alpha \frac{(4\pi r_e)^2}{l_0^2}. \quad (5.38)$$

Как видим - это чисто геометрическое соотношение, смысл которого очевиден. Силы электромагнетизма превышают гравитационные силы на порядок, определяемый естественными (в ЕКСР) размерами электрона, вернее, квадратом этого размера.

Поскольку было определено, что масса составляет половину величины внутреннего тока электрона (по всей видимости, это верно и для других частиц), то сила внутреннего тока в свободном электроны составляет

$$I_e = 2 \cdot m_e = 1,146971254 \cdot 10^{-20} l_0^3 / t_0^2. \quad (5.39)$$

В единицах СИ  $I_e = 3,717527387 \cdot 10^5$  А. Полученное значение, весьма большое по величине, соответствует силе тока, заключенном (или содержащемся) всего лишь в одном электроны.

Данная взаимосвязь *силы тока и массы*, позволяет сделать предположение об изменении величины массы у электрона, находящегося на орбите атома, по сравнению с его массой в свободном состоянии (так как действующие токи в том и другом случаях явно разные). Оставим отмеченное для будущих исследований, далее же, определим некое характеристическое время для свободного электрона

$$t_e = q_e / I_e = 0,871861432 \cdot 10^{20} t_0 = 4,309792959 \cdot 10^{-25} \text{ с}. \quad (5.40)$$

Это время  $t_e = v^{-1}$ , по всей видимости, соответствует времени оборота свободного электрона вокруг своей оси или частоте его собственных пульсаций. Выбор того или иного параметра будет зависеть от определенной модели представления электрона. Для подтверждения этого значения, а также проверки адекватности той или иной модели, следует экспериментально изучить поведение свободных и связанных в атоме электронов в переменном электромагнитном поле соответствующей частоты ( $\cong 2,3203 \cdot 10^{24}$  Гц). Правда, технически такая частота, кажется, еще недостижима.

Интересно, что полученное характеристическое время электрона соотносится с единицей времени в ЕКСР согласно выражения:

$$t_e = t_0 / 26613,14047. \quad (5.41)$$

Отметим еще одну интересную особенность. В выражении (5.41) число 26613,14047 отличается от значения  $\sqrt{2}(\alpha)^{-2}$  на величину близкую к аномалии магнитного момента электрона.

Соотношение сил  $F_{эл}/F_{гр}$ , с участием найденных значений  $t_e$  и  $t_0$ , определяется выражением

$$\frac{F_{эл}}{F_{гр}} = \frac{t_e^2}{t_0^2} \frac{4}{\alpha}. \quad (5.42)$$

В ЕКСП это выражение можно записать так:

$$\frac{F_{эл}}{F_{эп}} = \frac{(2t_e)^2}{\epsilon_0} . \quad (5.43)$$

В последнем выражении тоже содержится определенный физический смысл. Нетрудно заметить, что в ЕКСП единицы *длины* и *времени* как бы происходят из  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$ , поскольку выполняются соотношения

$$\mu_0 \cdot l_0^2 = \alpha^{-1} \quad (5.44)$$

и

$$\epsilon_0 \cdot t_0^{-2} = \alpha . \quad (5.45)$$

Отношение  $q_e/t_0$  составляет единицу силы тока в ЕКСП. В системе СИ это значение, в соответствии с (5.10), равно

$$1 l_0^3/t_0^2 = 3,241168752 \cdot 10^{25} \text{ А} . \quad (5.46)$$

С учетом соотношения (5.3) последнее значение можно выразить и в килограммах. Оно равно планковской массе, умноженной на значение постоянной тонкой структуры.

$$I_0 = m_{пл} \alpha = 1,588425126 \cdot 10^{-10} \text{ кг} . \quad (5.47)$$

Из последних выражений имеется возможность определить соотношение между массой в килограммах и силой тока в амперах, хотя это мы могли определить и раньше из соотношений для килограмма и ампера. Из (5.47) определяем:

$$1 \text{ кг} = 2,0404920 \cdot 10^{35} \text{ А} . \quad (5.48)$$

$$1 \text{ А} = 4,9007788 \cdot 10^{-36} \text{ кг} . \quad (5.49)$$

Видно, что по значению силы тока *килограмм* – это чудовищно большая величина. Из этого соотношения становится ясным – откуда берутся чудовищно большие силы и энергия ядерных реакций.

Соотношение сил  $F_{эл}/F_{эп}$  можно выразить и через соотношение токов  $I_0$  и  $I_e$ .

$$\frac{F_{эл}}{F_{эп}} = \frac{I_0^2}{I_e^2} \frac{4}{\alpha} . \quad (5.50)$$

Кроме значения единичного тока, мы можем попытаться определить и значение максимально возможного тока – из кванта протяженности тока, при единичном значении этой протяженности

$$I_{кг}^{\max} = \frac{(I \cdot l)_{кг}}{l_0}. \quad (5.51)$$

В ЕКСП это значение равно обратной величине постоянной тонкой структуры и совпадает со значением планковской массы ( $137,03599 l_0^3/t_0^2$ ). В системе СИ значение для максимального тока  $I_{кг}^{\max} = 4,4415677 \cdot 10^{27}$  А. Однако заметим, что полученная нами величина максимального тока, может быть, особого физического смысла и не имеет.

Если, как это было определено выше, *масса* элементарных частиц определяется *силой* их внутреннего *тока*, а размеры частиц в соответствии с выражением (5.36) тоже связаны с массой, то мы можем попытаться определить параметры других частиц, например, протона. Аналогичная попытка предпринималась в работе [66] и было бы интересно сопоставить результаты, получаемые из совершенно разных подходов.

По известной величине массы протона  $1,6726231 \cdot 10^{-27}$  кг определим силу тока в свободном протоне, пользуясь соотношением (5.48)

$$I_p = 2m_p = 6,82594811 \cdot 10^8 \text{ А}. \quad (5.52)$$

В ЕКСП это значение равно  $I_p = 2,1060144 \cdot 10^{-17} l_0^3/t_0^2$ .

Полученное значение (5.25) оказалось в  $\alpha^{-1}$  раз больше, чем указанное в работе [66].

На основании существования системного ряда основных квантуемых и константных физических величин будем считать, что квант ФВ *протяженность тока* для свободного протона равен такому же параметру и свободного электрона. Тогда по зависимости, аналогичной (4.32), определим радиус свободного протона

$$r_p = \frac{(I \cdot l)_{кг}}{4\pi m_p} = \frac{6,58212989 \cdot 10^{-9} (A \cdot m)}{2\pi \cdot 6,82594811 \cdot 10^8 (A)} = 1,534698526 \cdot 10^{-18} \text{ м}. \quad (5.53)$$

Полученное значение точно совпало со значением, указанным в работе [66]. Заметим, что в ЕКСП  $r_p = 1,035603316 \cdot 10^{18} l_0$ .

Выполним проверку полученных результатов по величине магнитного момента для протона, так как полученное несовпадение по одному из параметров не совсем понятно.

Вычисления, с учетом (5.52) и (5.53), дают следующий результат:

$$m_p = I_p \pi r_p^2 = 5,050786458 \cdot 10^{-18} \text{ А} \cdot \text{м}^2. \quad (5.54)$$

Полученное значение точно совпало с ядерным магнетоном. Значит полученная нами величина силы внутреннего тока для свободного протона более правильная.

Отметим, что отличие магнитного момента свободного протона от значения ядерного магнетона (в 2,792 847 386 раза – согласно данным [49]), по-видимому, имеет свои причины.

Комптоновская длина волны для протона  $\lambda_{c,p}$  [49] отличается от полученного радиуса свободного протона на значение постоянной тонкой структуры, что сходно со свойствами электрона. Это дополнительно подтверждает правильность нашего определения радиуса свободного протона.

В работе [66] вводится понятие радиуса орбиты для протона, находящегося в составе ядра атома. Однако, приводимое в указанной работе значение, полученное для атома водорода из условий равенства в атоме токов протона и электрона, на наш взгляд, сомнительно. В этом случае резко уменьшается значение для силы тока и, по идее, должна также значительно уменьшаться и масса протона, чего в действительности не наблюдается.

Можно предложить еще одну версию. Радиус протона в составе ядра или радиус его орбиты, по сравнению с величиной (5.53), возрастает в  $\alpha^{-2}$ , составляя

$$(r_p)^{\text{орб.}} = 2,881989304 \cdot 10^{-14} \text{ м}, \quad (5.55)$$

что может быть ближе к реальности, по оцениваемым размерам атомных ядер. При этом, по аналогии с электроном, можно предположить, что одновременно изменяется и значение  $(I \cdot l)_{\text{кв}}$  для протона, тоже возрастая в  $\alpha^{-2}$ . В этом случае значение массы протона не должно меняться, но возникает парадокс с величиной магнитного момента. Магнитный момент для свободного протона и протона, находящегося в составе ядра, если и меняется, то, по-видимому, не столь значительно.

Другое, что можно предположить – это петлеобразное представление орбиты протона в ядре атома (в виде скрученного кольца). При этом механический и электромагнитный моменты двух образованных кольцевых орбит становятся противоположно направленными и компенсируют друг друга. В результате мы будем фиксировать спин и магнитный момент только собственно протона.

В заключение данного раздела приведем, вычисленное по аналогии с (5.40), некое характеристическое время для протона

$$t_p = q_e / I_p = 2,347186501 \cdot 10^{-28} \text{ с}. \quad (5.56)$$

Соотношение полученного здесь времени и характеристического времени для электрона определяется известным соотношением их масс (1836,1527...). Заметим, что природа этого соотношения до конца не выявлена и здесь, так как величины токов нами изначально задавались исходя из величин масс – как данность.

## ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

1. Определены соотношения между единицами двух систем физических величин: СИ и ЕКСР.

2. Получены аналитические зависимости, выражающие соотношение между электрической силой и гравитационной – через основные параметры электрона и единичные значения физических величин в ЕКСР.

3. Проведенные исследования показывают, что масса, по природе своей, может быть проявлением силы внутреннего электрического тока, обязательно присутствующего в микрочастицах. Это позволяет считать гравитационное взаимодействие чисто токовым, которое отличается от известного взаимодействия протяженных токовых элементов тем, что в нем как бы нет участия физической величины пространственной протяженности.

*Анатомия человека является  
ключом к пониманию анатомии обезьяны.*

Ф. Энгельс

*Система ЕКСП является  
ключом к пониманию системы СИ.*

Автор

## **6 ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМНОГО РЯДА КВАНТУЕМЫХ И КОНСТАНТНЫХ ВЕЛИЧИН, ИМЕЮЩИХ РАЗМЕРНОСТИ И ЕДИНИЦЫ СИСТЕМЫ СИ**

### **6.1. Исследование квантуемых и некоторых других физических величин общей системы в размерностях и единицах системы СИ**

В таблицах 6 и 7 представлены значения и общие выражения для большого набора единиц физических величин, определенных через скорость света, постоянную тяготения, планковские значения длины и времени в системе СИ, а также через переводной коэффициент -  $\xi$ , связывающий массу и силу электрического тока в этой системе.

Из представленных выражений следует, что если  $\xi$  и  $G$  принимаются безразмерными и единичными, то системы СИ и ЕКСП по размерностям становятся полностью идентичными. Если это так, то в системе СИ тоже должна просматриваться определенная закономерность в расположении квантов физических величин, их отношений и «отношения отношений» по аналогии с таблицей 4 и рисунком 4-3. И это действительно оказывается так.

В таблице 8 для наглядности приведены значения единиц физических величин для некой гипотетической системы, где в отличие от системы СИ выбрано как бы более правильное (хотя это не совсем так) соотношение между единицами *массы* и *силы электрического тока*. Здесь новый ампер –  $A^\wedge$  равен силе электрического тока, содержащегося в килограмме массы. Этот вариант соответствует варианту, приводимому вторым в таблице 2. Из таблицы 8 можно понять – почему и как происходит деформация значений единиц физических величин системы СИ в сравнении с нашей более симметричной системой. Многие единицы электромагнитных величин изменяются на значения  $\xi$ ,  $\xi^2$  или на обратные им величины. Пользуясь данными табл.8 нетрудно понять различия систем СИ и ЕКСП.

Взаимосвязь единиц измерения в системах СИ<sup>^</sup> и СИ стандартной

№ п/п	Наименование физической величины	Единица измерения в новой системе СИ	Соотношения единиц СИ в новой и стандартной системах	Кoeff. связи единиц
1	Длина	м - осн. ед.	единицы равны	1
2	Время	с - осн. ед.	единицы равны	1
3	Скорость	м/с	единицы равны	1
4	Ускорение	м/с <sup>2</sup>	единицы равны	1
5	Масса	кг- осн. ед.	единицы равны	1
6	Энергия	Дж	единицы равны	1
7	Сила	Н	единицы равны	1
8	Натяжение (G=F/r)	Н/м	единицы равны	1
9	Давление (p= F/s = ρ <sub>m</sub> v <sup>2</sup> )	Па	единицы равны	1
10	Импульс	кг*м/с	единицы равны	1
11	Момент импульса	Дж*с	единицы равны	1
12	Плотность массы	кг/м <sup>3</sup>	единицы равны	1
13	Эл. заряд	Кл <sup>^</sup> = ξ <sup>-1</sup> Кл = кг*с	1,273574376*10 <sup>54</sup> элек- тронов = (c/4πm <sub>e</sub> r <sub>e</sub> α)	ξ <sup>-1</sup>
14	Сила эл. тока (A <sup>^</sup> = кг)	A <sup>^</sup> - осн. ед.	2,040492007*10 <sup>35</sup> А	ξ <sup>-1</sup>
15	Элемент (простр.) тока	A <sup>^</sup> м	2,040492007*10 <sup>35</sup> А м	ξ <sup>-1</sup>
16	Эл. потенциал	B <sup>^</sup>	4,900778814*10 <sup>-36</sup> В	ξ
17	Напряж-ть эл. поля	B <sup>^</sup> /м	4,900778814*10 <sup>-36</sup> В/м	ξ
18	Эл. сопротивление	Ом <sup>^</sup>	2,401763299*10 <sup>-71</sup> Ом	ξ <sup>2</sup>
19	Эл. проводимость	См <sup>^</sup>	4,163607632*10 <sup>70</sup> См	ξ <sup>-2</sup>
20	Удельное сопр.	Ом <sup>^</sup> *м	2,401763299*10 <sup>-71</sup> Ом*м	ξ <sup>2</sup>
21	Удельн. провод-ть	См <sup>^</sup> /м	4,163607632*10 <sup>70</sup> См/м	ξ <sup>-2</sup>
22	Эл.. дипольн. момент	Кл <sup>^</sup> *м	4,900778814*10 <sup>-36</sup> Кл*м	ξ
23	Поляризованность	Кл <sup>^</sup> /м <sup>2</sup>	4,900778814*10 <sup>-36</sup> Кл/м <sup>2</sup>	ξ
24	Емкость	Ф <sup>^</sup>	4,163607632*10 <sup>70</sup> Ф	ξ <sup>-2</sup>
25	Индуктивность	Гн <sup>^</sup>	2,401763299*10 <sup>-71</sup> Гн	ξ <sup>2</sup>
26	Векторн. потенциал	Н/A <sup>^</sup>	4,900778814*10 <sup>-36</sup> Н/А	ξ
27	Индукция*) магн. поля	Тл <sup>^</sup>	4,900778814*10 <sup>-36</sup> Тл	ξ
28	Напряж-сть*) магн. поля	A <sup>^</sup> /м	2,040492007*10 <sup>35</sup> А/м	ξ <sup>-1</sup>
29	Магнитный момент	A <sup>^</sup> * м <sup>2</sup>	2,040492007*10 <sup>35</sup> А*м <sup>2</sup>	ξ <sup>-1</sup>
30	Плотность эл. тока (ρ <sub>q</sub> v)	A <sup>^</sup> /м <sup>2</sup>	2,040492007*10 <sup>35</sup> А/м <sup>2</sup>	ξ <sup>-1</sup>
31	Поток магн. индукции*) и потокосцепление	Bб <sup>^</sup> =Дж/A <sup>^</sup>	4,900778814*10 <sup>-36</sup> Вб Вб = (Тл*м)	ξ
32	Единица эл. постоян.	Ф <sup>^</sup> /м	4,163607632*10 <sup>70</sup> Ф/м	ξ <sup>-2</sup>
33	Единица магн. постоян.	Гн <sup>^</sup> /м	2,401763299*10 <sup>-71</sup> Гн/м	ξ <sup>2</sup>
34	Единица грав. постоян.	м <sup>3</sup> /(с <sup>2</sup> кг)	единицы равны	G = 4πG <sup>СИ</sup>
35	Плотн. энергии эл. поля	(B <sup>^</sup> ) <sup>2</sup> *Ф <sup>^</sup> /м <sup>3</sup>	единицы равны	1
36	Плотн. энерг. магн. поля	(A <sup>^</sup> ) <sup>2</sup> *Гн/м <sup>3</sup>	единицы равны	1
37	Потенциал грав. поля	м <sup>2</sup> /с <sup>2</sup>	единицы равны	1
38	Напряж-ость грав. поля	м/с <sup>2</sup>	единицы равны	1
39	Вект. потенц. грав. поля	м/с	единицы равны	1
40	«Магн. инд.» грав. поля	с <sup>-1</sup>	единицы равны	1

41	Плотн. эн. гравит. поля	кг/(м с <sup>2</sup> )	единицы равны	1
42	Плотность тока массы	кг/(м <sup>2</sup> с)	единицы равны	1
43	Плотн. эл. заряда ( $\rho_q$ )	Кл/м <sup>3</sup>	$2,040492007 \cdot 10^{35}$ Кл/м <sup>3</sup>	$\xi^{-1}$
44	$(\rho_q v^2)$	Кл/(м с <sup>2</sup> )	$2,040492007 \cdot 10^{35}$ Кл/(м с <sup>2</sup> )	$\xi^{-1}$

В таблице 8 вездесущий коэффициент  $\xi$  определяется уже известным нам соотношением между единицами измерения *массы* и *силы тока* в системе СИ:

$$\xi = \alpha q_e^{\text{СИ}} \mu_0^{\text{СИ}} / c = 4,900778848 \cdot 10^{-36} \text{ (Кл Гн с/м}^2 \text{ = кг/А)}$$

Еще большую ясность в этот вопрос вносит таблица 9.

В этой таблице приведена схема расположения квантов физических величин системы СИ, выполненная по аналогии с ранее представленной схемой табл. 3. Примечательно, что и здесь все известные кванты выражаются в формульном виде, позволяя видеть отличия систем СИ и ЕКСП. Оказывается, что деформации в расположении квантов физических величин системы СИ происходят только из-за неэквивалентности в этой системе массы и силы электрического тока, в то время как в ЕКСП - это один и тот же физический параметр.

По этой причине в таблице 9, аналоге таблицы 3, в двух местах соотношений квантов ФВ присутствует дополнительный множитель  $\xi$ . Конкретно этот множитель присутствует в соотношении между элементарным электрическим зарядом -  $q_e$  и величиной, обратной магнитной постоянной -  $\mu_0^{-1}$ . Он также присутствует в соотношении между постоянной Планка и квантом линейного элемента электрического тока. Тем самым обнаруживается определенное родство или схожесть этих соотношений, причина этого пока еще не доступна нашему разумению.

Рассматривая симметрию «отношения отношений» по рис. 4-2, мы отметили, что в ряду квантуемых и константных величин нашей системы существует общее правило: в любой последовательности из трех величин основного ряда произведение квантов крайних членов пропорционально или равно квадрату кванта среднего члена. То есть любой средний член определяется как среднее пропорциональное от (произведения) крайних членов.

Таблица 9

Выражение в СИ кванта физической величины	Размерность в СИ	Соотношение между квантами в СИ	Примечание к соотношению
$\Pi_0 = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{F_{\text{Эл}}}{F_{\text{Гр}}} m_e^2 G =$ $= 4\pi r_e m_e c^2 = c^4 \xi^2 / (\mu_0 \alpha^2)$	$\Pi_0$ $M L^3 T^{-2}$	$\frac{\Pi}{h} = 2\alpha c$	совпадает с ЕКСР 1
$h = \frac{2\pi m_e r_e c}{\alpha} = \frac{c^3 \xi^2}{2\mu_0 \alpha^3}$	$h$ $M L^2 T^{-1}$	$\frac{h}{(I I)_{\text{КС}}} = \frac{c \xi}{2\alpha}$	$1,006677713 \cdot 10^{-25}$ кг м/(А с) 2
$(I I)_{\text{КС}} = 4\pi r_e m_e =$ $= \frac{q_e c}{\alpha} = \frac{c^2 \xi}{\mu_0 \alpha^2}$	$(I I)_{\text{КС}}$ $I L$	$\frac{(I I)_{\text{КС}}}{q_e} = \frac{c}{\alpha}$	совпадает с ЕКСР 3
$q_e = \frac{4\pi m_e r_e \alpha}{c} =$ $= \frac{c \xi}{\mu_0 \alpha} = \frac{\varepsilon_0 c^3 \xi}{\alpha}$	$q_e$ $I T$	$q_e \mu_0 = \frac{c \xi}{\alpha}$	$2,013355427 \cdot 10^{-25}$ кг м/(А с) 3
$\frac{1}{\mu_0} = \frac{q_e \alpha}{\xi c} = \varepsilon_0 c^2$	$\mu_0^{-1}$ $M^{-1} L^{-1} T^2 I^2$	$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{2\alpha}$	совпадает с ЕКСР 2
$\frac{1}{R_K} = \frac{2\alpha}{\mu_0 c} = \frac{q_e^2}{h} =$ $= 2\alpha c \varepsilon_0$	$R_K^{-1}$ $M^{-1} L^{-2} T^3 I^2$	$\frac{1}{R_K \varepsilon_0} = 2\alpha c$	совпадает с ЕКСР 1
$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2} = \frac{q_e \alpha}{\xi c^3} =$ $= \frac{4\pi m_e r_e \alpha^2}{c^4 \xi^2}$	$\varepsilon_0$ $M^{-1} L^{-3} T^4 I^2$		

$\xi = \alpha q_e \mu_0 / c = 4,900778848 \cdot 10^{-36}$  кг/А

В таблице 10 приведены для сравнения имеющиеся соотношения в ряду квантуемых и константных величин для систем ЕКСР и СИ. Эти данные позволяют еще яснее понять свойства и особенности широко применяемой системы СИ.

Сравнительные соотношения близ расположенных квантуемых и константных величин в системах ЕКСР и СИ

Соотношение в ЕКСР	Результат сравнения соотношений	Соотношение в СИ
<i>Центральная триада</i>		
$(I l)_{\text{КВ}} \mu_0^{-1} = q_e^2$	Соотношения равны при $I_e = 2m_e$	$q_e^2 = m_e r_e * 10^7$
<i>Средние триады</i>		
$q_e R_K^{-1} = 2 \mu_0^{-2}$	Соотношения не совпадают на $\xi$	$q_e R_X^{-1} = q_e 2\alpha/(\mu_0 c) = 2\xi \mu_0^{-2}$
$h q_e = (I l)_{\text{КВ}}^2/2$	Соотношения не совпадают на $\xi$	$h q_e = \xi q_e^2 c^2/(2\alpha^2) = q_e^3 \mu_0 c/(2\alpha)$
<i>Крайние триады</i>		
$\varepsilon_0 \mu_0^{-1} = R_B^{-2} = (2R_X)^{-1}$	Соотношения совпадают при $R_K^{-1} = 2\alpha^2$ (в ЕКСР)	$\varepsilon_0 \mu_0^{-1} = R_B^{-2} = (2\alpha R_X)^{-2}$
$\Pi_0 (I l)_{\text{КВ}} = 2h$	Соотношения совпадают при $q_e = c^{-2}$ (в СИ)	$\Pi_0 (I l)_{\text{КВ}} = h^2 4\alpha^2/\xi = 2h (q_e c^2)$

Соотношения центральной триады, приведенные в табл. 10, показывают, что в системе СИ в скрытом виде тоже заложено равенство (с поправкой на коэффициент 2) значений массы и величины электрического тока.

В средних триадах несовпадение соотношений на значение коэффициента  $\xi$  воспринимается как естественное. Наличие цифры 2 в этих соотношениях, возможно, говорит об их несовершенстве, что будет рассмотрено в следующем разделе.

В соотношениях крайних триад обнаруживается много удивительного. Так в ЕКСР произведение крайних членов триад пропорционально и первой и второй степени среднего члена. Такое возможно, если средний член имеет единичное значение или крайние члены триад обратно пропорциональны друг другу. По-видимому, с этим качеством как-то связана величина постоянной тонкой структуры -  $\alpha$ , происхождение которой до сих пор наукой не выяснено.

По результатам сравнения данных соотношений можно также сделать вывод о целесообразности установления в СИ для элементарного электрического заряда значения, равного обратной величине квадрата скорости света. Такой вывод несколько уточняет наши представления о системе СИ, изложенные в разделе 3.1. Надо сказать, что в таком виде система СИ будет уже больше похожа на вариант №2 в таблице 2.

Наличие двойки в соотношениях крайних триад также выглядит аномально. Поэтому желательно выяснить причину появления этой двойки.

Как следует из предыдущего материала, система СИ оказывается во многом похожей на систему ЕКСР. В системе СИ в скрытой форме присутствует даже эквивалентность *массы* и *силы электрического тока*. Попробуем рассмотреть систему СИ еще более тщательно.

На рисунке 6-1 представлена схема, выполненная для системы СИ по аналогии с рис.9. В левом столбце схемы помещены выражения для квантов физических величин, которые возможно записать и по иному, используя для этого выражение  $\xi$  в этой системе.

$\frac{c^4 \xi^2}{\mu_0 \alpha^2}$	$\Pi_0$ $ML^2 T^{-2}$	$\Pi_0 h^{-1} = 2\alpha c$						
$\frac{c^3 \xi^2}{2\mu_0 \alpha^3}$	$h$ $ML^2 T^{-1}$	$\frac{h}{(I)_{KB}} = \frac{c \xi}{2\alpha}$	$4 \alpha^2 / \xi$					
$\frac{c^2 \xi}{\mu_0 \alpha^2}$	$(I)_{KB}$ $I L$	$\frac{(I)_{KB}}{q_e} = \frac{c}{\alpha}$	$\frac{\xi}{2}$	$8 \alpha^2 / \xi^2$				
$\frac{c \xi}{\mu_0 \alpha}$	$q_e$ $I T$	$q_e \mu_0 = \frac{c \xi}{\alpha}$	$1/\xi$	$\frac{\xi^2}{2}$	$16 \alpha^2 / \xi^4$			
$\frac{1}{\mu_0}$	$\mu_0^{-1}$ $M^{-1} L^{-1} T^2 P$	$\frac{R_X}{\mu_0} = \frac{c}{2\alpha}$	$2 \xi$	$\frac{1}{2 \xi^2}$	$\frac{1}{16 \alpha^2 \xi^3}$			
$\frac{2 \alpha}{\mu_0 c}$	$R_X^{-1}$ $M^{-1} L^{-2} T^3 P$	$\frac{1}{R_X \epsilon_0} = 2\alpha c$	$\frac{1}{4 \alpha^2}$	$8 \alpha^2 \xi$				
$\frac{1}{\mu_0 c^2}$	$\epsilon_0$ $M^{-1} L^{-3} T^4 P$							

Соотношения, образуемые в ряду неупорядоченных по размерности квантуемых и константных ФВ системы СИ

Рис.6-1. Соотношения, наблюдаемые в ряду квантуемых и константных величин системы СИ

Общее выражение для соотношения массы в килограммах и силы тока в амперах в системе СИ следующее:

$$\xi = \frac{\alpha q_e \mu_0}{c} = 4,900778848 * 10^{-36} \text{ (Кл Гн с/м}^2 \text{ = кг/А)}. \quad (6.1)$$

Оно следует из выражения (4.21) для элементарного электрического заряда в системе ЕКСР, где  $\xi = 1$ .

Подстановкой формулы (6.1) в отдельные выражения левого столбца схемы по рис.6-1 можно получить знакомые, но, в целом по схеме, логически менее увязанные друг с другом зависимости и соотношения:

$$P_0 = \frac{c^4 \xi^2}{\mu_0 \alpha^2} = \frac{c^4 (\alpha q_e \mu_0)^2}{c^2 \mu_0 \alpha^2} = c^2 q_e^2 \mu_0 = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \quad (6.2)$$

$$h = \frac{c^3 \xi^2}{2 \mu_0 \alpha^3} = \frac{c^3 (\alpha q_e \mu_0)^2}{2 c^2 \mu_0 \alpha^3} = \frac{c q_e^2 \mu}{2 \alpha} = \frac{q_e^2}{2 \alpha c \varepsilon_0}. \quad (6.3)$$

$$(II)_{\text{KB}} = \frac{c^3 \xi}{\mu_0 \alpha} = \frac{c^2 (\alpha q_e \mu_0)}{c \mu_0 \alpha} = \frac{q_e c}{\alpha}. \quad (6.4)$$

К сожалению, в этих зависимостях мы потеряли выражение всех квантуемых величин через магнитную постоянную -  $\mu_0$ , что позволяло их сравнивать.

Вышеизложенное позволяет понять, что в системе СИ все элементарные кванты физических величин и константные величины тоже достаточно просто выражаемы через скорость света, постоянную тонкой структуры и через квант какой-либо одной из квантуемых величин.

## 6.2 Определение условий достижения полного совпадения физических параметров массы и силы электрического тока в системах СИ и ЕКСР

В предыдущем разделе мы достаточно основательно разобрались с системой СИ. Однако до сих пор остался не совсем проясненным вопрос о неполной идентичности значений *массы* и *силы электрического тока*, так как обнаружилось несовпадение вдвое по их величине. В системе СИ такое несовпадение присутствует в неявном виде - в выражении для квадрата электрического заряда, связанного в действительности (в исследуемой системе) с квантом протяженного элемента тока. В системе ЕКСР такое несовпадение проявляет себя явно. Частично этот вопрос мы пытались объяснить в разделе 4.2. Здесь же попробуем разобраться с этим феноменом если не окончательно, то более пристально.

Равенство массы электрона половине силы его кольцевого электрического тока следовало из выражения (4.33) и выражений (4.3) - (4.5), как первоначальных. Поэтому полная идентичность массы и силы электрического тока может быть получена путем изменения величин исходных параметров или изменения определяющих уравнений для потенциальной энергии (потенциала) и электрической напряженности поля.

Если идти по пути корректировки определяющих уравнений, то для систем СИ и ЕКСР они, по идее, должны принять следующий вид.

Для электрического потенциала:

$$\varphi = \frac{q_e}{2\pi r} , \quad (6.5)$$

а для напряженности электрического поля:

$$E = \frac{q_e}{2\pi r^2} . \quad (6.6)$$

При этом выражение (4.3) преобразуется таким образом:

$$E = m_e c^2 = \frac{q_e^2}{2\pi r_e^2} . \quad (6.7)$$

Соответствующие изменения потребуются и в ряде других определяющих уравнений электромагнетизма. Например, известная амперовская сила, действующая между движущимися электрическими зарядами, будет определяться выражением:

$$F_A = \mu_0 \frac{(q_1 v_1)(q_2 v_2)}{2\pi r^2} . \quad (6.8)$$

Изменения, которые произойдут в ЕКСР, в системе расположения квантов квантуемых и константных физических величин (аналогичной табл.3) показаны в таблице 11. Чтобы отличать систему ФВ с этими нововведениями, назовем ее ЕКСР-2. Изменения, которые произойдут в системе СИ – показаны в таблице 12. Измененная система названа СИ-2.

Изменения, отраженные в табл. 11 и табл.12 интересны тем, что в соотношениях квантов пропала местами встречавшаяся двойка. Теперь схема «отношения отношений» для системы ЕКСР-2 (аналогичная рис. 9) становится исключительно красивой (см. рис. 6-2). А красота, по Гегелю, – есть сияние истины!

С использованием соотношений (6.5) – (6.7) более красивой и симметричной становится и схема «отношения отношений» в системе СИ (см. рис.6-3).

Соотношения в ряду квантуемых и константных физических величин по рис.6-2 получают при изменении единичных значений длины (пространственной протяженности) и времени в ЕКСР. Эти единичные значения становятся в  $\sqrt{2}$  раз меньше ранее определенных значений (см. (4.26) и (4.27)), составляя для:

$$l_0 = 2\sqrt{2}\pi\alpha l_{пл} = 1,047887467*10^{-36} \text{ м} \quad (6.9)$$

и

$$t_0 = 2\sqrt{2}\pi\alpha t_{пл} = 3,495376347*10^{-45} \text{ с.} \quad (6.10)$$

Выражение физической величины (кванта) в ЕКСР-2	Обозначение, размерность, значение	Соотношение между квантами в ЕКСР-2	Примечание к соотношению	
$\Pi_0 = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{F_{эл}}{F_{гв}} m_e^2 G =$ $= 2\pi r_e m_e c^2 G$	$\Pi_0$ $L^6 T^{-4}$ $\alpha$	$\frac{\Pi}{h} = \alpha c$	Вдвое меньше ЕКСР	1
$h = \frac{2\pi m_e r_e c G}{\alpha} = \frac{c^3}{\mu_0 \alpha^3}$	$h$ $L^5 T^{-3}$ $1/\alpha^2$	$\frac{h}{(I)_{жк}} = \frac{c}{\alpha}$	Вдвое больше ЕКСР	2
$(I)_{жк} = 2\pi r_e m_e G =$ $= \frac{q_e c}{\alpha} = \frac{c^2}{\mu_0 \alpha^2}$	$(I)_{жк}$ $L^4 T^{-2}$ $1/\alpha$	$\frac{(I)_{жк}}{q_e} = \frac{c}{\alpha}$	Совпадает с ЕКСР	3
$q_e = \frac{2\pi m_e r_e \alpha G}{c} =$ $= \frac{c}{\mu_0 \alpha} = \frac{\varepsilon_0 c^3}{\alpha}$	$q_e$ $L^3 T^{-1}$ $1$	$q_e \mu_0 = \frac{c}{\alpha}$	Совпадает с ЕКСР	3
$\frac{1}{\mu_0} = \frac{q_e \alpha}{c} = \varepsilon_0 c^2$	$\mu_0^{-1}$ $L^2$ $\alpha$	$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{\alpha}$	Вдвое больше ЕКСР	2
$\frac{1}{R_K} = \frac{\alpha}{\mu_0 c} = \frac{q_e^2}{h} =$ $= \alpha c \varepsilon_0$	$R_K^{-1}$ $L T$ $\alpha^2$	$\frac{1}{R_K \varepsilon_0} = \alpha c$	Вдвое меньше ЕКСР	1
$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2} = \frac{q_e \alpha}{c^3} =$ $= \frac{2\pi m_e r_e \alpha^2 G}{c^4}$	$\varepsilon_0$ $T^2$ $\alpha$			

Выражение в СИ-2 кванта      Размерность  
физической величины      в СИ-2

Выражение в СИ-2 кванта физической величины	Размерность в СИ-2	Соотношение между квантами в СИ-2	Примечание к соотношению
$\Pi_0 = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{F_{\text{эл}}}{F_{\text{гв}}} m_e^2 G =$ $= 2\pi r_e m_e c^2 = c^4 \xi^2 / (\mu_0 \alpha^2)$	$\Pi_0$ $M L^3 T^{-2}$	$\frac{\Pi}{h} = \alpha C$	совпадает с ЕКСР-2, вдвое меньше СИ
$h = \frac{2\pi m_e r_e c}{\alpha} = \frac{c^3 \xi^2}{\mu_0 \alpha^3}$	$h$ $M L^2 T^{-1}$	$\frac{h}{(I1)_{\text{жк}}} = \frac{C \xi}{\alpha}$	$1,006677714 \cdot 10^{-25}$ кг м/(А с)
$(I1)_{\text{жк}} = 2\pi r_e m_e / \xi =$ $= \frac{q_e c}{\alpha} = \frac{c^2 \xi}{\mu_0 \alpha^2}$	$(I1)_{\text{жк}}$ $I L$	$\frac{(I1)_{\text{жк}}}{q_e} = \frac{C}{\alpha}$	совпадает с ЕКСР и ЕКСР-2, равно СИ
$q_e = \frac{2\pi m_e r_e \alpha}{c \xi} =$ $= \frac{c \xi}{\mu_0 \alpha} = \frac{\varepsilon_0 c^3 \xi}{\alpha}$	$q_e$ $I T$	$q_e \mu_0 = \frac{C \xi}{\alpha}$	$1,006677714 \cdot 10^{-25}$ кг м/(А с)
$\frac{1}{\mu_0} = \frac{q_e \alpha}{\xi c} = \varepsilon_0 c^2$	$\mu_0^{-1}$ $M^{-1} L^{-1} T^2 I^2$	$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{C}{\alpha}$	совпадает с ЕКСР-2, вдвое больше СИ
$\frac{1}{R_K} = \frac{\alpha}{\mu_0 c} = \frac{q_e^2}{h} =$ $= \alpha C \varepsilon_0$	$R_K^{-1}$ $M^{-1} L^{-2} T^3 I^2$	$\frac{1}{R_K \varepsilon_0} = \alpha C$	совпадает с ЕКСР-2, вдвое меньше СИ
$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 c^2} = \frac{q_e \alpha}{\xi c^3} =$ $= \frac{2\pi m_e r_e \alpha^2}{c^4 \xi^2}$	$\varepsilon_0$ $M^{-1} L^{-3} T^4 I^2$		

В системе СИ-2 параметры  $\varepsilon_0$ ,  $\mu_0$  и  $\xi$  имеют свои значения. По сравнению с СИ:

$\varepsilon_0$  - в два раза больше,  $\mu_0$  и  $\xi$  - в два раза меньше. Значение  $\xi = \alpha q_e \mu_0 / c$   
 $= 2,450389424 \cdot 10^{-36}$  кг/А.

$\frac{1}{\alpha}$	$\Pi_0$ $L^6 T^{-4}$	$\Pi_0 h^{-1} = \alpha c$					
$\frac{1}{\alpha^2}$	$h$ $L^5 T^{-3}$	$\frac{h}{(I I)_{KB}} = \frac{c}{\alpha}$	$\alpha^2$				
$\frac{1}{\alpha}$	$(I I)_{KB}$ $L^5 T^{-3}$	$\frac{(I I)_{KB}}{q_e} = \frac{c}{\alpha}$	1		$\alpha^2$		
1	$q_e$ $L^3 T^{-1}$	$q_e \mu_0 = \frac{c}{\alpha}$	1	1	1	$\alpha^2$	1
$\alpha$	$\mu_0^{-1}$ $L^2$	$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{\alpha}$	1		$\frac{1}{\alpha^2}$		
$\alpha^2$	$R_K^{-1}$ $L T$	$\frac{1}{R_K} = \alpha c$	$\frac{1}{\alpha^2}$				
$\alpha$	$\varepsilon_0$ $T^2$	$R_K \varepsilon_0$					

Рис.6-2. Соотношения, образуемые в ряду квантуемых и константных величин системы ЕКСР-2

$\frac{c^4 \xi^2}{\mu_0 \alpha^2}$	$\Pi_0$ $M L^3 T^2$	$\Pi_0 h^{-1} = \alpha c$					
$\frac{c^3 \xi^2}{\mu_0 \alpha^3}$	$h$ $M L^2 T^{-1}$	$\frac{h}{(I I)_{KB}} = \frac{c \xi}{\alpha}$	$\alpha^2 / \xi$		$\alpha^2 / \xi^2$		
$\frac{c^2 \xi}{\mu_0 \alpha^2}$	$(I I)_{KB}$ $I L$	$\frac{(I I)_{KB}}{q_e} = \frac{c}{\alpha}$	$\xi$		$\alpha^2 / \xi^4$		
$\frac{c \xi}{\mu_0 \alpha}$	$q_e$ $I T$	$q_e \mu_0 = \frac{c \xi}{\alpha}$	$1/\xi$	$\xi^2$	$\xi^4$	$\alpha^2 / \xi^8$	$1/\xi^{15}$
$\frac{1}{\mu_0}$	$\mu_0^{-1}$ $M^{-1} L^{-1} T^2 P$	$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{\alpha}$	$\xi$	$\frac{1}{\xi^2}$	$\frac{1}{\alpha^2 \xi^3}$		
$\frac{\alpha}{\mu_0 c}$	$R_K^{-1}$ $M^{-1} L^{-2} T^3 P$	$\frac{1}{R_K} = \alpha c$	$\frac{1}{\alpha^2}$	$\alpha^2 \xi$			
$\frac{1}{\mu_0 c^2}$	$\varepsilon_0$ $M^{-1} L^{-3} T^4 P$	$R_K \varepsilon_0$					

Рис.6-3. Соотношения, образуемые в ряду квантуемых и константных величин системы СИ-2

Из-за изменений единичных значений длины и времени меняются размеры единиц и для большинства других физических величин. Электрический заряд электрона, принимаемый в ЕКСР единичным по величине, по идее, не должен меняться. Произошедшие изменения физических величин отражены в данных таблиц 13 и 14. Значком «Б» в графе примечаний обозначены бывшие значения единиц физических величин, приводившиеся в таблицах 6 и 7. Интересно, что ровно вдвое изменились единицы измерения *момента импульса, электрического сопротивления, электрической постоянной, магнитной постоянной* и ряда других физических величин. Вдвое меньше стало и значение  $\xi$ , при этом в ЕКСР-2 *масса* микрочастиц становится в точности равной *силе* их внутреннего *электрического тока*, принимаемого кольцевым и замкнутым на самого себя.

Таблица 13

Взаимосвязь единиц систем СИ и ЕКСР-2 (при  $q_e \mu_0 = c/\alpha$  и  $q_e = 2\pi r_e m_e G \alpha/c$ )

№ п/п	Наименование физической величины	Единица измерения в СИ	Значение единицы СИ в единицах системы ЕКСР	Примеч.
1	Длина	м - осн. ед.	$9,543009454 \cdot 10^{35} l_0$	Б* $\sqrt{2}$
2	Время	с - осн. ед.	$2,860922261 \cdot 10^{44} t_0$	Б* $\sqrt{2}$
3	Скорость	м/с	$3,335640953 \cdot 10^{-9} l_0/t_0$	Б
4	Ускорение	м/с <sup>2</sup>	$1,165932049 \cdot 10^{-53} l_0/t_0^2$	Б/ $\sqrt{2}$
5	Масса	1кг- осн. ед.	$8,903243464 \cdot 10^9 l_0^3/t_0^2$	Б* $\sqrt{2}$
6	Энергия	Дж	$9,90619434 \cdot 10^{-8} l_0^5/t_0^4$	Б* $\sqrt{2}$
7	Сила	Н	$1,038057689 \cdot 10^{-43} l_0^4/t_0^4$	Б
8	Натяжение ( $G = F/r = \rho_m v$ )	Н/м	$1,087767642 \cdot 10^{-79} l_0^3/t_0^4$	Б/ $\sqrt{2}$
9	Давление ( $p = F/s = \rho_m v^2$ )	Па	$1,139858078 \cdot 10^{-115} l_0^2/t_0^4$	Б/2
10	Импульс	кг*м/с	$29,69802351 l_0^4/t_0^3$	Б* $\sqrt{2}$
11	Момент импульса	Дж*с	$2,834085191 \cdot 10^{37} l_0^5/t_0^3$	Б*2
12	Плотность массы	кг/м <sup>3</sup>	$1,024453351 \cdot 10^{-98} t_0^{-2}$	Б/2
Электрические величины и полевые параметры				
13	Электр. заряд	Кл	$6,241506340 \cdot 10^{18} l_0^3/t_0$	Б
14	Сила электр. тока	А- осн. ед.	$2,181641363 \cdot 10^{-26} l_0^3/t_0^2$	Б/ $\sqrt{2}$
15	Элемент (протяж.) тока	А*м	$2,081942415 \cdot 10^{10} l_0^4/t_0^2$	Б
16	Эл. потенциал	В	$1,587148006 \cdot 10^{-26} l_0^2/t_0^3$	Б* $\sqrt{2}$
17	Напряженность эл. поля	В/м	$1,663152503 \cdot 10^{-62} l_0/t_0^3$	Б
18	Эл. сопротивление	Ом	$0,727501794 l_0^{-1} t_0^{-1}$	Б*2
19	Эл. проводимость	См	$1,374567057 l_0 t_0$	Б/2
20	Удельное сопротивл.	Ом*м	$6,942556500 \cdot 10^{35} t_0^{-1}$	Б*2 $\sqrt{2}$
21	Удельная проводимость	См/м	$1,440391591 \cdot 10^{-36} t_0$	Б/2 $\sqrt{2}$
22	Эл.дипольный момент	Кл*м	$5,956275401 \cdot 10^{54} l_0^4/t_0$	Б* $\sqrt{2}$
23	Поляризованность	Кл/м <sup>2</sup>	$6,853599273 \cdot 10^{-54} l_0/t_0$	Б/2
24	Емкость	Ф	$3,932529491 \cdot 10^{44} l_0 t_0^2$	Б/ $\sqrt{2}$
25	Индуктивность	Гн	$2,081326078 \cdot 10^{44} l_0^{-1}$	Б*2 $\sqrt{2}$
26	Векторный потенциал	Н/А	$4,758150018 \cdot 10^{-18} l_0/t_0^2$	Б* $\sqrt{2}$
27	Индукция магн. поля	Тл	$4,986005768 \cdot 10^{-54} t_0^{-2}$	Б

28	Напряженность магн. поля	А/м	$2,28611464 \cdot 10^{-62} l_0^2 / t_0^2$	Б/2
29	Магнитный момент	$A \cdot m^2$	$1,986799615 \cdot 10^{46} l_0^5 / t_0^2$	$B \cdot \sqrt{2}$
30	Плотность эл. тока ( $\rho_q v$ )	А/м <sup>2</sup>	$2,395590879 \cdot 10^{-98} l_0 / t_0^2$	$B/2\sqrt{2}$
31	Поток магн. индукции и потокоцепление	$B\phi = \text{Дж}/\text{А}$	$4,540707076 \cdot 10^{18} l_0^2 / t_0^2$	$B \cdot 2$
32	Единица эл. постоянной	Ф/м	$4,120848366 \cdot 10^8 t_0^2$	Б/2
33	Единица магн. постоян.	Гн/м	$2,180995511 \cdot 10^8 l_0^{-2}$	$B \cdot 2$
34	Единица грав. постоян.	$m^3 / (c^2 \text{ кг})$	$8,3850238 \cdot 10^{-10} m^3 / (c^2 \text{ кг})$	Б
35	Плотн. энергии эл. поля	$B^2 \cdot \Phi / m^3$	$1,139858078 \cdot 10^{-115} l_0^2 / t_0^4$	Б/2
36	Плотн. энергии магн. поля	$(A^2 \cdot \Gamma \text{ н} / m^3)$	$1,139858078 \cdot 10^{-115} l_0^2 / t_0^4$	Б/2
37	Потенциал гр. поля	$m^2 / c^2$	$1,112650056 \cdot 10^{-17} l_0^2 / t_0^2$	Б
38	Напряженность гр. поля	$m / c^2$	$1,165932049 \cdot 10^{-53} l_0 / t_0^2$	$B / \sqrt{2}$
39	Векторн. потенц. гр. поля	м/с	$3,335640953 \cdot 10^{-9} l_0 / t_0$	Б
40	«Магн. индукц.» гр. поля	$c^{-1}$	$3,495376347 \cdot 10^{-45} t_0^{-1}$	$B / \sqrt{2}$
41	Плотн. энергии гр. поля	$\text{кг} / (m \text{ с}^2)$	$1,139858078 \cdot 10^{-115} l_0^2 / t_0^4$	Б/2
42	Плотность тока массы	$\text{кг} / (m^2 \text{ с})$	$1,366883415 \cdot 10^{-106} l_0^3 / t_0^4$	$B \cdot 2$
43	Плотность эл. заряда ( $\rho_q$ )	Кл/м <sup>3</sup>	$7,181800779 \cdot 10^{-90} t_0^{-1}$	$B/2\sqrt{2}$
44	$(\rho_q v^2)$	$\text{Кл} / (m \text{ с}^2)$	$7,99083104 \cdot 10^{-107} l_0^2 / t_0^3$	$B/2\sqrt{2}$

Таблица 14

Взаимосвязь единиц систем ЕКСР-2 и СИ (при  $q_e \mu_0 = c/\alpha$  и  $q_e = 2\pi r_e m_e G \alpha/c$ )

№ п/п	Наименование физической величины	Единица измерения в ЕКСР	Значение единицы ЕКСР в единицах системы СИ	Примечание
1	Длина	$l_0$ - осн. ед.	$1,047887467 \cdot 10^{-36} \text{ м}$	$B / \sqrt{2}$
2	Время	$t_0$ - осн. ед.	$3,495376347 \cdot 10^{-45} \text{ с}$	$B / \sqrt{2}$
3	Скорость	$l_0 / t_0$	$2,997924580 \cdot 10^8 \text{ м/с}$	Б
4	Ускорение	$l_0 / t_0^2$	$8,576829163 \cdot 10^{52} \text{ м/с}^2$	$B \cdot \sqrt{2}$
5	Масса	$l_0^3 / t_0^2$	$1,123186178 \cdot 10^{-10} \text{ кг}$	$B / \sqrt{2}$
6	Энергия	$l_0^5 / t_0^4$	$1,009469394 \cdot 10^7 \text{ Дж}$	$B / \sqrt{2}$
7	Сила	$l_0^4 / t_0^4$	$9,633375974 \cdot 10^{42} \text{ Н}$	Б
8	Натяжение	$l_0^3 / t_0^4$	$9,193139799 \cdot 10^{78} \text{ Н/м}$	$B \cdot \sqrt{2}$
9	Давление	$l_0^2 / t_0^4$	$8,773022002 \cdot 10^{114} \text{ Па}$	$B \cdot 2$
10	Импульс	$l_0^4 / t_0^3$	$0,033672274 \text{ кг} \cdot \text{м/с}$	$B / \sqrt{2}$
11	Момент импульса	$l_0^5 / t_0^3$	$3,528475443 \cdot 10^{-38} \text{ Дж} \cdot \text{с}$	Б/2
12	Плотность массы	$t_0^{-2}$	$9,76130342 \cdot 10^{97} \text{ кг/м}^3$	$B \cdot 2$
Электрические величины и полевые параметры				
13	Электр. заряд	$l_0^3 / t_0$	$1,602177336 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$	Б
14	Сила электр. тока	$l_0^3 / t_0^2$	$4,583704806 \cdot 10^{25} \text{ А}$	$B \cdot \sqrt{2}$
15	Элемент (протяж.) тока	$l_0^4 / t_0^2$	$4,803206817 \cdot 10^{-11} \text{ А} \cdot \text{м}$	Б
16	Эл. потенциал	$l_0^2 / t_0^3$	$6,300609598 \cdot 10^{25} \text{ В}$	$B / \sqrt{2}$
17	Напряженность эл. поля	$l_0 / t_0^3$	$6,012677721 \cdot 10^{61} \text{ В/м}$	Б
18	Эл. сопротивление	$l_0^{-1} t_0^{-1}$	$1,374567057 \text{ Ом}$	Б/2
19	Эл. проводимость	$l_0 t_0$	$0,727501794 \text{ См}$	$B \cdot 2$
20	Удельное сопротивл.	$t_0^{-1}$	$1,44039159 \cdot 10^{-36} \text{ Ом} \cdot \text{м}$	$B/2\sqrt{2}$
21	Удельная проводимость	$t_0$	$6,942556501 \cdot 10^{35} \text{ См/м}$	$B \cdot 2\sqrt{2}$

22	Эл.дипольный момент	$l_0^4 / t_0$	$1,678901550 \cdot 10^{-55}$ Кл*м	Б/ $\sqrt{2}$
23	Поляризованность	$l_0 / t_0$	$1,45908735 \cdot 10^{53}$ Кл/м <sup>2</sup>	Б*2
24	Емкость	$l_0 t_0^2$	$2,542892564 \cdot 10^{-45}$ Ф	Б* $\sqrt{2}$
25	Индуктивность	$l_0^{-1}$	$4,804629177 \cdot 10^{-45}$ Гн	Б/2 $\sqrt{2}$
26	Векторный потенциал	$l_0 / t_0^2$	$2,101657149 \cdot 10^{17}$ Н/А	Б/ $\sqrt{2}$
27	Индукция магн. поля	$t_0^{-2}$	$2,005613404 \cdot 10^{53}$ Тл	Б
28	Напряженность магн. п.	$l_0^2 / t_0^2$	$4,374233830 \cdot 10^{61}$ А/м	Б*2
29	Магнитный момент	$l_0^5 / t_0^2$	$5,033220222 \cdot 10^{-47}$ А*м <sup>2</sup>	Б / $\sqrt{2}$
30	Плотность эл. тока ( $\rho_q v$ )	$l_0 / t_0^2$	$4,174335480 \cdot 10^{97}$ А/м <sup>2</sup>	Б*2 $\sqrt{2}$
31	Поток магн. индукции и потокоцепление	$l_0^2 / t_0^2$	$2,202300177 \cdot 10^{-19}$ Вб	Б/2
32	Единица эл. постоянной	$t_0^2$	$2,426684778 \cdot 10^{-9}$ Ф/м	<b>Б*2</b>
33	Единица магн. постоянн.	$l_0^2$	$4,585062165 \cdot 10^{-9}$ Гн/м	Б/2
34	Единица грав. постоянн.	1	$8,3850238 \cdot 10^{-10}$ м <sup>3</sup> /(с <sup>2</sup> кг)	Б
35	Плотн. энергии эл.поля	$l_0^2 / t_0^4$	$8,773022000 \cdot 10^{114}$ Па	Б*2
36	Плотн. энергии магн.поля	$l_0^2 / t_0^4$	$8,773022000 \cdot 10^{114}$ Па	Б*2
37	Потенциал гр. поля	$l_0^2 / t_0^2$	$8,987551788 \cdot 10^{16}$ м <sup>2</sup> /с <sup>2</sup>	Б
38	Напряженность гр. поля	$l_0 / t_0^2$	$8,576829163 \cdot 10^{52}$ м/с <sup>2</sup>	Б* $\sqrt{2}$
39	Векторн. потенц. гр. поля	$l_0 / t_0$	$2,99792458 \cdot 10^8$ м/с	Б
40	«Магн. индукц.» гр. поля	$t_0^{-1}$	$2,860922261 \cdot 10^{44}$ с <sup>-1</sup>	Б* $\sqrt{2}$
41	Плотн. энергии гр. поля	$l_0^2 / t_0^4$	$8,773022000 \cdot 10^{114}$ Па	Б*2
42	Плотность тока массы	$l_0 / t_0^3$	$7,31591289 \cdot 10^{105}$ кг/(м <sup>2</sup> с)	Б/2
43	Плотность эл. заряда ( $\rho_q$ )	$t_0^{-1}$	$1,392408437 \cdot 10^{89}$ Кл/м <sup>3</sup>	Б*2 $\sqrt{2}$
44	( $\rho_q v^2$ )	$l_0^2 / t_0^3$	$1,2514343 \cdot 10^{106}$ Кл/(м с <sup>2</sup> )	Б*2 $\sqrt{2}$

Следует отметить, что в ЕКСР-2 значения постоянной Планка и кванта сопротивления Холла (постоянной фон Клитцинга) численно определяются только величиной, связанной с квадратом постоянной тонкой структуры (двойка отсутствует). Произошедшие изменения единиц измерения *электрической постоянной* и *магнитной постоянной* (вдвое) как бы скомпенсировали произведенные нами изменения уравнений связи для силовых взаимодействий (кулоновской и амперовской сил).

На рисунках 6-2 и 6-3 были показаны изменения, происходящие в схеме общих соотношений, образуемых в ряду квантуемых и константных величин систем ЕКСР-2 и СИ-2. Видно, что эти изменения направлены в сторону увеличения симметрии и красоты схемы общих соотношений.

Предлагаемое изменение определяющих уравнений для систем ЕКСР и СИ, конечно же, вещь очень серьезная. Но как говорится - красота требует жертв. Ранее мы показывали (см. раздел 3.1) - в чем состоят различия в форме записи определяющих уравнений систем СИ и СГС. По сути это одинаковые уравнения, но большей общностью обладают определяющие уравнения системы СИ. Теперь мы выяснили, что целесообразна корректировка и определяющих уравнений системы СИ.

Повторим еще раз нашу позицию. Определяющие уравнения отражают законы природы и не могут зависеть от использования той или иной системы размерностей. То есть, в разных системах размерностей определяющие уравнения должны записываться одинаково. Применение в некоторых системах размерностей безразмерных или единичных (в общем виде - числовых) значений для некоторых физических параметров - тоже не должно деформировать определяющих уравнений.

В системе ЕКСР выявлено, что масса и сила внутреннего электрического тока микрочастиц представляют собой, по сути, одно и то же. Однако, условием для достижения полной идентичности значений массы и силы электрического тока, отличающихся вдвое в ЕКСР (это в скрытом виде присутствует и в системе СИ), является необходимость корректировки ряда определяющих уравнений. В частности, изменения требуются в выражениях потенциала электрического заряда, напряженности поля электрического заряда, силового взаимодействия зарядов и токов, некоторых других зависимостей. Эти корректировки имеют объективный характер и целесообразны для введения, несмотря на долгие годы использования и повсеместное распространение такой известной системы как СИ.

Откорректированные уравнения связи и определяющие уравнения, которые должны быть едины для всех систем размерностей, в сравнении с аналогичными уравнениями системы СИ приведены на рисунке 6-3.

К изложенному выше необходимо добавить следующее. По-видимому, можно сохранить определяющие уравнений связи ФВ в системе СИ и достичь полного совпадения значений *массы* и *силы электрического тока*, поступая по иному. Для этого потребуются изменить размеры основных единиц *времени* и *длины*, возможно, и *массы* (на  $\sqrt{2}$ , как в ЕКСР-2) или придется изменить единицы измерения *электрического заряда* и *силы тока*. Второе более реалистично, поэтому рассмотрим это направление.

Поскольку в ЕКСР масса по величине оказалась равна половине силы внутреннего электрического тока микрочастиц, то конкретные значения электрического тока следовало бы уменьшить вдвое, при сохранении значений массы. Указанное, в принципе, достижимо путем увеличения вдвое единицы измерения силы электрического тока (или единицы измерения электрического заряда). В такой системе единиц сила электрического тока –  $1A^*$  будет составлять  $2A$  системы СИ.

Единица электрического заряда  $1Кл^*$  будет равен  $2Кл$  системы СИ, или  $1Кл^* = 1,248301268 \cdot 10^{19}$  электронов. Значение *электрического заряда* электрона составит  $q_e = 8,01088668 \cdot 10^{-20}$  Кл\*. Чтобы сохранить определяющие уравнения в форме системы СИ, мы вынуждены будем в такой системе вчетверо уменьшить значение *электрической постоянной* и вчетверо увеличить значение *магнитной постоянной*. Проверка такого варианта «доработки» системы СИ показала, что в этом случае нарушается симметрия и гармония «отношения

отношений», создаваемых системным рядом квантуемых и константных физических величин.

Если нарушается гармония соотношений ФВ, то здесь что-то не так. С этой точки зрения ранее рассмотренный вариант корректировки определяющих уравнений по системе СИ-2 более предпочтителен. Однако при корректировке определяющих уравнений по системе СИ-2 мы столкнемся с тем, что потенциальное действие будет определяться как пространственный поток половины величины действующей силы. А это как-то неестественно. Тогда, судя по всему, наиболее эффективной корректировкой систем ЕКСР и СИ станет уменьшение вдвое конкретных значений массы. Это очень интересное направление, которое следует рассмотреть отдельно.

Увеличение вдвое конкретных значений *массы* достигается уменьшением, в сравнении с СИ, вдвое единицы ее измерения. То есть килограмм должен стать вдвое меньше. Посмотрим, к чему это приводит.

В системе СИ вдвое меньшими становятся единица измерения *силы* и единица измерения *энергии*. Единицы измерения *импульса*, *момента импульса*, *давления*, *объемной плотности массы* - тоже становятся вдвое меньшими. Отметим еще раз, при этих новых уменьшенных единицах конкретные значения названных физических величин, наоборот, вдвое увеличиваются.

Постоянная гравитации системы СИ, которую мы ранее определили (см раздел 2.2) как прямой переводной коэффициент инертной массы в гравитационную (из килограмм в  $\text{м}^3/\text{с}^2$ , можно переводить и наоборот) становится равной

$$G^* = 2\pi \gamma = 4,192511917 \cdot 10^{-10} \text{ м}^3/(\text{с}^2 \text{ кг}^*). \quad (6.10)$$

Закон всемирного тяготения при этом будет записываться в прежнем виде

$$F^* = G^* \frac{m_1^* \cdot m_2^*}{2\pi r} \quad (6.11)$$

В выражениях (6.10) и (6.11) звездочкой помечены параметры в новой системе. Назовем этот вариант доработки известной системы единиц ФВ - СИ-3.

В такой системе потенциальная энергия электрического заряда (при полной эквивалентности исходных электрических величин действующей системе СИ) будет определяться выражением (6.7), что, как мы знаем, приводит к симметричной и красивой схеме «отношения отношений» в ряду квантуемых и константных величин основной системы. Схема, аналогичная табл.3, выполненная для системы СИ-3 приведена в таблице 15.

**Выражение в СИ-3 кванта (Размерность физической величины) (Размерность ФВ в СИ-3)**

Выражение в СИ-3 кванта (Размерность физической величины)	Размерность ФВ в СИ-3	Соотношение между квантами в СИ-3	Примечание к соотношению
$\Pi_0 = \frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{F_{\text{эл}}}{F_{\text{гв}}} m_e^2 G =$ $= 4\pi r_e m_e c^2 = c^4 \xi^2 / (\mu_0 \alpha^2)$	$\Pi_0$ $M L^3 T^{-2}$	$\frac{\Pi}{h} = \alpha c$	совпадает с ЕКСР-2, вдвое меньше СИ 1
$h = \frac{4\pi m_e r_e c}{\alpha} = \frac{c^3 \xi^2}{\mu_0 \alpha^3}$	$h$ $M L^2 T^{-1}$	$\frac{h}{(I I)_{\text{кв}}} = \frac{c \xi}{\alpha}$	$1,006677714 \cdot 10^{-25}$ кг м/(А с) 2
$(I I)_{\text{кв}} = 4\pi r_e m_e / \xi =$ $= \frac{q_e c}{\alpha} = \frac{c^2 \xi}{\mu_0 \alpha^2}$	$(I I)_{\text{кв}}$ $I L$	$\frac{(I I)_{\text{кв}}}{q_e} = \frac{c}{\alpha}$	совпадает с ЕКСР и ЕКСР-2, равно СИ 3
$q_e = \frac{4\pi m_e r_e \alpha}{c \xi} =$ $= \frac{c \xi}{\varepsilon_0 c^3 \xi} = \frac{1}{\mu_0 \alpha}$	$q_e$ $I T$	$q_e \mu_0 = \frac{c \xi}{\alpha}$	$1,006677714 \cdot 10^{-25}$ кг м/(А с) 3
$\frac{1}{\mu_0} = \frac{q_e \alpha}{\xi c} = \varepsilon_0 c^2$	$\mu_0^{-1}$ $M^{-1} L^{-1} T^2 I^2$	$\frac{R_K}{\mu_0} = \frac{c}{\alpha}$	совпадает с ЕКСР-2, вдвое больше СИ 2
$\frac{1}{R_K} = \frac{\alpha}{\mu_0 C} = \frac{q_e^2}{h} =$ $= \alpha c \varepsilon_0$	$R_K^{-1}$ $M^{-1} L^{-2} T^3 I^2$	$\frac{1}{R_K \varepsilon_0} = \alpha c$	совпадает с ЕКСР-2, вдвое меньше СИ 1
$\varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 C^2} = \frac{q_e \alpha}{\xi c^3} =$ $= \frac{4\pi m_e r_e \alpha^2}{c^4 \xi^2}$	$\varepsilon_0$ $M^{-1} L^{-3} T^4 I^2$		

В системе СИ-3 параметры  $q_e$ ,  $\varepsilon_0$ ,  $\mu_0$  и  $\xi$  эквивалентны СИ, а килограмм массы вдвое меньше.

В завершение данного раздела проверим - к чему приведет в системе СИ принятие заряда электрона численной величиной  $c^2$ , то есть  $1,112650056 \cdot 10^{-17}$  Кл\*\*, что следовало из анализа данных табл.10. Единица электрического заряда в такой системе будет равна

$$1 \text{ Кл}^{**} = c^2 = 8,987551787 \cdot 10^{16} \text{ электронов} = 0,014399651 \text{ Кл.}$$

Значение электрической постоянной в такой системе будет равно

$$\epsilon_0^{**} = \epsilon_0^{\text{СИ}} / 0,014399651^2 = 4,270165922 * 10^{-8} \text{ Ф/м.}$$

Значение магнитной постоянной будет равно

$$\mu_0^{**} = 2,605636587 * 10^{-10} \text{ Гн/м.}$$

#### ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

1. Исследование соотношений в системном ряду константных и квантуемых физических величин, имеющих размерности и единицы измерения системы СИ, показало, что эти соотношения подобны естественной кинематической системе размерностей с единицами измерения длины и времени, близкими к планковским.

2. Указанные соотношения характерны наличием в них симметрии. Имеющиеся отличия и нарушения симметрии определяются, в основном, несовпадением единиц измерения в системе СИ массы и силы электрического тока.

3. Выявленное несовпадение в два раза единиц измерения массы и силы электрического тока (по их влиянию в силовых закономерностях) устранимо введением некоторых корректировок в существующие уравнения связи или изменением единиц измерения электромагнитных величин.

*Теперь мы должны обратить внимание на поиск системы физических величин. Эта система физических величин, если она будет определена правильно, должна порождать систему законов физики.*

Из публикации Р. Бартини и П. Кузнецова

## **7 СТРУКТУРА И ОСОБЕННОСТИ МНОГОУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН С $LT$ - РАЗМЕРНОСТНЫМ ПРЕДСТАВЛЕНИЕМ ЕЁ ЭЛЕМЕНТОВ**

### **7.1 Развитие системы физических величин с $LT$ – размерностным представлением её элементов**

Система физических величин, описанная автором в книге «Физическая картина мира в размерности «длина – время» [5], как выяснилось в процессе дальнейших исследований представляла собой лишь фрагментарное недетализированное изображение более общей системы, результаты изучения которой были изложены в последующих [17-35] и более поздних работах автора.

В промежуточном варианте системы (рис.7-1) определилось место расположения *мощности* – вне центральной части системы, где размещение *мощности* в той системе (рис.2-2) нарушало бы ее гармоничность и целостность. Большую значимость получили и такие вновь обозначившиеся периферийные элементы, как *кривизна пространства* и *градиент течения времени*. Появилась такая экзотическая физическая величина – как *объем времени*, о чем было впервые обозначено в работах Р. Бартини [7-9]. Предполагалось, что все периферийные элементы системы, возможно, имеют какую–то общность и они специально выделялись. В системе обращалось внимание на особое расположение трех константных величин, характеризующих электрическое, магнитное и гравитационное поля.

В последующих (после работы [5]) исследованиях и публикациях автора было установлено, что изучаемая система физических величин по взаимному расположению ее элементов и их связям, в принципе, совершенно не зависит от применяемой для её элементов системы размерностей. Например, в системе  $MLT$  – размерностных элементов, рассматриваемой в следующем разделе, *гравитационная постоянная*, *электрическая постоянная*, *магнитная постоянная* и *электрический заряд* занимают в системе те же позиции, что и в системе с  $LT$ - размерностными элементами, если  $\Phi B$  *масса* и *сила электрического тока* будут иметь одинаковые размерности.

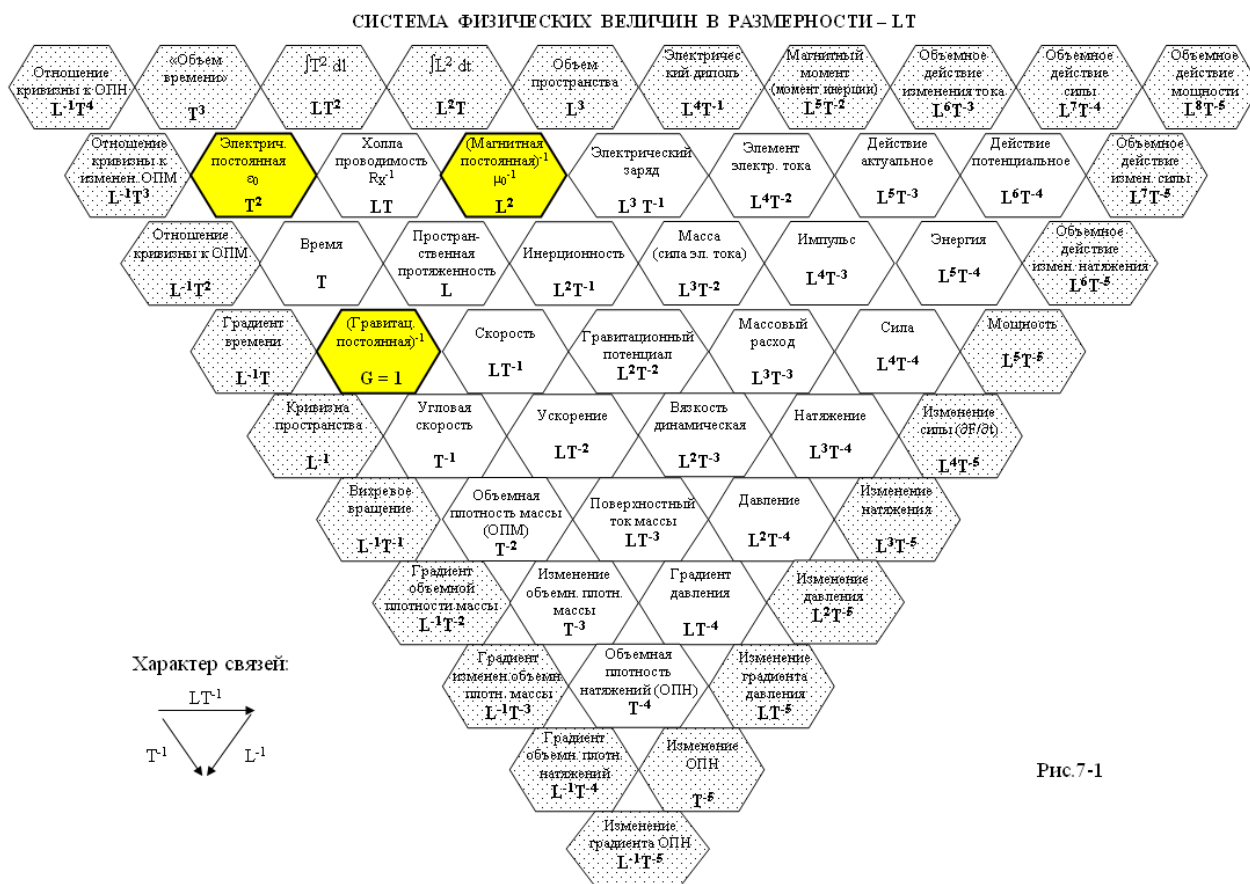


Рис.7-1

Рис.7-1. LT- размерностное представление элементов системы

Упорядоченное расположение элементов системы позволило обнаружить, что исследуемая система ФВ содержит в себе и позволяет визуализировать не только ближайшие закономерные связи между физическими величинами, но и более далекие связи, часть из которых оказывались выражением физических закономерностей. В самом начале было обращено внимание на закономерные взаимосвязи физических величин, располагаемых в горизонтальных рядах системы (рис.7-2), на чем строился весь наш анализ в разделе 4.1. Напомним, для элементов горизонтальных рядов системы соотношение размерности соседних элементов – соответствует размерности скорости в определенной степени. Причем, как выяснилось, для единичных и квантовых значений ФВ величина этого соотношения, чаще всего, оказывается скоростью света.

Исследовались также линейные связи между элементами системы и по другим выделенным направлениям, например, как это показано на рис.7-3, где показаны возможные линейные системные взаимосвязи для ФВ гравитационный потенциал.

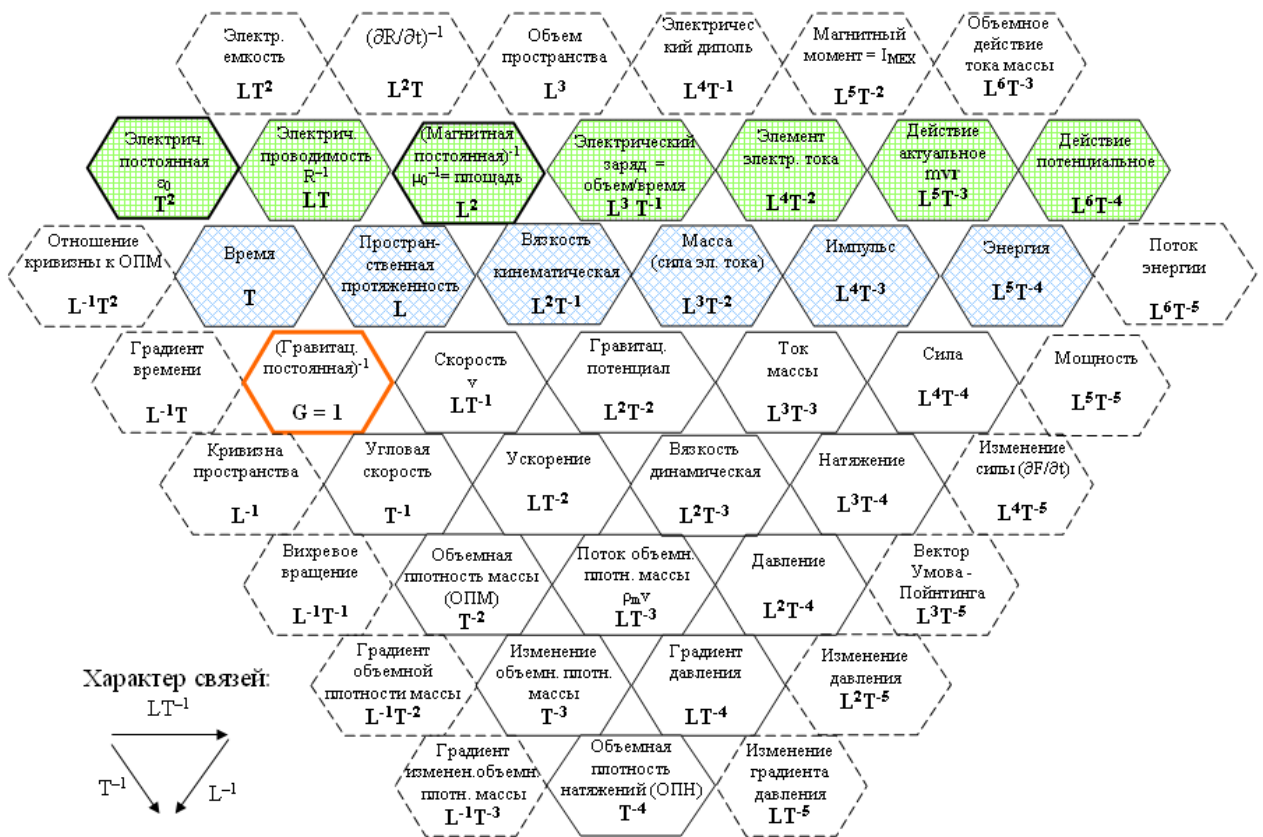


Рис.7-2. Вариант с  $LT$ - размерностным представлением элементов системы

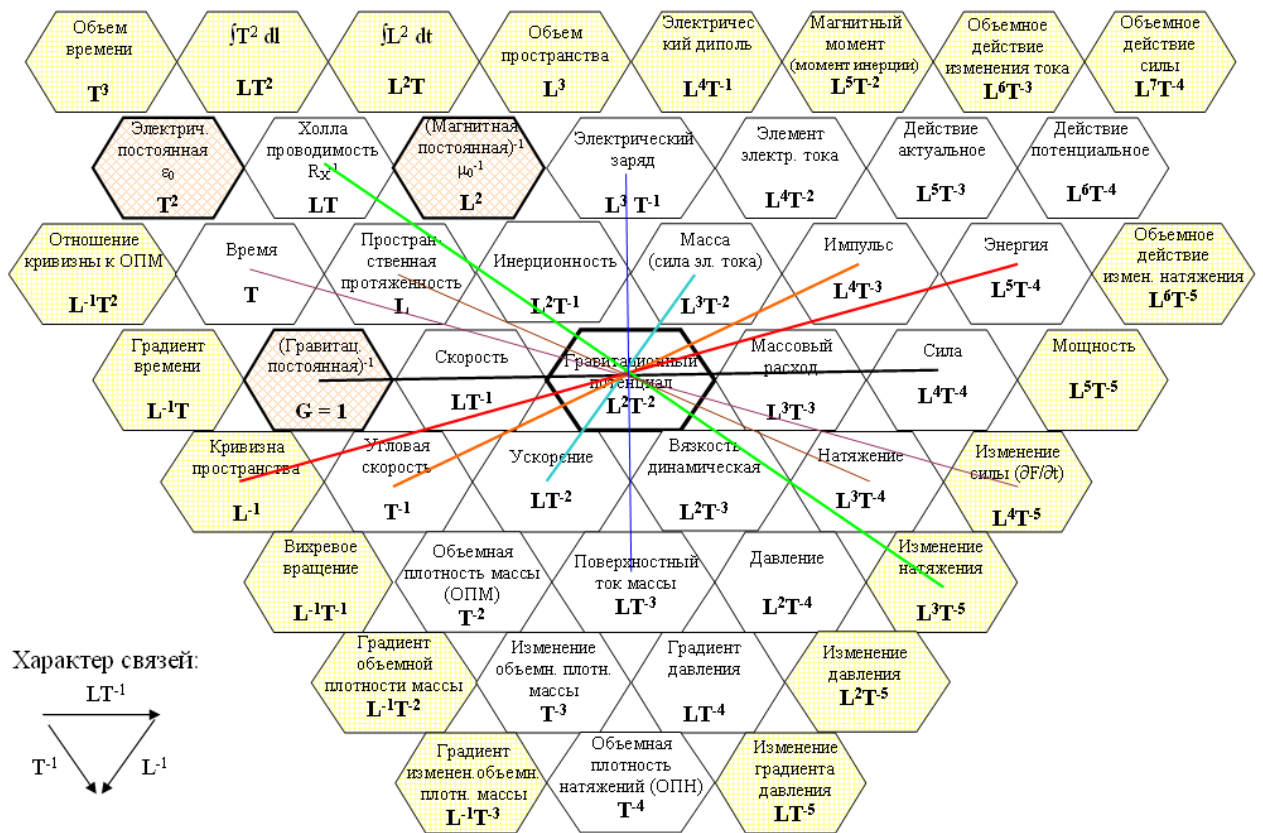


Рис.7-3. Попытки обнаружения линейных систем связей ФВ

В принципе, исходя из топологических свойств системы, любой её элемент можно выразить через системные элементы других рядов путем умножения их размерности на *время*, *длину* или *ускорение* с показателями определенных степеней. При этом в системе ФВ, по всей вероятности, возможны особые линейные направления, которые подобны выделенным направлениям (анизотропии) в кристаллах. Интересно, что на подобное системное свойство впервые обратил внимание Р. Бартини, выделив в своей системе, так называемую *главную* *димензиональную последовательность* ФВ (см. рис.1-1).

Дальнейшее изучение системы с *LT*- размерностным представлением физических величин показало, что выделяемые в ней линейные направления с особенными закономерными соотношениями элементов системы представляют собой частный случай более общего свойства. Поскольку в представленной системе размерность каждого элемента отличается от размерностей соседних элементов на *длину* – *L*, *время* – *T* или на размерность *скорости* –  $LT^{-1}$ , то в системе всегда можно найти две пары элементов, которые, располагаясь в вершинах условно выделяемого параллелограмма (рис.7-4), равны в своем системном отношении друг к другу.

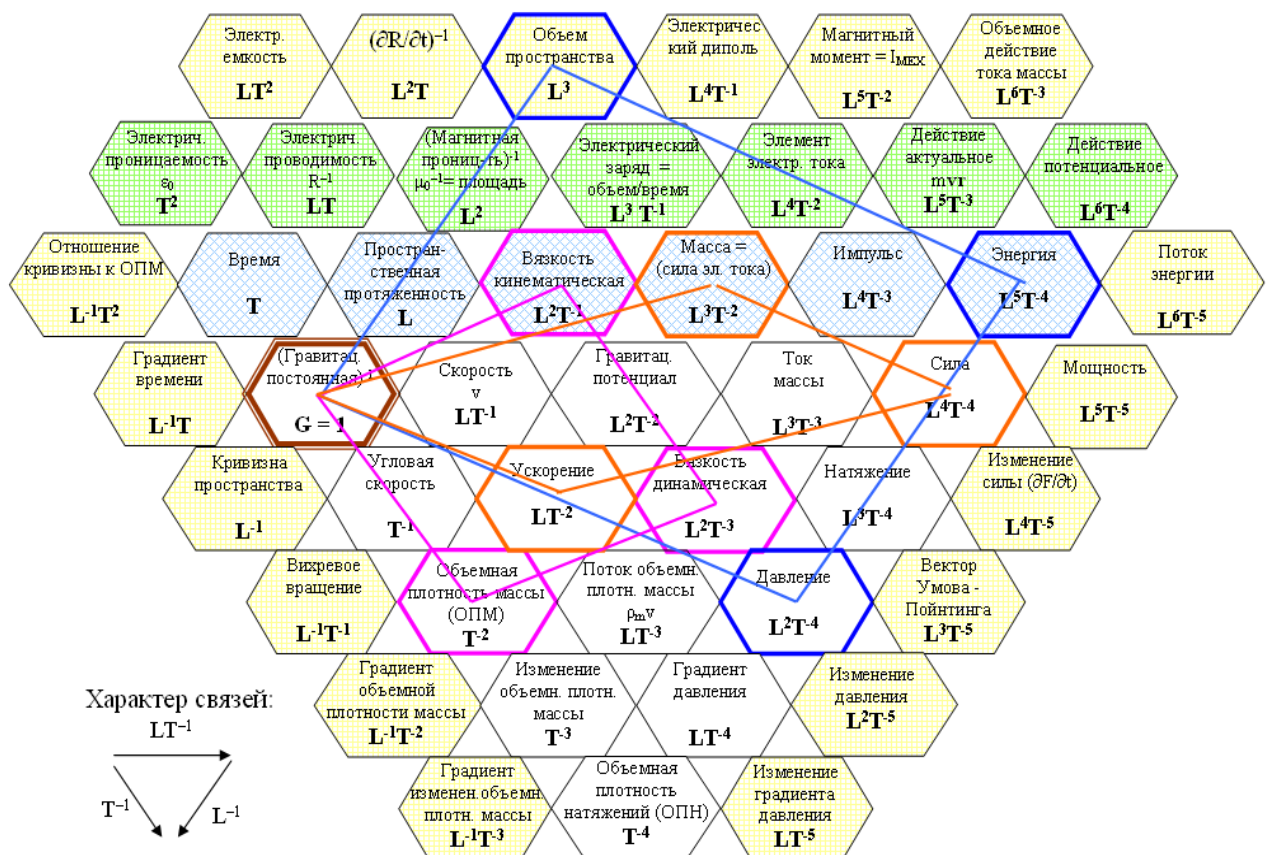


Рис.7-4. Попытки обнаружения системных связей выделенными параллелограммами

Например, *сила* относится к *массе* как *ускорение* относится к (*гравитационной постоянной*)<sup>-1</sup>, являющейся в *LT*- системе безразмерной и единичной величиной. Это есть извест-

ное соотношение  $F = ma$ . Энергия относится к объему как давление относится к той же безразмерной (гравитационной постоянной)<sup>-1</sup>. Это есть известное соотношение  $W = pV$ .

Равенство указанных соотношений по иному можно представлять и как равенство произведений размерностей элементов, располагаемых на противоположных вершинах условно выделяемого в системе параллелограмма. Соответствующие элементы системы, располагаемые в вершинах выделенного параллелограмма, показаны на рис.7-4 цветной контурной линией. Таких пар равных системных отношений, выражающих ту или иную природную закономерность, в системе обнаруживается множество.

В частных случаях, когда параллелограмм вырождается в линию, получаем равенство квадрата размерности любого элемента системы – произведению размерностей равноудаленных от него элементов, располагаемых в системе по любому выделенному направлению.

В разделе 7.2 будет рассмотрен вариант построения системы ФВ, где её элементы имеют размерность системы  $MLT$ . Зачастую это более удобный вариант системного представления некоторой части ФВ, поскольку тут динамические общие базовые ФВ имеют привычную размерность системы СИ.

Этот вариант системы, задуманный вначале просто как более удобный для пользователей, позволил изначально обнаружить такое замечательное качество исследуемой системы, как безошибочную визуализацию природных закономерностей. В этом варианте особенно стало заметным то, что не все выделенные параллелограммы иллюстрировали закономерные взаимосвязи ФВ, хотя размерностная взаимосвязь элементов системы соблюдалась всегда.

Более пристальным анализом удалось обнаружить, что размерность каждого системного элемента при любом варианте:  $LT$ ,  $MLT$  или любой иной упорядоченной системе обозначения элементов включает в себя привычную размерность ФВ в системе СИ и вполне определенный размерностный сомножитель (коэффициент). В частности, при использовании  $LT$ - или,  $MLT$ - размерностных обозначений элементов системы, дополнительный размерностный коэффициент (а он у каждой ФВ может быть свой) по размерности представляет собой гравитационную постоянную в системе СИ или соотношение единиц измерения массы и силы тока в системе СИ, или комбинацию их обоих.

Было замечено, что ФВ, имеющие одинаковые размерностные коэффициенты, которыми они отличаются от размерности системных элементов, обязательно составляют определенную характерную группу. ФВ этих системных групп (при их правильном выборе) и оказались связываемы выделенными параллелограммами и линиями так, что они обязательно иллюстрировали известную (или потенциально возможную) закономерную взаимосвязь ФВ. Это имело место, если происходило взаимное уничтожение (компенсация) дополнительных размерностных коэффициентов при перемножении и сравнении размерностного содержания элементов системы, располагаемых на противоположных вершинах выделенного

параллелограмма. В частных случаях параллелограмм превращался в линию. Так была открыта многоуровневая структура системы физических величин и, одновременно, возможность поиска и визуализации в системе природных закономерностей.

В последующем, на основе этих знаний, была разработана компьютерная программа, автоматизирующая рабочий процесс пользования системой.

## 7.2. Системное представление физических величин в *MLT* – размерностной системе элементов

Исследование системной взаимосвязи физических величин, представленных в *LT* размерности, послужило хорошей базой для дальнейших исследований по поиску более наглядного и более глубокого (как оказалось, с возможностью визуализации закономерных взаимосвязей ФВ) системного представления ФВ.

Самым первым шагом в этом направлении стало исследование аналогичной системы с упорядоченным размерностным представлением системных элементов в размерности *MLT*. Выбор *MLT*- размерностного представления был обусловлен тем, что на фоне не очень понятных размерностей электромагнитных величин (при любом их представлении) главные ФВ, связанные с ними, присутствуют в элементах системы в явном виде (в размерности СИ) без каких-либо дополнительных коэффициентов (рис.7-5).

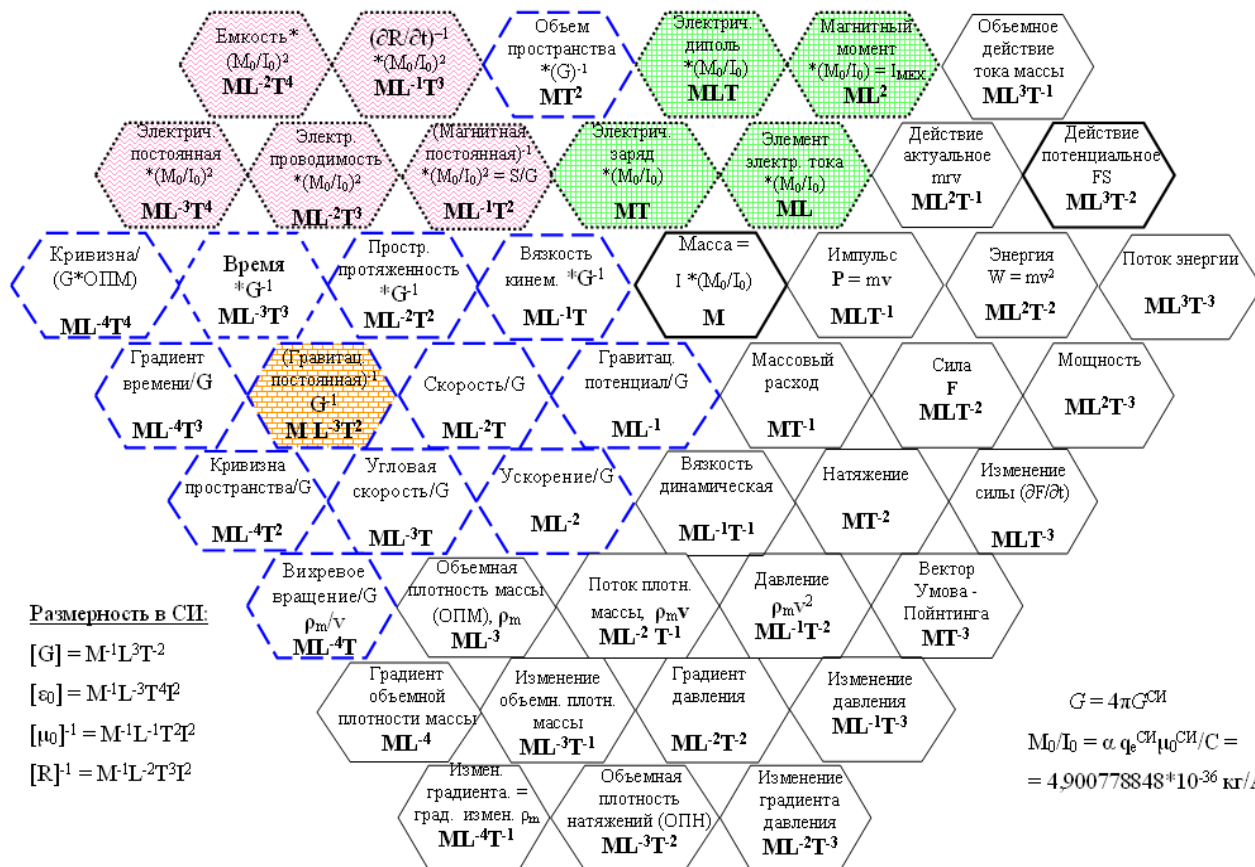


Рис.7-5. Система с *MLT*- размерностным представлением элементов

На рисунке 7-5 видно, что такие важные величины, как: *энергия, сила и мощность* присутствуют (по размерности) в системе в явном виде. Голубой пунктирной окантовкой выделены системные элементы с наиболее простыми по размерности ФВ. Это *время, пространственная протяженность* (длина), *скорость, ускорение* и прочие. Было замечено, что размерность этих простейших ФВ отличается от размерности системных элементов на размерность гравитационной постоянной. Позже были определены дополнительные размерностные коэффициенты для более сложных ФВ – электромагнитных.

Надо отметить, что, не изучив ранее расположения ФВ и элементов системы в размерности  $LT$ , было бы очень трудно (даже невозможно) догадаться что, например, элементы системы, имеющие размерности  $ML^{-3}T^3$  и  $ML^{-2}T^2$ , представляют собой (вернее, скрывают в себе) «*время*» и «*пространственную протяженность*», а дополнительный размерностный коэффициент представляет собой по размерности «*гравитационную постоянную*». Также трудно было распознать и другие закомуфлированные ФВ, содержащиеся в элементах системы, которые мы привыкли воспринимать в размерности системы СИ.

Изучение расположения ФВ в  $LT$ - и  $MLT$ - размерностных системах показало, что обе эти системы практически идентичны. Различие состоит лишь в значении дополнительных размерностных сомножителей при ФВ, которые представляют собой *гравитационную постоянную* – ( $G$ ) и соотношение размерностей (и единиц) *массы и силы электрического тока* – ( $M_0/I_0$ ), которые могут присутствовать с различными показателями степени.

Анализируя систему в  $MLT$ - размерности элементов легко заметить, что *масса* присутствует в каждом элементе системы в первой степени. Таким образом, *масса* здесь **в принципе не влияет на соотношение элементов системы** и ее возможно безболезненно сократить. Это говорит о том, что в любом интегральном (совокупном или целостном) описании физического мира в каждом элементе системы возможно присутствие одной и той же константы или любой физической величины. Математический аналог этому – присутствие интегральной постоянной любой величины при вычислении интегралов.

Если убрать значение *массы* в каждом элементе системы по рис.7-5, то получится определенный (частный) вариант  $LT$ - системы, в которой безразмерной величиной окажется *масса*. Такой вариант описания физического мира тоже возможен, но он будет в определенной степени деформированным.

Далее рассмотрим интересные соотношения и закономерности, наблюдаемые в системе с  $MLT$ - размерностью элементов, где сами физические величины представлены по размерности в системе СИ (рис.7-6). По этой причине в элементах системы при каждой ФВ имеется размерностный коэффициент, который будет иметь и определенный количественный размер (величину).

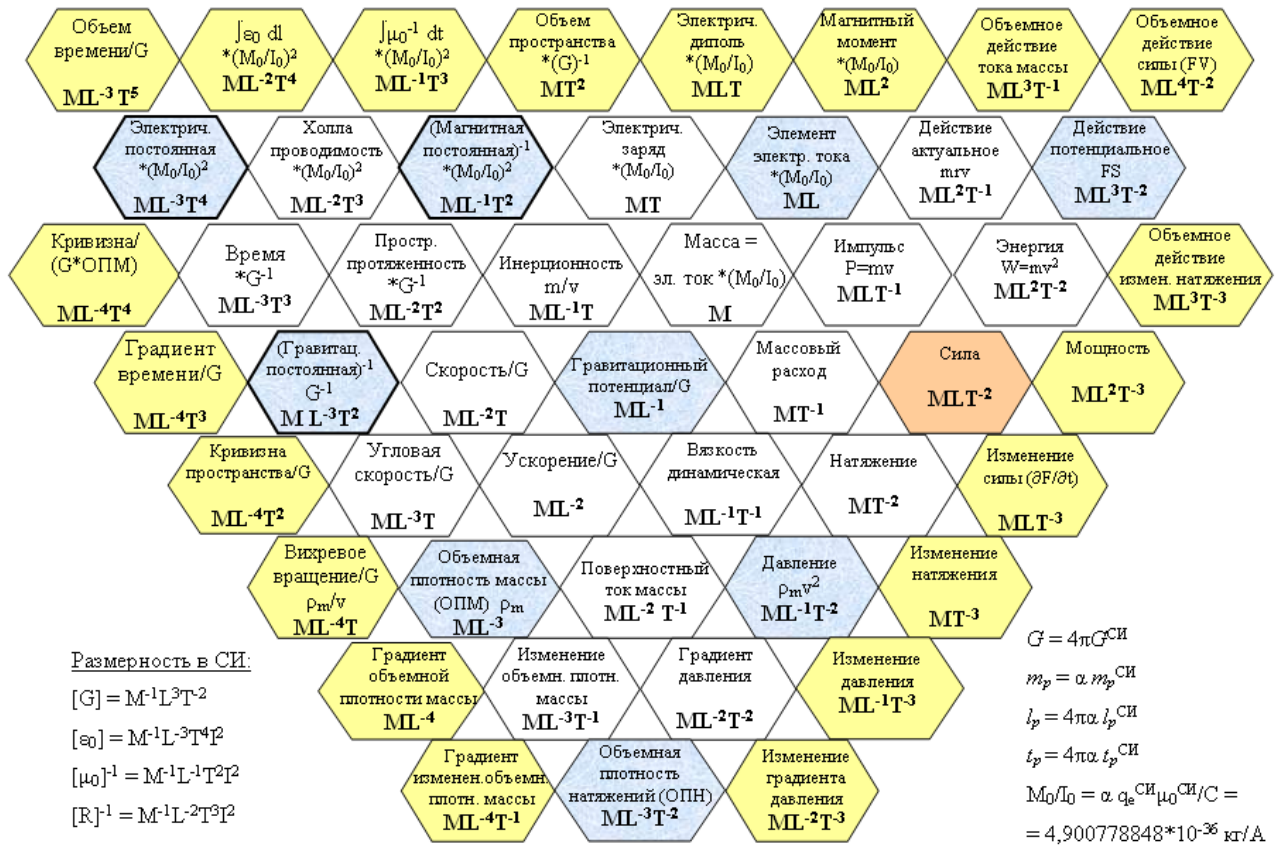


Рис.7-6. Системные поиски симметрии и констант силовых взаимодействий

На рисунке 7-6 специально выделены системные элементы с ФВ *сила* и системные элементы, обозначенные голубой заливкой, в которых могут располагаться возможные коэффициенты, участвующие в силовых взаимодействиях. Идея этого выделения заключалась в следующем: однородные по происхождению ФВ, взаимодействующие по силовому закону (напрямую или через соотношения к длине), обязаны располагаться точно посередине между *силой* и одним из коэффициентов, выделенных синим цветом. Визуальное системное изображение таких силовых законов приведено на рисунке 7-7.

При проведении расчетов использовалось значение гравитационной постоянной  $G = 8,3850238 * 10^{-10} \text{ м}^3 \text{ кг}^{-1} \text{ с}^{-2}$  (закон всемирного тяготения записываем в виде  $F = Gm_1m_2/(4\pi r^2)$ ) и переводное соотношение между единицами измерения массы и силы электрического тока в системе СИ, равное  $M_0/I_0 = 4,900778848 * 10^{-36} \text{ кг/А}$ . Эти результаты получены в предшествующих разделах. Напомним, что соотношение единиц *массы* и *силы электрического тока* в системе СИ определяется формульным выражением:

$$M_0 / I_0 = \frac{q_e \mu_0 \alpha}{c} \quad (7.1)$$

где  $q_e$  – элементарный электрический заряд (электрона);  $\mu_0$  – магнитная постоянная;  $\alpha$  – постоянная тонкой структуры;  $c$  – скорость света в вакууме.

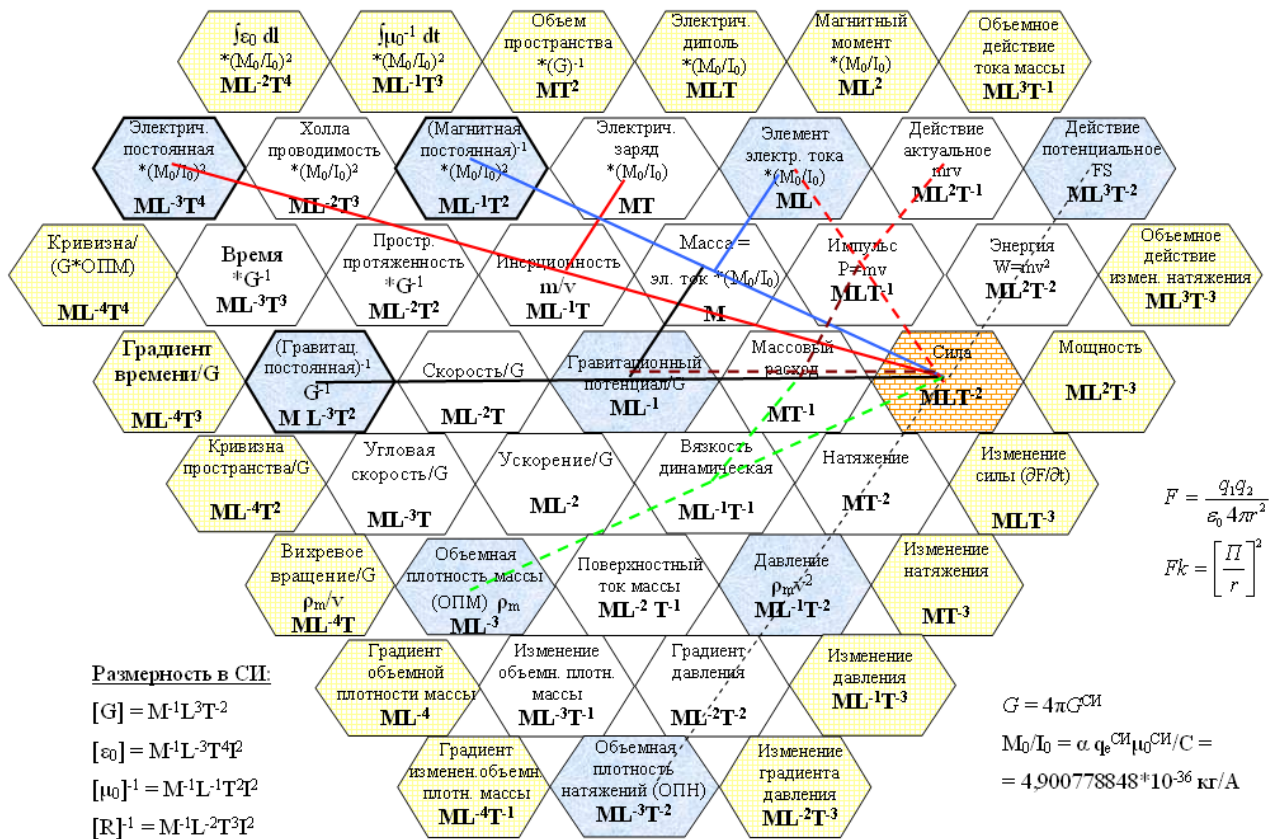


Рис. 7-7. Вариант системной визуализации силовых взаимодействий

Перед поиском в системе возможных силовых законов проверим выполнение в ней известных соотношений. Возьмем в системе соотношение между квантами трех центральных физически величин в ряду квантуемых: *электрический заряд*  $\cdot (M_0/I_0)$  – центральная физическая величина; а также *действие актуальное* и *проводимость Холла*  $\cdot (M_0/I_0)$  как крайние ФВ. Две последние равноотстоят от обозначенной центральной величины.

Соотношение между ФВ (вернее между их квантами) по рассмотренному выше принципу будет следующим:

$$R_K^{-1} (M_0 / I_0)^2 h = q_e^2 (M_0 / I_0)^2 \quad (7.2)$$

Если дополнительные множители в этом выражении сократить, то мы получим известное соотношение:

$$R_K^{-1} h = q_e^2 \quad (7.3)$$

В приведенных формулах обозначено:

$R_K$  – квант холловского сопротивления (постоянная фон Клитцинга);

$h$  – постоянная Планка;

$q_e$  – элементарный электрический заряд (электрона).

Таким образом, заключаем, что в приведенной системе физических величин с размерностями системы СИ, между элементами системы, несмотря на их деформацию (в сравнении с  $LT$  – системой), соблюдаются вышеописанные соотношения.

Проверим основные силовые соотношения в данной системе.

$$\text{Сила} * G^{-1} = (m/r)^2 \text{ или } F = Gm^2 / r^2 \quad (7.4)$$

$$\text{Сила} * \varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 = (q(M_0 / I_0) / r)^2 \text{ или } F = \varepsilon_0^{-1} q^2 / r^2 \quad (7.5)$$

$$\text{Сила} * \mu_0^{-1} (M_0 / I_0)^2 = ((Il)(M_0 / I_0) / r)^2 \text{ или } F = \mu_0 (Il)^2 / r^2 \quad (7.6)$$

Здесь:  $G$ - гравитационная постоянная;

$\varepsilon_0$  и  $\mu_0$  – электрическая и магнитная постоянные;

$r$  – расстояние между взаимодействующими объектами (характеризующимися, например, массой  $m$  или зарядом  $q$ );

$I$  – сила взаимодействующих электрических токов;

$l$  – длина взаимодействующих проводников с током.

Из приведенного следует, что законы Ньютона, Кулона и Ампера в рассматриваемой системе находят свое отражение.

По оставшимся направлениям возможных силовых взаимодействий, показанных на рис.7-7 пунктирными линиями, требуется проведение специальных исследований.

Ввиду обнаруженного в системе ФВ формального правила поиска возможных силовых взаимодействий можно предположить существование в Природе «внепространственных» силовых взаимодействий, хотя это и противоречит современным физическим воззрениям.

В нашей системе это будут такие силовые закономерности, в которых средний член, расположенный между ФВ *сила* и какая-либо *константа силового взаимодействия*, будет физической величиной, деленной не на *пространственную протяженность*, а, скорее всего, на *время*. Может быть и такой вариант, что никакого деления, то есть изменений ФВ во времени и не потребуется. Указанное обстоятельство отображено на рисунке 7-8. Здесь каждое силовое взаимодействие, обозначенное прямой линией, соединяющей *силу* с той или иной *константой полевого взаимодействия*, на середине имеет боковое ответвление. Пунктиром обозначены пространственные отношения взаимодействующих ФВ, а сплошными боковыми линиями – изменения взаимодействующих ФВ во времени. В зависимости от типа силового взаимодействия участвующие в нем ФВ будут другими.

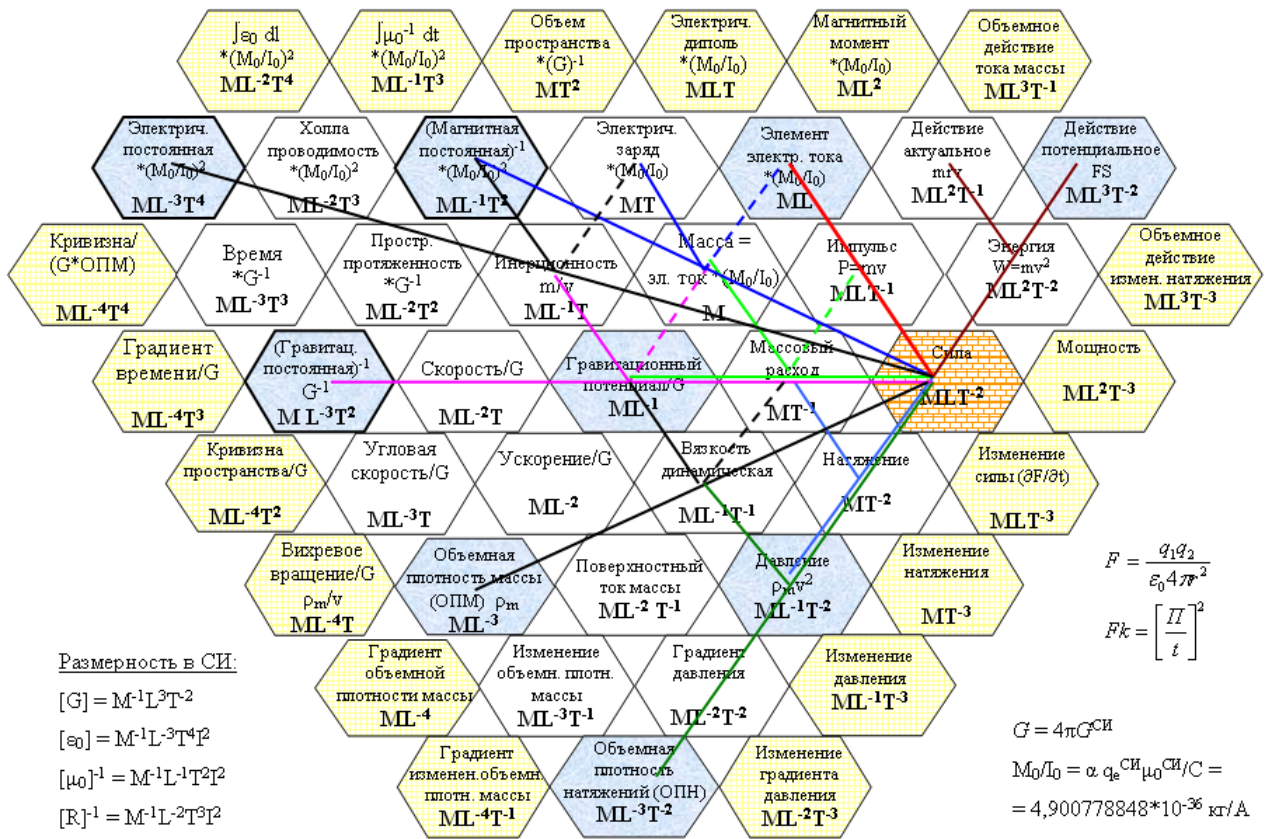


Рис.7-8. Поиск возможных системных силовых закономерностей

Посмотрим, а как выполняются иные возможные линейные соотношения в системе физических величин с размерностями СИ. Для удобства в начале рассмотрим соотношения в ряду квантуемых и константных величин, все значения которых нам хорошо известны.

Например, постоянная Планка может быть представлена следующими размерностными соотношениями:

$$h \cong \frac{(q_e / c)^2 (M_0 / I_0)^2}{(q_e)(M_0 / I_0)} \quad (7.7)$$

$$h \cong \frac{(q_e)^3 (M_0 / I_0)^3}{(\mu_0^{-1})^2 (M_0 / I_0)^4} \quad (7.8)$$

$$h \cong \frac{(\mu_0^{-1})^4 (M_0 / I_0)^8}{(R_K^{-1})^3 (M_0 / I_0)^6} \quad (7.9)$$

$$h \cong \frac{(R_K^{-1})^5 (M_0 / I_0)^{10}}{(\epsilon_0)^4 (M_0 / I_0)^8} \quad (7.10)$$

Проведенные расчеты показали, что данные соотношения преобразуются и точно выполняются в единицах системы СИ с небольшими, в основном, числовыми поправками:

$$h = \frac{q_e (M_0 / I_0)}{2\alpha^2} \quad (7.11)$$

$$h = \frac{(q_e)^3 \mu_0^2}{2(M_0 / I_0)} \quad (7.12)$$

$$h = \frac{4R_K^3 (M_0 / I_0)^2}{\mu_0^4} \quad (7.13)$$

$$h = \frac{(M_0 / I_0)^2}{64\alpha^8 \varepsilon_0^4 R_K^5} \quad (7.14)$$

Мы видим, что наша система физических величин, по сути, позволяет обнаруживать взаимосвязи между любыми физическими величинами, то есть, в принципе, позволяет открывать новые природные закономерности. А это весьма заманчиво – найти формальный механизм открытия нового.

Обратим внимание на выражение (7.14), которое выделяется в ряду остальных выражений большим степенным показателем (восемь) при  $2\alpha$ . Это указывает на то, что в общей системе физических величин, вместо кванта проводимости Холла, вполне может стоять другая физическая величина – электромагнитная проводимость вакуума. Эти две физические величины как раз и связаны числовым значением, равным  $2\alpha$

Попробуем теперь выяснить взаимосвязи двух крайних физических величин, расположенных в ряду квантуемых, с другими величинами того же ряда. Электрическая постоянная -  $\varepsilon_0$  может быть выражена следующими размерностными соотношениями во взаимосвязи с квантами других физических величин:

$$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(R_K^{-1})^2 (M_0 / I_0)^4}{(\mu_0^{-1}) (M_0 / I_0)^2} \quad (7.15)$$

$$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(\mu_0^{-1})^3 (M_0 / I_0)^6}{(q_e)^2 (M_0 / I_0)^2} \quad (7.16)$$

$$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(q_e)^4 (M_0 / I_0)^4}{(q_e c / \alpha)^3 (M_0 / I_0)^3} \quad (7.17)$$

$$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(q_e c / \alpha)^5 (M_0 / I_0)^5}{h^4} \quad (7.18)$$

$$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{h^5}{q_e^8 / \varepsilon_0^4} \quad (7.19)$$

Расчетами определено, что приведенные системные соотношения (в несколько преобразованном виде) точно выполняются при следующих числовых поправках:

$$\varepsilon_0 = \frac{(R_K^{-1})^2}{(\mu_0^{-1})} \quad (7.20)$$

$$\varepsilon_0 = \frac{(M_0 / I_0)^2}{(q_e)^2 (\mu_0)^3} \quad (7.21)$$

$$\varepsilon_0 = \frac{q_e \alpha}{c^3 (M_0 / I_0)} \quad (7.22)$$

$$\varepsilon_0 = \frac{(q_e c / \alpha)^5 (M_0 / I_0)^3}{16 \alpha^2 h^4} \quad (7.23)$$

$$(\varepsilon_0)^2 = \frac{q_e^5 (M_0 / I_0)}{8 \alpha^4 h^3} \quad (7.24)$$

Следует отметить, что формула (7.20) общеизвестна, другие выражения, по-видимому, нет. Очень хорошо видно - какими должны быть эти зависимости в недеформированной системе, где *масса* и *сила электрического тока* измеряются в одинаковых величинах.

Найдем аналогичные выражения для кванта потенциального действия электростатической силы.

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{h^2}{(q_e c / \alpha)(M_0 / I_0)} \quad (7.25)$$

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(q_e c / \alpha)^3 (M_0 / I_0)^3}{(q_e)^2 (M_0 / I_0)^2} \quad (7.26)$$

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(q_e)^4 (M_0 / I_0)^4}{(\mu_0^{-1})^3 (M_0 / I_0)^6} \quad (7.27)$$

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(\mu_0^{-1})^5 (M_0 / I_0)^{10}}{(R_K^{-1})^4 (M_0 / I_0)^8} \quad (7.28)$$

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(R_K^{-1})^6 (M_0 / I_0)^{12}}{(\varepsilon_0)^5 (M_0 / I_0)^{10}} \quad (7.29)$$

Точные соотношения в системе СИ будут следующими:

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{4 \alpha^3 h^2}{c (M_0 / I_0)} \quad (7.30)$$

$$\frac{q_e}{\varepsilon_0} = \frac{c^3 (M_0 / I_0)}{\alpha} \quad (7.31)$$

$$\frac{1}{\varepsilon_0} = \frac{\alpha^2 (q_e)^2 \mu_0^3}{(M_0 / I_0)^2} \quad 7. (32)$$

$$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{16\alpha^2 R_K^4 (M_0 / I_0)^2}{\mu_0^5} \quad (7.33)$$

$$q_e = \frac{(M_0 / I_0)}{8\alpha^4 R_K^3 \varepsilon_0^2} \quad (7.34)$$

Если бы мы не преобразовывали последнее выражение, то опять бы получили факт, указывающий на целесообразность замены в системе физических величин кванта проводимости Холла - на электромагнитную проводимость вакуума. Указанное обстоятельство, несомненно, требует более внимательного и тщательного рассмотрения, но мы пойдем далее в рассмотрении взаимосвязей физических величин – элементов системы в размерности СИ.

Необходимо отметить, что полученные нами зависимости, несмотря на их новизну, при раскрытии соотношения  $(M_0 / I_0)$  и применении ряда других известных соотношений (между квантом сопротивления Холла и элементарным электрическим зарядом, между квадратом заряда электрона и постоянной Планка), можно привести к известному [49] выражению:

$$h = \frac{q_e^2 \mu_0 c}{2\alpha}. \quad (7.35)$$

Однако так можно поступить, в принципе, с любой формулой, поскольку все физические величины выражаемы друг через друга и от любого нового соотношения – даже верного, при желании, можно избавиться.

Рассмотрим теперь другие направления системы, не столь известные по величине своих квантуемых или единичных значений элементов. Например, что это за *масса*, находящаяся в нашей системе между квантом *действия актуального* (постоянной Планка) и *скоростью/G* (по всей видимостью – скоростью света /G). Определяем это соотношение:

$$m = \sqrt{\frac{2hc}{G}}, \quad (7.36)$$

которое с введенной поправкой 2 под корнем квадратным выражает значение планковской массы в системе СИ, где  $m_{pl}^{СИ} = 2,176714095 \cdot 10^{-8}$  кг [49].

Можно заметить, что в другом выделенном направлении системы, *масса* расположена между квантом *действия потенциального* и (*гравитационной постоянной*)<sup>-1</sup>. Квантом потенциального действия берем квант электростатических сил и находим искомое значение массы:

$$m = \sqrt{\frac{q_e^2}{\varepsilon_0 G}} = 1,859448128 * 10^{-9} \text{ кг.} \quad (7.37)$$

Если полученное значение поделить на  $\sqrt{\alpha}$ , то тоже получим планковское значение массы в системе СИ.

Казалось бы, этим мы определили, что место *массы* в системе отношений между квантами физических величин должна занять планковская масса. Но проверяем массу по иному диагональному направлению системы, где масса расположена рядом с *элементом электрического тока* и *магнитным моментом*, помноженными на значение  $(M_0 / I_0)$ . Кванты последних величин имеют известные значения, поэтому пытаемся определить квантуемое или единичное значение массы:

$$m_{KB} = (I)_{KB}^2 (M_0 / I_0) / \mu_B = \frac{q_e^2 c^2}{\alpha^2 \mu_B} (M_0 / I_0) = 2,289439326 * 10^{-29} \text{ кг.} \quad (7.38)$$

В последнем выражении:  $I_{KB}$  – квант элемента электрического тока;  $\mu_B$  – магнетон Бора. Если числовое значение выражения (7.38) разделить на  $8\pi$ , то получим массу электрона.

Оказывается, что по этому выделенному направлению системы расположена не планковская масса, а масса электрона, которую можно определить выражением:

$$m_e = (I)_{KB}^2 (M_0 / I_0) / (8\pi \mu_B) = \frac{q_e^2 c^2}{8\pi \alpha^2 \mu_B} (M_0 / I_0) = 9,1093897 * 10^{-31} \text{ кг.} \quad (7.39)$$

С учетом (7.1) последнее выражение можно представить как

$$m_e = \frac{q_e^3 c \mu_0}{8\pi \alpha \mu_B}. \quad (7.40)$$

Выражение (7.40) можно использовать как определяющее для магнетона Бора.

В вычислениях замечено, что отношение кванта протяженного (линейного) элемента тока - к магнетону Бора дает значение обратное половине классического радиуса электрона.

$$(I)_{KB} / \mu_B = \frac{q_e c}{\alpha \mu_B} = \left( \frac{r_e}{2} \right)^{-1} \quad 7. (41)$$

Убеждаемся в системе, что по размерности эта величина действительно равна длине в минус первой степени.

Если вместо магнетона Бора взять значение ядерного магнетона, то в совокупности с квантом элемента тока мы получим массу протона. Тогда по аналогии с выражением (41) можем определить классический радиус протона, который, как мы понимаем, окажется в 1836,152 раз меньше классического радиуса электрона.

Обнаруженная взаимосвязь массы и размера элементарных частиц весьма интересна и требует какого-то физического объяснения.

Можно заметить, что *масса* расположена в одном диагональном ряду с *электрическим зарядом*\*( $M_0/I_0$ ) и *пространственным объемом*\*( $G$ )<sup>-1</sup>. Определимся с характеристическим размером этого объема (без учета формы) для планковского значения массы. Составляем размерностное уравнение:

$$m_{pl} V_{pl} G^{-1} \cong q_e^2 (M_0 / I_0)^2 \quad (7.42)$$

Отсюда определяем выражение для характеристического размера планковской массы. С уточнением числовым коэффициентом  $\alpha$  это значение равно:

$$l_{pl} = \sqrt[3]{\frac{q_e^2 (M_0 / I_0)^2 G}{m_{pl}^{CI} \alpha}} = 1,481936667 * 10^{-36} \text{ м} \quad (7.43)$$

Оно представляет собой единичное или планковское значение *длины* в Естественной кинематической системе размерностей (ЕКСП), которое связано со значением планковской длины в системе СИ выражением:

$$l_0 = l_{pl} = 4\alpha\pi l_{pl}^{CI} \quad (7.44)$$

Поскольку мы встретились со значением планковской длины, рассмотрим положение *пространственной протяженности* в системе физических величин. Составим уравнения размерностной связи для *длины* и ближайших к ней элементов.

$$l_{KB} G^{-1} \cong \sqrt{\mu_0^{-1} (M_0 / I_0)^2 G^{-1}} \quad (7.45)$$

$$l_{KB} G^{-1} \cong \sqrt{R_K^{-1} (M_0 / I_0)^2 c / G} \quad (7.46)$$

Представленные выражения преобразуются и точно выполняются при вводимых числовых поправках, принимая вид:

$$l_{KB} = l_{pl} = \sqrt{\frac{G}{\mu_0 \alpha}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right) \quad (7.47)$$

$$l_{KB} = l_{pl} = \sqrt{\frac{Gc}{2R_K}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right). \quad (7.48)$$

Это единичная или планковская длина (*пространственная протяженность*) в ЕКСР, числовое значение которой приведено в выражении (7.43).

По еще одному выделенному направлению системы *пространственная протяженность*/ $G$  расположена между *электрическим зарядом*\*( $M_0/I_0$ ) и *градиентом времени*/ $G$ . Из этого соотношения определяем, что в системе СИ для планковской длины в значении (7.43) и заряда электрона -  $q_e$ , *градиент времени* представляет собой величину, обратную скорости света.

$$\frac{l_{pl}^2}{Gq_e} \left( \frac{I_0}{M_0} \right) = c^{-1} \quad (7.49)$$

Определимся теперь с квантованным или единичным значением времени в нашей системе. По аналогии с методикой выше проведенного поиска запишем определяющие размерностные уравнения и найдем конечные выражения для кванта времени:

$$t_{KB} = t_{pl} = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 G}{\alpha}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right) \quad (7.50)$$

$$t_{KB} = t_{pl} = \sqrt{\frac{G}{2cR_K}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right) \alpha^{-1}. \quad (7.51)$$

Вычисления по этим формулам дают величину единичного или планковского времени в ЕКСР, равную

$$t_0 = t_{pl} = 4,943208635 * 10^{-45} \text{ с.} \quad (7.52)$$

Можно продолжить наше исследование и в других возможных направлениях. Например величина, обратная *гравитационной постоянной* ( $G^{-1}$ ), расположена в диагональном ряду системы – между *электрической постоянной*  $\varepsilon_0$ , умноженной на  $(M_0/I_0)^2$  и *объемной плотностью массы*  $\rho_m$ . Первые две величины мы знаем. Тогда, с точностью до числового постоянного сомножителя, можем определить третью ФВ. Определяем  $\rho_m$ .

$$\rho_m = \frac{1}{\varepsilon_0 G^2} \left( \frac{I_0}{M_0} \right)^2 = 6,688249464 * 10^{99} \text{ кг/м}^3 \quad (7.53)$$

Это неизвестное в системе СИ и чудовищное по величине значение, назовем планковской плотностью массы. Можно определить эту величину и через другие параметры. Заметим, что значение (7.53) получилось в  $\alpha^{-1}$  раз больше чем единица плотности массы в ЕКСР.

Приведенные выше результаты сведены и показаны в общей таблице 16.

Системная и точная аналитическая взаимосвязь некоторых константных физических величин в размерности  $MLT$  (СИ)

№ п/п	Размерностные соотношения физических величин в системе	Точные аналитические соотношения физических величин
1.1	$h \cong \frac{(q_e c / \alpha)^2 (M_0 / I_0)^2}{(q_e)(M_0 / I_0)}$	$h = \frac{q_e c^2 (M_0 / I_0)}{2\alpha^2}$
1.2	$h \cong \frac{(q_e)^3 (M_0 / I_0)^3}{(\mu_0^{-1})^2 (M_0 / I_0)^4}$	$h = \frac{(q_e)^3 \mu_0^2}{2(M_0 / I_0)}$
1.3	$h \cong \frac{(\mu_0^{-1})^4 (M_0 / I_0)^8}{(R_K^{-1})^3 (M_0 / I_0)^6}$	$h = \frac{4R_K^3 (M_0 / I_0)^2}{\mu_0^4}$
1.4	$h \cong \frac{(R_K^{-1})^5 (M_0 / I_0)^{10}}{(\varepsilon_0)^4 (M_0 / I_0)^8}$	$h = \frac{(M_0 / I_0)^2}{64\alpha^8 \varepsilon_0^4 R_K^5}$
2.1	$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(R_K^{-1})^2 (M_0 / I_0)^4}{(\mu_0^{-1})(M_0 / I_0)^2}$	$\varepsilon_0 = \frac{(R_K^{-1})^2}{(\mu_0^{-1})}$
2.2	$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(\mu_0^{-1})^3 (M_0 / I_0)^6}{(q_e)^2 (M_0 / I_0)^2}$	$\varepsilon_0 = \frac{(M_0 / I_0)^2}{(q_e)^2 (\mu_0)^3}$
2.3	$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(q_e)^4 (M_0 / I_0)^4}{(q_e c / \alpha)^3 (M_0 / I_0)^3}$	$\varepsilon_0 = \frac{q_e \alpha}{c^3 (M_0 / I_0)}$
2.4	$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{(q_e c / \alpha)^5 (M_0 / I_0)^5}{h^4}$	$\varepsilon_0 = \frac{(q_e c / \alpha)^5 (M_0 / I_0)^3}{16\alpha^2 h^4}$
2.5	$\varepsilon_0 (M_0 / I_0)^2 \cong \frac{h^6}{q_e^{10} / \varepsilon_0^5}$	$\varepsilon_0 = \frac{64\alpha^8 h^6}{(q_e^{10} / \varepsilon_0^5)(M_0 / I_0)}$
3.1	$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{h^2}{(q_e c / \alpha)(M_0 / I_0)}$	$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{4\alpha^3 h^2}{q_e c (M_0 / I_0)}$
3.2	$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(q_e c / \alpha)^3 (M_0 / I_0)^3}{(q_e)^2 (M_0 / I_0)^2}$	$\frac{q_e}{\varepsilon_0} = \frac{c^3 (M_0 / I_0)}{\alpha}$
3.3	$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(q_e)^4 (M_0 / I_0)^4}{(\mu_0^{-1})^3 (M_0 / I_0)^6}$	$\frac{1}{\varepsilon_0} = \frac{\alpha^2 (q_e)^2 \mu_0^3}{(M_0 / I_0)^2}$
3.4	$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(\mu_0^{-1})^5 (M_0 / I_0)^{10}}{(R_K^{-1})^4 (M_0 / I_0)^8}$	$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} = \frac{16\alpha^2 R_K^4 (M_0 / I_0)^2}{\mu_0^5}$
3.5	$\frac{q_e^2}{\varepsilon_0} \cong \frac{(R_K^{-1})^6 (M_0 / I_0)^{12}}{(\varepsilon_0)^5 (M_0 / I_0)^{10}}$	$q_e = \frac{(M_0 / I_0)}{8\alpha^4 R_K^3 \varepsilon_0^2}$

4.1	$m \cong \sqrt{\frac{hc}{G}}$	$m = \sqrt{\frac{2hc}{\alpha G}} = 2,176714095 \cdot 10^{-8} \text{ кг}$
4.2	$m = \sqrt{\frac{q_e^2}{\varepsilon_0 G}}$	$m = \sqrt{\frac{q_e^2}{\varepsilon_0 G}} = 1,859448128 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$
4.3	$m_{KB} \cong (Il)_{KB}^2 (M_0 / I_0) / \mu_B =$ $= 2,289439326 \cdot 10^{-29} \text{ кг}$	$m_e = (Il)_{KB}^2 (M_0 / I_0) / (8\pi\mu_B)$
5.1	$m_{pl} V_{pl} G^{-1} \cong q_e^2 (M_0 / I_0)^2$	$l_{pl} = \sqrt[3]{\frac{q_e^2 (M_0 / I_0)^2 G}{m_{pl}^{CH} \alpha}} = 1,481936667 \cdot 10^{-36} \text{ м}$
5.2	$l_{KB} G^{-1} \cong \sqrt{\mu_0^{-1} (M_0 / I_0)^2 G^{-1}}$	$l_0 = l_{pl} = 4\pi\alpha * l_{pl}^{CH}$ $l_{KB} = l_{pl} = \sqrt{\frac{G}{\mu_0 \alpha}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right)$
5.3	$l_{KB} G^{-1} \cong \sqrt{R_K^{-1} (M_0 / I_0)^2 c / G}$	$l_{KB} = l_{pl} = \sqrt{\frac{Gc}{2R_K}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right)$
6.1	$t_{KB} G^{-1} \cong \sqrt{\varepsilon_0 G^{-1}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right)$	$t_{KB} = t_{pl} = \sqrt{\frac{\varepsilon_0 G}{\alpha}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right)$
6.2	$t_{KB} G^{-1} \cong \sqrt{\frac{G^{-1}}{cR_K}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right)$	$t_{KB} = t_{pl} = \sqrt{\frac{G}{2cR_K}} \left( \frac{M_0}{I_0} \right) \alpha^{-1}$

Приведенные расчеты были выполнены на начальных этапах исследования системы с *MLT*- размерностным представлением системных элементов когда возможность и необходимость многоуровневого (многослойного) изображения системы ФВиЗ еще не была четко осознана. Существующие взаимосвязи ФВ представлялись только линейными (участвующие в закономерных взаимосвязях ФВ располагаются в системе по одной линии) или, как в приводимых выше силовых закономерностях, с небольшими ответвлениями в средней части.

Несмотря на это, выполненные расчеты позволили понять важность разнообразного участия в системных элементах и закономерных соотношения вездесущего коэффициента из отношения единиц массы и силы электрического тока ( $M_0/I_0$ ), что послужило основанием для объективной структуризации системы на отдельные группы и подгруппы ФВ.

В заключение данного раздела можно отметить, что система физических величин с *MLT*- размерностным представлением её элементов выигрывает, по сравнению с *LT*- размерностным представлением системных элементов, из-за использования привычных размерностей СИ для многих важнейших ФВ, участвующих в закономерностях.

### 7.3. Многоуровневое представление системы физических величин с возможностью визуализации закономерных взаимосвязей.

Сравнительное изучение двух вариантов представления системы физических величин с *LT*- и *MLT*- размерностным представлением системных элементов позволяет понять или, по крайней мере, служит хорошим основанием для понимания того, что системные свойства у этих двух вариантов, включая системное расположение ФВ, практически одинаковые. Различие состоит лишь в значении дополнительных размерностных коэффициентов, которыми размерности ФВ отличаются от размерности их содержащих элементов системы. Примечательно, что различие дополнительных коэффициентов, стоящих при определенных группах ФВ – практически одно и то же для всех ФВ. В нашем случае это определенный размерностный сомножитель.

Примечательно и то, что в том и другом варианте наблюдается дифференциация ФВ по группам и их системное объединение в этих группах по величине дополнительного размерностного сомножителя. Как уже приводилось в предыдущем разделе, дополнительные размерностные сомножители представляют собой *гравитационную постоянную* – (*G*) и соотношения единиц *массы* и *силы электрического тока* – (*M<sub>0</sub>/I<sub>0</sub>*), присутствующие при ФВ в той или иной степени. Величины размерностных коэффициентов при ФВ приведены в таблицах 17 и 18.

Таблица 17

Системные группы общих базовых и электромагнитных величин

№ п/п	Наименование физической величины (основной составляющей элемента <i>MLT</i> - системы)	Обозн.	Размерность ФВ в системе		Соотношение размерностей ФВ <i>LT</i> / <i>СИ</i>
			<i>LT</i>	<i>СИ</i>	
<i>Динамические общие базовые величины</i>					
1	Энергия	W	$L^5T^{-4}$	$ML^2T^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
2	Мощность	N	$L^5T^{-5}$	$ML^2T^{-3}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
3	Импульс (колич. движения)	P	$L^4T^{-3}$	$MLT^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
4	Сила	F	$L^4T^{-4}$	$MLT^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
5	Натяжение	f	$L^3T^{-4}$	$MT^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
6	Объемная плотность энергии (давление)	w (p)	$L^2T^{-4}$	$ML^{-1}T^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
7	Вектор Умова-Пойнтинга	s	$L^3T^{-5}$	$MT^{-3}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
8	Вязкость динамическая	η	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
9	Градиент давления	grad p	$LT^{-4}$	$ML^{-2}T^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
10	Объемная плотность натяжений	f/V	$T^{-4}$	$ML^{-3}T^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
11	Масса	m	$L^3T^{-2}$	M	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$

12	Объемная плотность массы	$\rho_m$	$T^{-2}$	$ML^{-3}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
13	Расход массы	$m/t$	$L^3T^{-3}$	$MT^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
14	Поток объемной плотности массы	$j_m$	$LT^{-3}$	$ML^{-2}T^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
15	Механический момент инерции $(mr)^2$	$J_m$	$L^5T^{-2}$	$ML^2$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
16	Момент импульса	$mvr$	$L^5T^{-3}$	$ML^2T^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
<i>Кинематические общие базовые величины</i>					
1	Безразмерная константа (в системе $LT$ : $G^{-1}=1$ )	–	–	–	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
2	Время	$t$	$T$	$T$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
3	Длина	$l$	$L$	$L$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
4	Площадь	$S$	$L^2$	$L^2$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
5	Объем пространства	$V$	$L^3$	$L^3$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
6	Изменение объема	$V/t$	$L^3T^{-1}$	$L^3T^{-1}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
7	Поток объема	$Vv$	$L^4T^{-1}$	$L^4T^{-1}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
8	Ускорение объема	$Va$	$L^4T^{-2}$	$L^4T^{-2}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
9	Вязкость кинематическая (коэффициент диффузии)	$\nu$	$L^2T^{-1}$	$L^2T^{-1}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
10	Скорость	$v$	$LT^{-1}$	$LT^{-1}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
11	Ускорение	$a$	$LT^{-2}$	$LT^{-2}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
12	Угловая скорость	$\omega$	$T^{-1}$	$T^{-1}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
13	Вихрь вращения	$\xi$	$L^{-1}T^{-1}$	$L^{-1}T^{-1}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
14	Кривизна пространства	$l^{-1}$	$L^{-1}$	$L^{-1}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
15	Изменение угловой скорости	$\omega/t$	$T^{-2}$	$T^{-2}$	$[ML^{-3}T^2 = G^{-1}]$
<i>Базовые электромагнитные (зарядо-токовые) величины</i>					
1	Электрический заряд	$q$	$L^3T^{-1}$	$TI$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
2	Сила электр. тока	$I$	$L^3T^{-2}$	$I$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
3	Количество движения заряда (элемент тока)	$qv = Il$	$L^4T^{-2}$	$LI$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
4	Объемная плотность электрического заряда	$\rho_q$	$T^{-1}$	$L^{-3}TI$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
5	Плотность электрического тока	$j$	$LT^{-2}$	$L^{-2}I$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
6	Электрический дипольный момент	$ql$	$L^4T^{-1}$	$LTI$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
7	Магнитный момент	$p_m$	$L^5T^{-2}$	$L^2I$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
8	Изменение магнитного момента	$p_m/t$	$L^5T^{-3}$	$L^2IT^{-1}$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
9	Индукция электрического поля	$D$	$LT^{-1}$	$L^{-2}TI$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
10	«Напряженность» магнитного поля	$H$	$L^2T^{-2}$	$L^{-1}I$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
<i>Полевые электромагнитные величины</i>					
1	Электрический потенциал	$\phi$	$L^2T^{-3}$	$L^2T^{-3}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
2	Изменение электрического потенциала	$\phi/t$	$L^2T^{-4}$	$L^2T^{-4}MI^{-1}$	$M^{-1}I$

3	Магнитный векторный потенциал	A	$LT^{-2}$	$LT^{-2}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
4	Напряженность электрического поля	E	$LT^{-3}$	$LT^{-3}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
5	Измен. напряженности электрического поля	E/t	$LT^{-4}$	$LT^{-4}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
6	Магнитный поток (потокосцепление)	$\Phi$ ; $\Psi$	$L^2T^{-2}$	$L^2T^{-2}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
7	«Индукция» магнитного поля	B	$T^{-2}$	$T^{-2}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
8	Изменение «индукции» магнитного поля	B/t	$T^{-3}$	$T^{-3}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
9	Ротор «индукции» магнитного поля	rot B	$L^{-1}T^{-2}$	$L^{-1}T^{-2}MI^{-1}$	$M^{-1}I$
<i>Структуро-средовые электромагнитные величины</i>					
<i>(Первой группы)</i>					
1	Абсол. диэлектрическая проницаемость	$\epsilon\epsilon_0$	$T^2$	$M^{-1}L^{-3}T^4I^2$	$M(L^3T^{-2})I^{-2}$
2	Электрическая емкость	C	$LT^2$	$M^{-1}L^{-2}T^4I^2$	$M(L^3T^{-2})I^{-2}$
3	Электр. проводимость (потенциальная)	$g = R^{-1}$	$LT$	$M^{-1}L^{-2}T^3I^2$	$M(L^3T^{-2})I^{-2}$
4	Удельная проводимость	$\sigma$	$T$	$M^{-1}L^{-3}T^3I^2$	$M(L^3T^{-2})I^{-2}$
5	Проводимость тока по напряженности	$\gamma$	$L^2T$	$M^{-1}L^{-1}T^3I^2$	$M(L^3T^{-2})I^{-2}$
<i>(Второй группы)</i>					
6	Абсол. магнитная проницаемость	$\mu\mu_0$	$L^{-2}$	$MLT^{-2}I^{-2}$	$M^{-1}(L^{-3}T^2)I^2$
7	Индуктивность	L	$L^{-1}$	$ML^2T^{-2}I^{-2}$	$M^{-1}(L^{-3}T^2)I^2$
8	Эл. сопротивление	R	$L^{-1}T^{-1}$	$ML^2T^{-3}I^{-2}$	$M^{-1}(L^{-3}T^2)I^2$
9	Удельное электр. сопротивление	$\rho$	$T^{-1}$	$ML^3T^{-3}I^{-2}$	$M^{-1}(L^{-3}T^2)I^2$
10	Градиентное электр. сопротивление	$\beta$	$L^{-2}T^{-1}$	$MLT^{-3}I^{-2}$	$M^{-1}(L^{-3}T^2)I^2$
<i><math>\Phi B</math>, используемые в описании эффекта Холла</i>					
1.	Постоянная Холла	$R_H$	$L^3T^{-1}I^{-1}$	$T$	$(L^3T^{-2})I^{-1}$
2.	Подвижность носителей тока	$u_0$	$T^2M^{-1}I$	$T^2$	$M^{-1}I$

В последнем столбце таблицы 17 приведены значения дополнительного размерного коэффициента, на который  $\Phi B$  того или иного системного уровня отличаются от размерности самого системного  $LT$  - элемента. Значение этого коэффициента определяет принадлежность  $\Phi B$  к тому или иному системному уровню. Из данных таблицы видно, что принадлежность к определенному системному уровню означает и физическое родство величин. Системные связи между  $\Phi B$  в пределах одного уровня – самые простейшие, через *длину* –  $L$ , *время* –  $T$  и *скорость* –  $LT^{-1}$  в определенной целочисленной степени.

Дополнительные размерностные коэффициенты, по сути, есть конструкты из различных представлений одной и той же ФВ – массы. В одних случаях она представляется гравитационной массой, в других – силой тока, а в совокупности в  $LT$  – системе размерностей эти коэффициенты становятся безразмерными (единичными).

Таблица 18

Расположение физических величин в базовых элементах системы при различной форме представления размерности элементов

№ п/п	Наименование физической величины (ФВ), (основной составляющей элемента системы)	Обозн. ФВ	Размерность ФВ в СИ	Размерность элемента системы, в котором расположена ФВ		Соотношение размерностей $MLT$ и СИ
				в $LT$ – форме	в $MLT$ – форме	
<i>Динамические общие базовые величины</i>						
1	Энергия	W	$ML^2T^{-2}$	$L^5T^{-4}$	$ML^2T^{-2}$	1
2	Объемная плотность энергии (давление)	w	$ML^{-1}T^{-2}$	$L^2T^{-4}$	$ML^{-1}T^{-2}$	
3	Мощность (энергия единицы времени)	N	$ML^2T^{-3}$	$L^5T^{-5}$	$ML^2T^{-3}$	
4	Импульс (количество движения)	P	$MLT^{-1}$	$L^4T^{-3}$	$MLT^{-1}$	
5	Объемная плотность импульса	$\rho_P$	$ML^{-2}T^{-1}$	$LT^{-3}$	$ML^{-2}T^{-1}$	
6	Сила механическая	F	$MLT^{-2}$	$L^4T^{-4}$	$MLT^{-2}$	
7	Изменение силы	F'	$MLT^{-3}$	$L^4T^{-5}$	$MLT^{-3}$	
8	Вращательный момент силы	M	$ML^2T^{-2}$	$L^5T^{-4}$	$ML^2T^{-2}$	
9	Объемная плотность силы	$\rho_F$	$ML^{-2}T^{-2}$	$LT^{-4}$	$ML^{-2}T^{-2}$	
10	Натяжение (поверхностная плотность энергии)	f	$MT^{-2}$	$L^3T^{-4}$	$MT^{-2}$	
11	Вектор Умова-Пойнтинга	S	$MT^{-3}$	$L^3T^{-5}$	$MT^{-3}$	
12	Объемная плотность натяжений	$\rho_f$	$ML^{-3}T^{-2}$	$T^{-4}$	$ML^{-3}T^{-2}$	
13	Давление (силы на площадь)	p	$ML^{-1}T^{-2}$	$L^2T^{-4}$	$ML^{-1}T^{-2}$	
14	Градиент давления	$\nabla p$	$ML^{-2}T^{-2}$	$LT^{-4}$	$ML^{-2}T^{-2}$	
15	Изменение давления	p'	$ML^{-1}T^{-3}$	$L^2T^{-5}$	$ML^{-1}T^{-3}$	
16	Вязкость динамическая	$\eta$	$ML^{-1}T^{-1}$	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	
17	Масса (инертная)	m	M	$L^3T^{-2}$	M	
18	Расход (ток) массы	m/t	$\frac{MT}{-1}$	$L^3T^{-3}$	$MT^{-1}$	

19	Объемная плотность массы	$\rho_m$	$ML^{-3}$	$T^{-2}$	$ML^{-3}$	1
20	Поток объемной плотности массы	$j_m$	$ML^{-2}T^{-1}$	$LT^{-3}$	$ML^{-2}T^{-1}$	
21	Механич. момент инерции $\Sigma(m_i r_i)^2$	$J_m$	$ML^2$	$L^5 T^{-2}$	$ML^2$	
22	Момент импульса (действие актуальное)	$L = mvr$	$ML^2 T^{-1}$	$L^5 T^{-3}$	$ML^2 T^{-1}$	
23	Потенциальное действие $\Pi = FS = fV$	$\Pi$	$ML^3 T^{-2}$	$L^6 T^{-4}$	$ML^3 T^{-2}$	
<i>Кинематические общие базовые величины</i>						
1	Безразмерная константа (в системе $LT: G^{-1}=1$ )		$L^0 T^0$	$L^0 T^0$	$ML^3 T^{-2}$	$ML^{-3} T^2 = G^{-1}$
2	Простр. протяженность (длина)	$l$	$L$	$L$	$ML^{-2} T^2$	
3	Площадь	$S$	$L^2$	$L^2$	$ML^{-1} T^2$	
4	Объем пространства	$V$	$L^3$	$L^3$	$MT^2$	
5	Время	$t$	$T$	$T$	$ML^{-3} T^3$	
6	Градиент времени (ФВ, обратная скорости)	$\nabla t$	$L^{-1} T$	$L^{-1} T$	$ML^{-4} T^3$	
7	Изменение объема	$V'$	$L^3 T^{-1}$	$L^3 T^{-1}$	$MT^1$	
8	Поток объема	$Vv$	$L^4 T^{-1}$	$L^4 T^{-1}$	$MLT$	
9	Ускорение объема	$Va$	$L^4 T^{-2}$	$L^4 T^{-2}$	$ML$	
10	Вязкость кинематическая (кэфф. диффузии)	$\nu$	$L^2 T^{-1}$	$L^2 T^{-1}$	$ML^{-1} T^2$	
11	Скорость	$v$	$LT^{-1}$	$LT^{-1}$	$ML^{-2} T$	
12	Ускорение	$a$	$LT^{-2}$	$LT^{-2}$	$ML^{-2}$	
13	Угловая скорость (угловая частота)	$\omega$	$T^{-1}$	$T^{-1}$	$ML^{-3} T$	
14	Угловое ускорение	$\varepsilon$	$T^{-2}$	$T^{-2}$	$ML^{-3}$	
15	Вихрь вращения	$\xi$	$L^{-1} T^{-1}$	$L^{-1} T^{-1}$	$ML^{-4} T$	
16	Кривизна пространства	$\Gamma^{-1}$	$L^{-1}$	$L^{-1}$	$ML^{-4} T^2$	
<i>Базовые электромагнитные (зарядо-токовые) величины</i>						
1	Электрический заряд	$q$	$TI$	$L^3 T^{-1}$	$MT$	$MI^{-1}$
2	Поверхностная плотность эл. заряда	$\sigma_q$	$L^{-2} TI$	$LT^{-1}$	$ML^{-2} T$	
3	Объемная плотность электр. заряда	$\rho_q$	$L^{-3} TI$	$T^{-1}$	$ML^{-3} T$	
4	Электрический момент диполя	$ql$	$TI$	$L^4 T^{-1}$	$MLT$	
5	Индукция электрического поля	$D$	$L^{-2} TI$	$LT^{-1}$	$ML^{-2} T$	
6	Изменение индукции электрического поля	$D'$	$L^{-2} I$	$LT^{-2}$	$ML^{-2}$	
7	Поляризованность диэлектрика	$P$	$L^{-2} TI$	$LT^{-1}$	$ML^{-2} T$	
8	Сила электрического тока	$I$	$I$	$L^3 T^{-2}$	$M$	
9	Пространственный элемент тока	$I l = qv$	$LI$	$L^4 T^{-2}$	$ML$	

10	Плотность электрического тока	$j$	$L^{-2}I$	$LT^{-2}$	$ML^{-2}$	
12	Магнитный дипольный момент	$p_m$	$L^2I$	$L^5T^{-2}$	$ML^2$	
13	Изменение магнитного момента	$p_m'$	$L^2IT^{-1}$	$L^5T^{-3}$	$ML^2T^{-1}$	
14	«Напряженность» магнитного поля	$H$	$L^{-1}I$	$L^2T^{-2}$	$ML^{-1}$	
15	Циркуляция вектора $H$	$= I$	$I$	$L^3T^{-2}$	$M$	
16	Ротор вектора $H$	$(\nabla \times H)$	$L^{-2}I$	$LT^{-2}$	$ML^{-2}$	$MI^{-1}$
17	Намагниченность магнетика	$J$	$L^{-1}I$	$L^2T^{-2}$	$ML^{-1}$	
18	Циркуляция вектора $J$	$= I_{\text{мол}}$	$I$	$L^3T^{-2}$	$M$	
19	Ротор вектора $J$	$(\nabla \times J)$	$L^{-2}I$	$LT^{-2}$	$ML^{-2}$	
20	Сила поверхностного тока намагничивания на единицу длины	$i$	$L^{-1}I$	$T^{-2}$	$ML^{-1}$	
<i>Полевые электромагнитные величины</i>						
1	Магнитный поток (потокосцепление)	$\Phi;$ $(\Psi)$	$L^2T^{-2}MI^{-1}$	$L^2T^{-2}$	$ML^{-1}$	
2	Изменение магнитного потока	$\Phi'$	$L^2T^{-3}MI^{-1}$	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	
3	Электрический потенциал	$\varphi$	$L^2T^{-3}MI^{-1}$	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	
4	Электрическое напряжение, (э.д.с)	$\delta\varphi$	$L^2T^{-3}MI^{-1}$	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	
5	Изменение электр. потенциала	$\varphi'$	$L^2T^{-4}MI^{-1}$	$L^2T^{-4}$	$ML^{-1}T^{-2}$	
6	Магнитный векторный потенциал	$A$	$LT^{-2}MI^{-1}$	$LT^{-2}$	$ML^{-2}$	
7	Напряженность электрического поля	$E$	$LT^{-3}MI^{-1}$	$LT^{-3}$	$ML^{-2}T^{-1}$	$(L^{-3}T^2)I$
8	Измен. напряженности электрического поля	$E'$	$LT^{-4}MI^{-1}$	$LT^{-4}$	$ML^{-2}T^{-2}$	
9	«Индукция» магнитного поля	$B$	$T^{-2}MI^{-1}$	$T^{-2}$	$ML^{-3}$	
10	Изменение «индукции» магнитного поля	$B'$	$T^{-3}MI^{-1}$	$T^{-3}$	$ML^{-3}T^{-1}$	
11	Дивергенция или ротор напряженности электрического поля	$\nabla E;$ $(\nabla \times E)$	$T^{-3}MI^{-1}$	$T^{-3}$	$ML^{-3}T^{-1}$	
12	Ротор «индукции» магнитного поля	$(\nabla \times B)$	$L^{-1}T^{-2}MI^{-1}$	$L^{-1}T^{-2}$	$ML^{-4}$	
<i>Структуро-средовые электромагнитные величины</i>						
<i>(Первой группы)</i>						
1	Абсолютная диэлектрическая проницаемость	$\epsilon\epsilon_0$	$M^{-1}L^{-3}T^4I^2$	$T^2$	$ML^{-3}T^4$	$M^2I^{-2}$

2	Электрическая емкость	C	$M^{-1}L^{-2}T^4I^2$	$LT^2$	$ML^{-2}T^4$	
3	Изменение емкости	C'	$M^{-1}L^{-2}T^3I^2$	LT	$ML^{-2}T^3$	
4	Электр. проводимость (потенциальная по φ)	g	$M^{-1}L^{-2}T^3I^2$	LT	$ML^{-2}T^3$	
5	Изменение проводимости по φ	g'	$M^{-1}L^{-2}T^2I^2$	L	$ML^{-2}T^2$	
6	Удельная проводимость	σ	$M^{-1}L^{-3}T^3I^2$	T	$ML^{-3}T^3$	
7	Проводимость тока по напряженности E	γ	$M^{-1}L^{-1}T^3I^2$	$L^2T$	$ML^{-1}T^3$	
8	Изменение проводимости по E	γ'	$M^{-1}L^{-1}T^2I^2$	$L^2$	$ML^{-1}T^2$	
<i>(Второй группы)</i>						
9	Абсол. магнитная проницаемость	μ <sub>0</sub>	$MLT^{-2}I^{-2}$	$L^{-2}$	$ML^{-5}T^2$	$(L^{-6}T^4)I^2$
10	Индуктивность	L	$ML^2T^{-2}I^{-2}$	$L^{-1}$	$ML^{-4}T^2$	
11	Изменение индуктивности	L'	$ML^2T^{-3}I^{-2}$	$L^{-1}T^{-1}$	$ML^{-4}T$	
12	Электрическое сопротивление	R	$ML^2T^{-3}I^{-2}$	$L^{-1}T^{-1}$	$ML^{-4}T$	
13	Изменение электр. сопротивления	R'	$ML^2T^{-4}I^{-2}$	$L^{-1}T^{-2}$	$ML^{-4}$	
14	Удельное электр. сопротивление	ρ	$ML^3T^{-3}I^{-2}$	$T^{-1}$	$ML^{-4}T^2$	
15	Градиентное электр. сопротивление	β	$MLT^{-3}I^{-2}$	$L^{-2}T^{-1}$	$ML^{-5}T$	
16.	Измен. градиентного сопротивления	β'	$MLT^{-4}I^{-2}$	$L^{-2}T^{-2}$	$ML^{-5}$	

Как видно из представленных таблиц, отдельные системные группы ФВ, в общем случае наползающие или накладывающиеся в системе друг на друга, составляют своеобразные системные уровни в общей многоуровневой (многослойной) системе физических величин.

В исследуемой системе примечательным оказалось и то, что ФВ каждого отдельного системного уровня (слоя) родственны по своим физическим свойствам. Указанное родство ФВ одного и того же системного уровня объективно подкрепляется особым (индивидуальным только для данной группы ФВ) набором дополнительных размерностных коэффициентов, стоящих в элементах системы при размерности ФВ. В рассматриваемых здесь и далее вариантах системы родство ФВ разных системных уровней для удобства пользования принято обозначать еще и определенной цветовой раскраской их ячеек. Варианты многоуровневого изображения системы с различным размерностным представлением элементов системы показаны на рис. 7-9 – рис.7-12. В вариантах представления системы, изображенной на рис.7-12 и двух последующих, обозначение несколько особое. Оно имеет упорядоченный характер

только в пределах одного системного уровня физических величин. Об этом будет сказано далее.

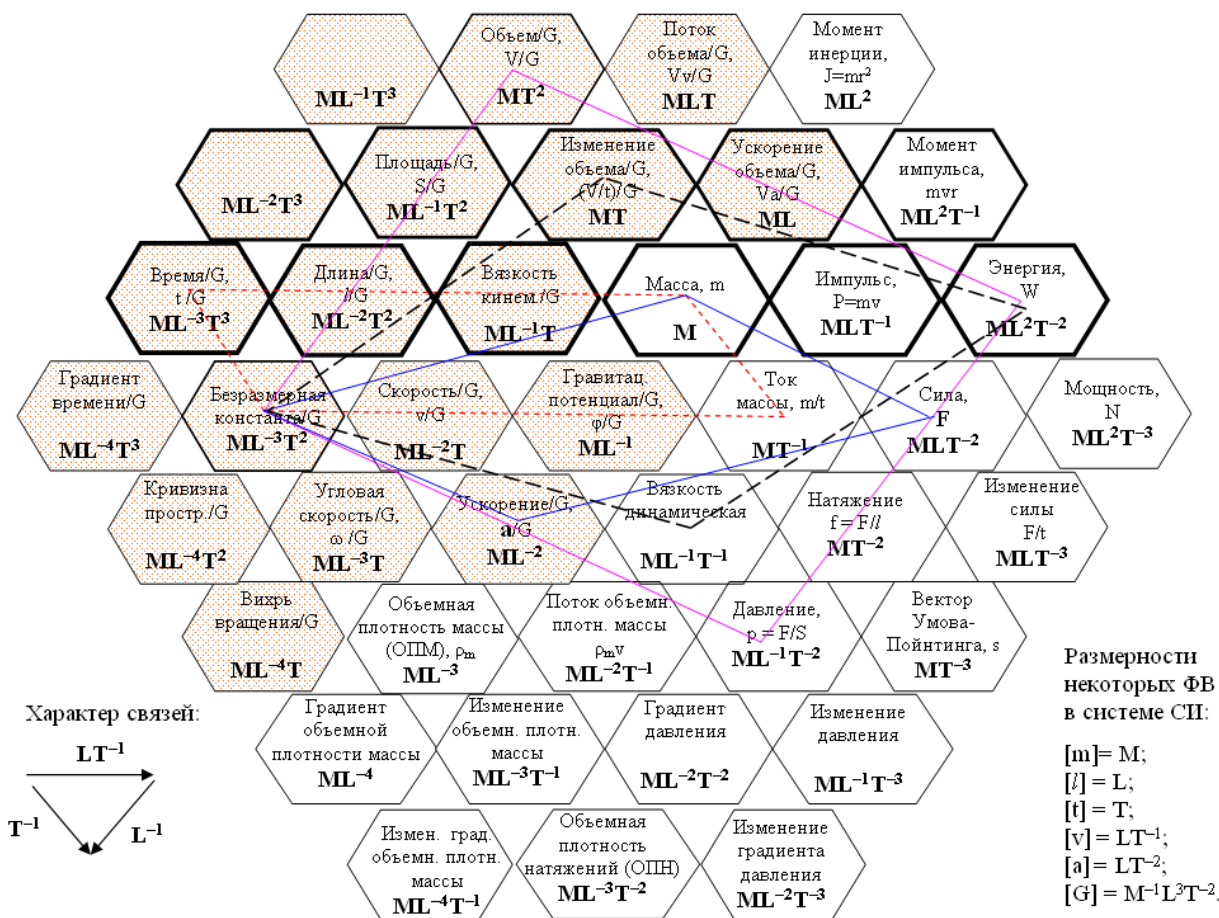


Рис.7-9. Два системных уровня общих базовых физических величин

В системе физических величин с многоуровневым представлением была выявлена и самая примечательная особенность такого (многоуровневого) представления ФВ. Оказалось, что в системе визуализируются (обнаруживаются) почти все закономерные размерностные взаимосвязи, существующие между ФВ [20-22]. Не менее примечательно и то, что закономерные взаимосвязи ФВ оказались обнаруживаемы в системе по определенному формальному правилу – *правилу выделенного параллелограмма* или, в частных случаях, *выделенной линии* (названия авторские).

Выявленная геометризация системных закономерных взаимосвязей ФВ позволила сделать заключение о том, что вся система ФВ характеризуется определенной топологией, изучение свойств которой представляет огромный интерес. Этот интерес заключается не столько в иллюстрации системой ФВ известных природных закономерностей, сколько в установлении общего принципа (может быть, нескольких принципов) этих взаимосвязей и возможности осуществления целенаправленного поиска новых природных закономерностей. На сегодня эти закономерности (до самой последней) - вряд ли все известны.

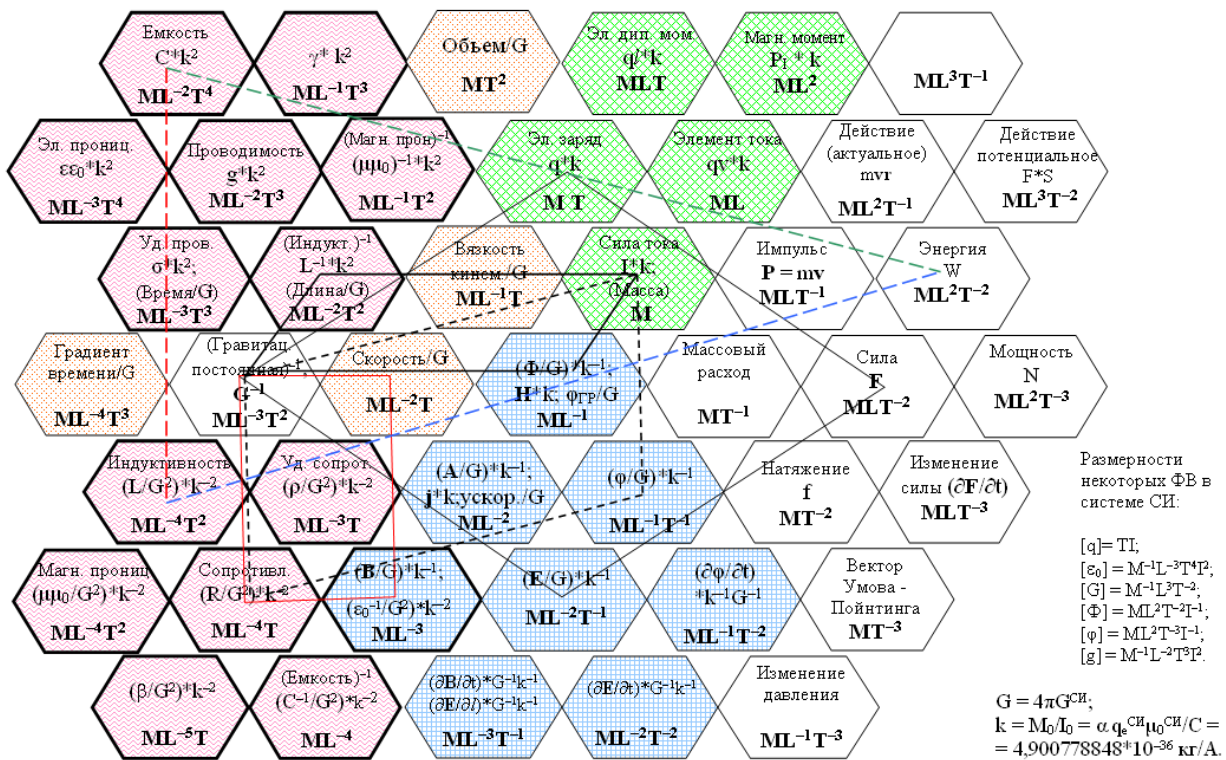


Рис.7-10. Системные закономерные связи ФВ в блоке электромагнитных величин

Как уже отмечено, закономерные размерностные взаимосвязи между ФВ наблюдаются в системе в виде **выделенных параллелограммов** или (в частных случаях) **выделенных линий**, в которых соблюдается определенное правило. Это правило состоит в том, что при перемножении (или делении) размерностного содержимого системных элементов (ячеек), располагаемых на противоположных (или, соответственно, смежных) вершинах ПРАВИЛЬНО выделенного параллелограмма, и последующем сравнении получаемых соотношений происходит взаимное уничтожение дополнительных размерностных коэффициентов, присутствовавших в ячейках с ФВ.

В подчеркнутой фразе о взаимном уничтожении размерностных коэффициентов речь идет о коэффициентах, которыми размерности ФВ отличаются от размерности их содержащих элементов системы.

Обозначенное выше ПРАВИЛЬНОЕ выделение в рассматриваемой системе параллелограмма или линии (в которую может вырождаться параллелограмм), иллюстрирующих ту или иную природную закономерность, как раз и состоит в учете значений этих дополнительных размерностных коэффициентов и обеспечении их взаимного уничтожения (компенсации). Чтобы облегчить эту и так достаточно простую задачу, в системе используется цветовая раскраска ФВ разных системных уровней и тогда задача сводится к правильному использованию ячеек соответствующего цвета (цветов). На рисунках 7-13 и 7-14 приведены два варианта применения цветовой подсказки для правильного построения выделенных параллелограммов.

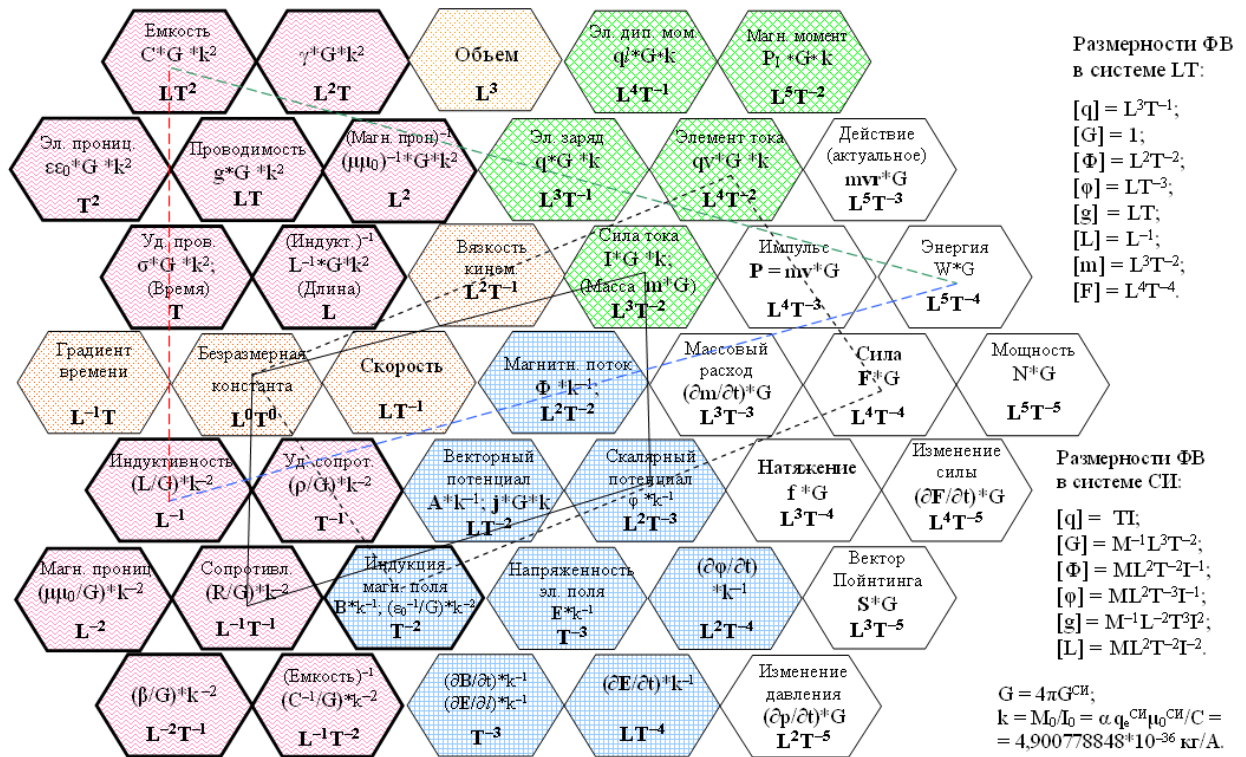


Рис.7-11. Системные закономерные связи в блоке электромагнитных величин. Системные элементы имеют LT-размерностное исполнение

### ОБЩИЕ БАЗОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

(Подразделяются на кинематические и динамические)

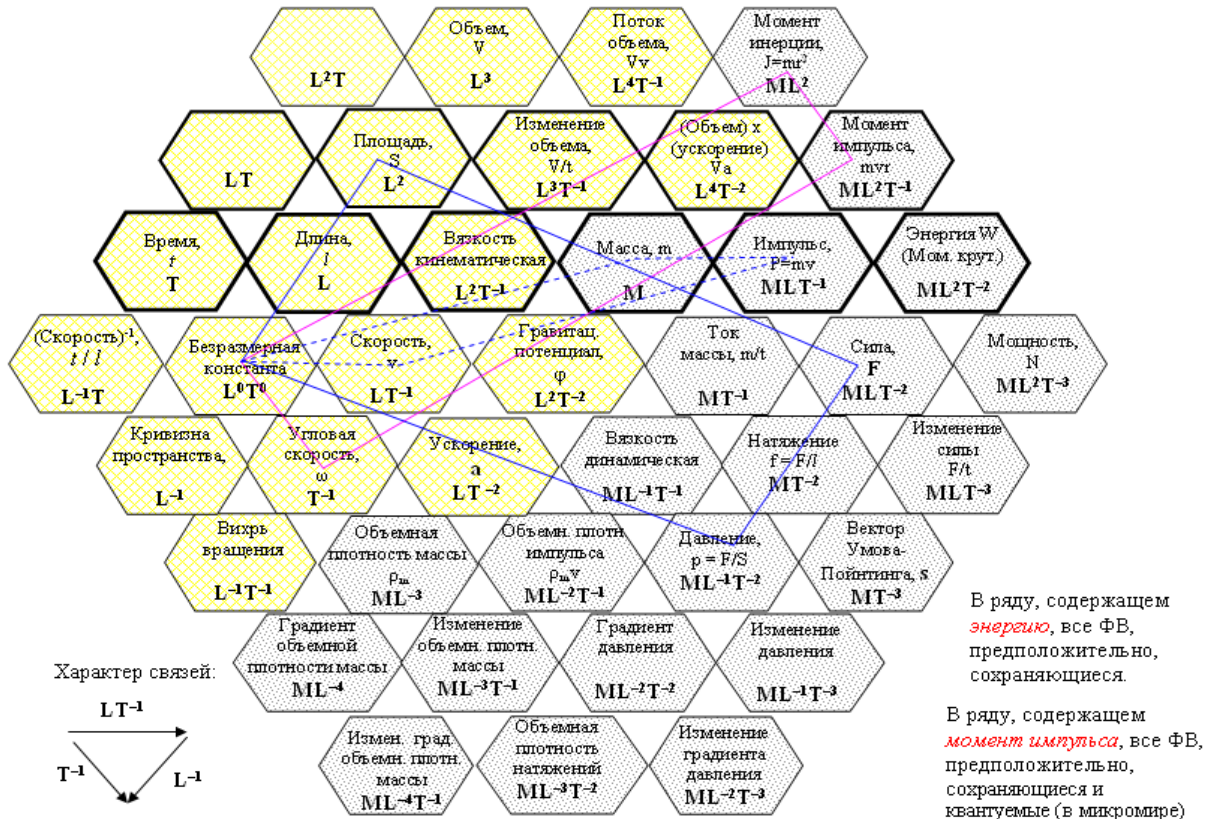


Рис.7-12. Системные закономерности в блоке механических величин

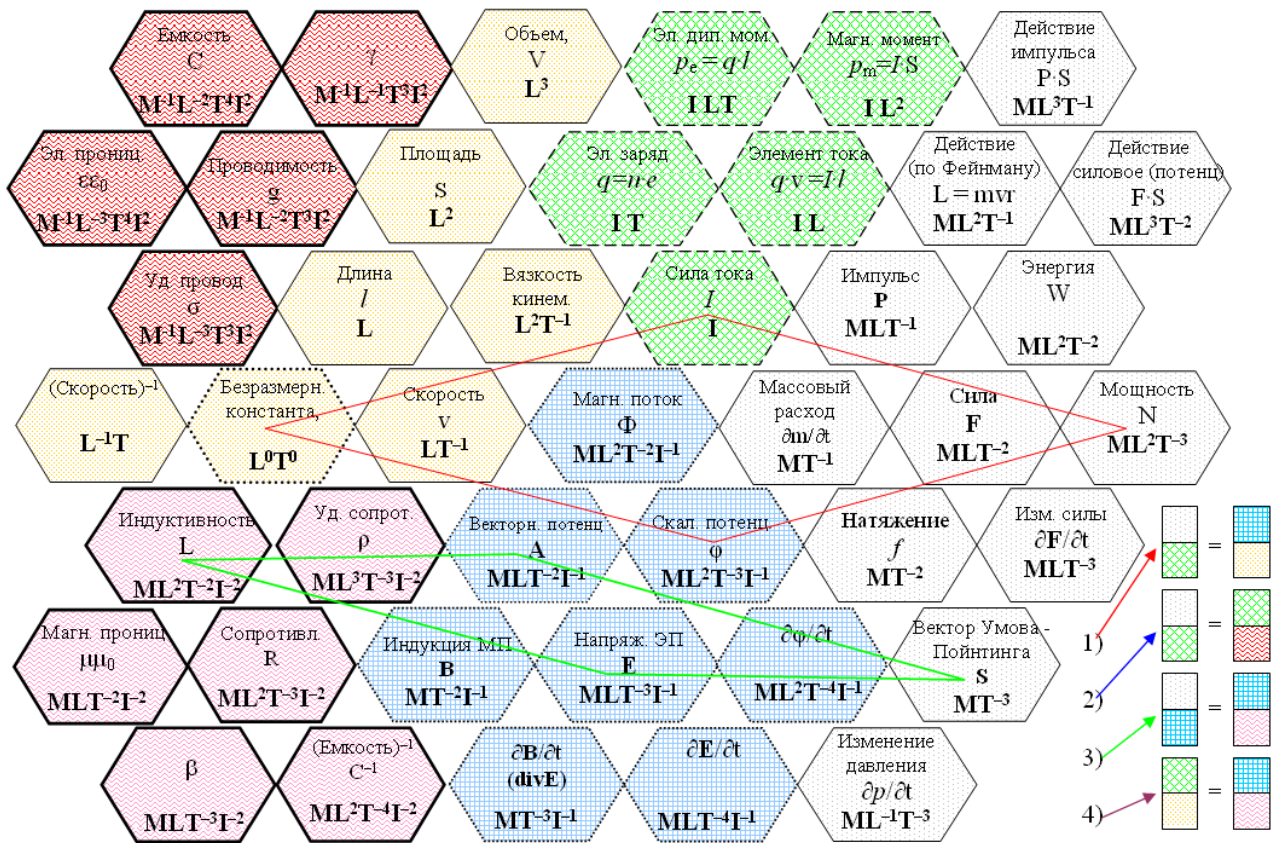


Рис.7-13. Вариант исполнения цветовой подсказки для обнаружения в системе закономерных соотношений ФВ

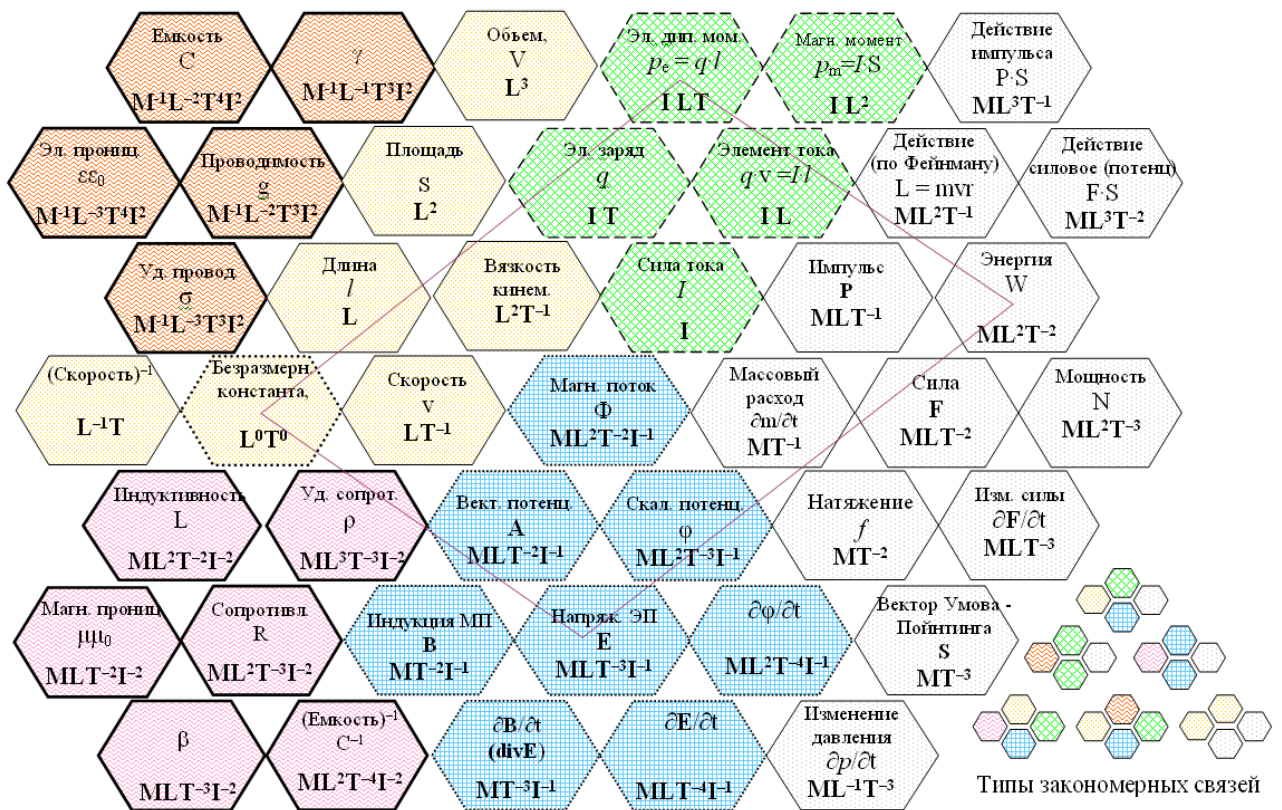


Рис.7-14. Другой вариант исполнения цветовой подсказки в поиске системных закономерностей

#### 7.4. Модификации системы физических величин при изменении размерности электрического заряда.

В настоящей работе главным образом исследовалась система, в которой базовым вариантом был принят  $LT$ - размерностый вариант представления элементов системы и ФВ с размерностью электрического заряда  $L^3T^{-1}$ . Результаты рассмотрения системы Гаусса и СИ, изложенные в разделе 3.1, показали, что в этих системах размерность электрического заряда (при представлении этих систем в системе размерностей  $LT$ ) иная. В принципе, для системного описания по рассматриваемой методологии, возможны самые разные начальные  $LT$ -представления размерности электрического заряда, что предварительно рассмотрено в разделе 3.2.

В данном разделе приведем и рассмотрим изображения нескольких возможных вариантов системы ФВ с иными размерностями электрического заряда, а также с учетом многоуровневости системной структуры и визуализации в ней закономерных взаимосвязей ФВ. В связи с этим, система получила сокращенное наименование - система ФВиЗ (физических величин и закономерностей).

На рис.7-11 был представлен основной вариант системы с размерностью электрического заряда  $L^3T^{-1}$ . На рисунках 7-15 и 7-16 приведены варианты  $LT$ - размерностных систем ФВиЗ для размерностей электрического заряда  $L^3T^{-2}$  и  $L^2T^{-1}$ , обозначенные в таблице 2 как системы «Гаусса» и «СИ». На рисунках 7-17 и 7-18 приведены варианты  $LT$ - размерностных систем ФВиЗ для размерностей электрического заряда  $L^2T^{-2}$  и  $L^3T^{-3}$ , обозначенные в таблице 2 под №2 и №3.

На приводимых рисунках раскраска различных системных групп физических величин выполнена исходя из названий величин и принадлежности их к той или иной группе согласно ранее приводившимся таблицам 17 и 18.

Как видно из приводимых изображений системы, при изменении размерности электрического заряда происходит изменение местоположения всех подгрупп электромагнитных величин. Но изменения происходят таким образом, что принцип определения природных закономерностей с помощью выделенных параллелограммов или выделенных линий – сохраняется. Интересно, что групповые перемещения электромагнитных величин происходят без вращательного движения каждой группы, перемещающейся как целое.

Для лучшего понимания этого процесса и наглядного сравнения на каждой картинке показаны по две одинаковые закономерности.

СИСТЕМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН  
ПРИ  $LT$ - РАЗМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА  $L^3T^{-2}$

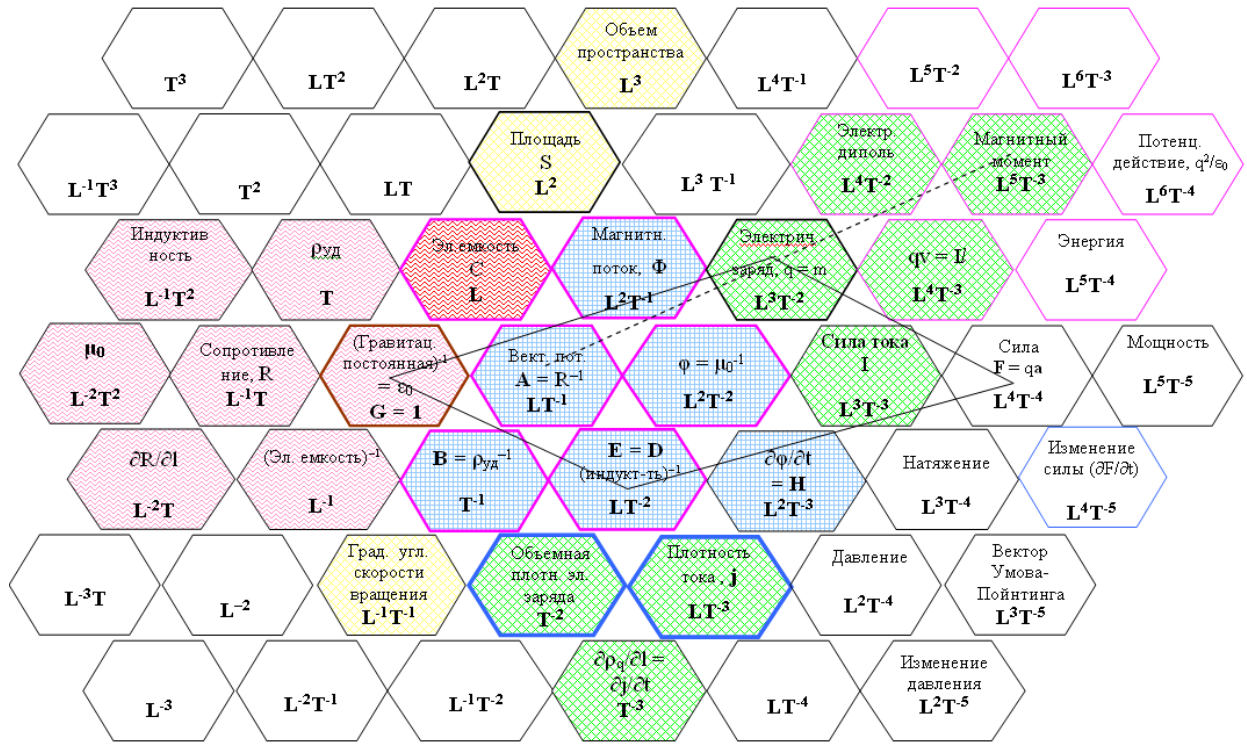


Рис.7-15. Системное расположение ФВ при размерности заряда  $L^3T^{-2}$

СИСТЕМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН  
ПРИ  $LT$ - РАЗМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА  $L^2T^{-1}$

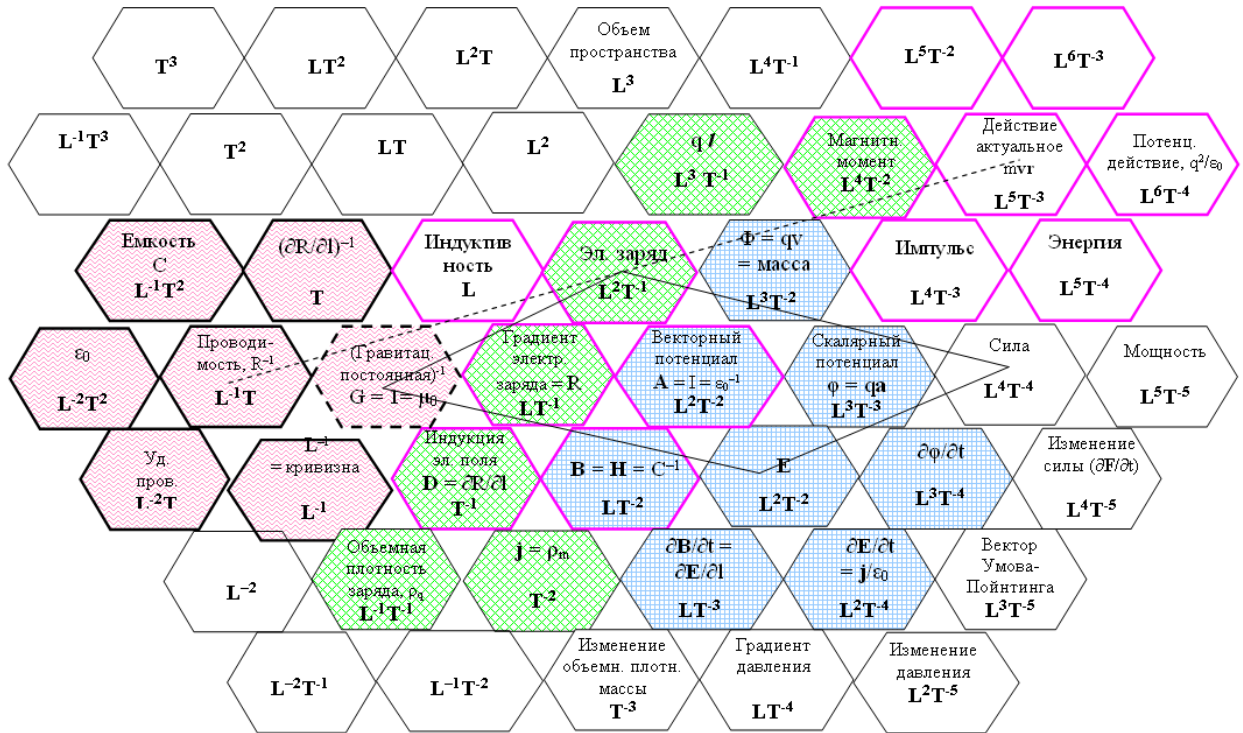


Рис.7-16. Системное расположение ФВ при размерности заряда  $L^2T^{-1}$

**СИСТЕМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН  
ПРИ  $L^1T$ - РАЗМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА  $L^2T^{-2}$**

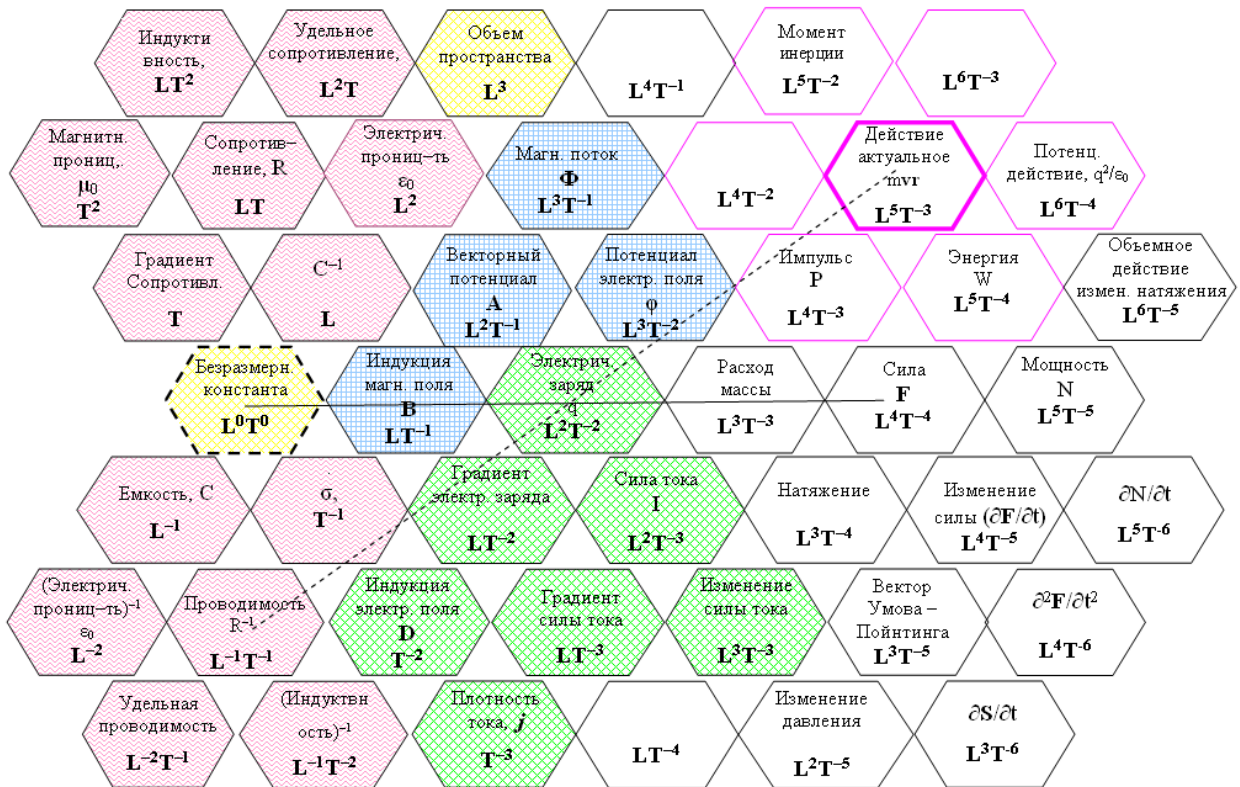


Рис.7-17. Системное расположение ФВ при размерности заряда  $L^2T^{-2}$

**СИСТЕМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН  
ПРИ  $L^1T$ - РАЗМЕРНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДА  $L^3T^{-3}$**

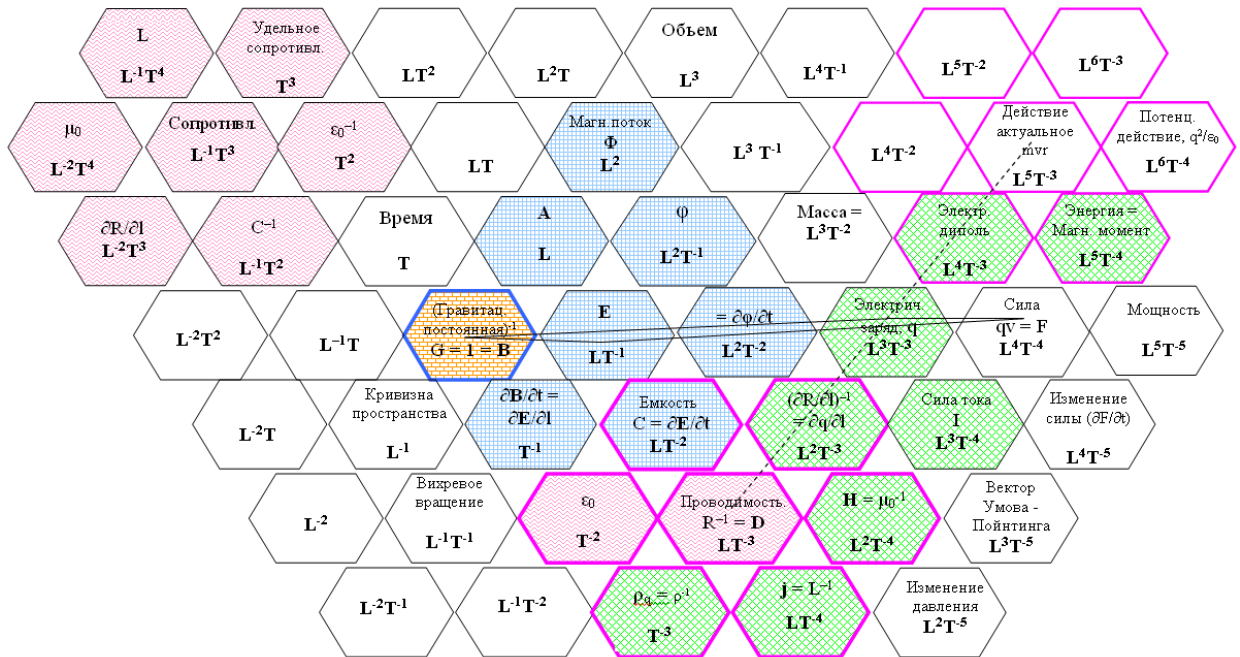


Рис.7-18. Системное расположение ФВ при размерности заряда  $L^3T^{-3}$

Представленные картины изменений и преобразований в системном расположении ФВ, происходящие при изменении исходной размерности электрического заряда, позволяют сформулировать следующие суждения.

1. Вариант расположения ФВ, выбранный в данной работе основным (с размерностью электрического заряда  $L^3T^{-1}$ ) обладает преимуществом по компактности системного размещения ФВ, при этом одновременно достигается удовлетворительная открытость электромагнитных величин, наиболее часто используемых на практике и в расчетных соотношениях. Кроме того данный вариант характеризуется, по мнению автора, наибольшим соответствием  $LT$ - размерностного представления электромагнитных величин их физической сущности (*индуктивность – кривизна, электрическая проводимость (по иному, проницаемость) – время* и др.).

2. Перемещения отдельных системных уровней, возникающие при изменении исходной размерности электрического заряда, определяются, в основном, поступательным групповым перемещением ФВ с вращением двух линий, которые можно обозначить двумя концевыми и срединной ФВ: *Действие актуальное – Электрический заряд – Проводимость* и *Действие актуальное – Магнитный поток – Сопротивление*. Указанные ФВ квантуемы, их кванты представляют собой фундаментальные физические постоянные, имеющие между собой закономерные связи.

3. Показанное на рисунках групповое разделение ФВ цветовой раскраской их системных ячеек, получено из их сравнительного размерностного представления ( $LT$  и  $СИ$ ), что в любой отдельно взятой размерностной системе трудноопределимо или вовсе неопределимо.

### **7.5 Проблема визуализация в многоуровневой системе физических величин множества природных закономерностей. Электронный компьютерный вариант системы**

Многоуровневое расположение ФВ, в совокупности с обнаруженным существованием в системе множества известных и потенциально возможных закономерных взаимосвязей (визуализируемых в системе в виде выделенных параллелограммов или выделенных линий), создает определенные трудности в бумажном представлении всей системы ФВ.

Во-первых, представление многоуровневой системы ФВ даже на нескольких отдельных изображениях (листах) не дает полного и целостного представления о системе.

Во-вторых, иллюстрация не всех, а даже ограниченного числа закономерных взаимосвязей, существующих между ФВ, расположенных на разных уровнях (слоях) системы, оказывается затруднительной.

На рисунках. 7-19 и 7-20 показаны два примеры выделения системных закономерностей, не всех конечно, а определенной направленности. При числе линий более четырех-пяти, пользоваться системой становится затруднительно.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН (ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ПО ЗАРЯДУ)  
В СИСТЕМЕ  $MLT$  – РАЗМЕРНОСТНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИСТЕМНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

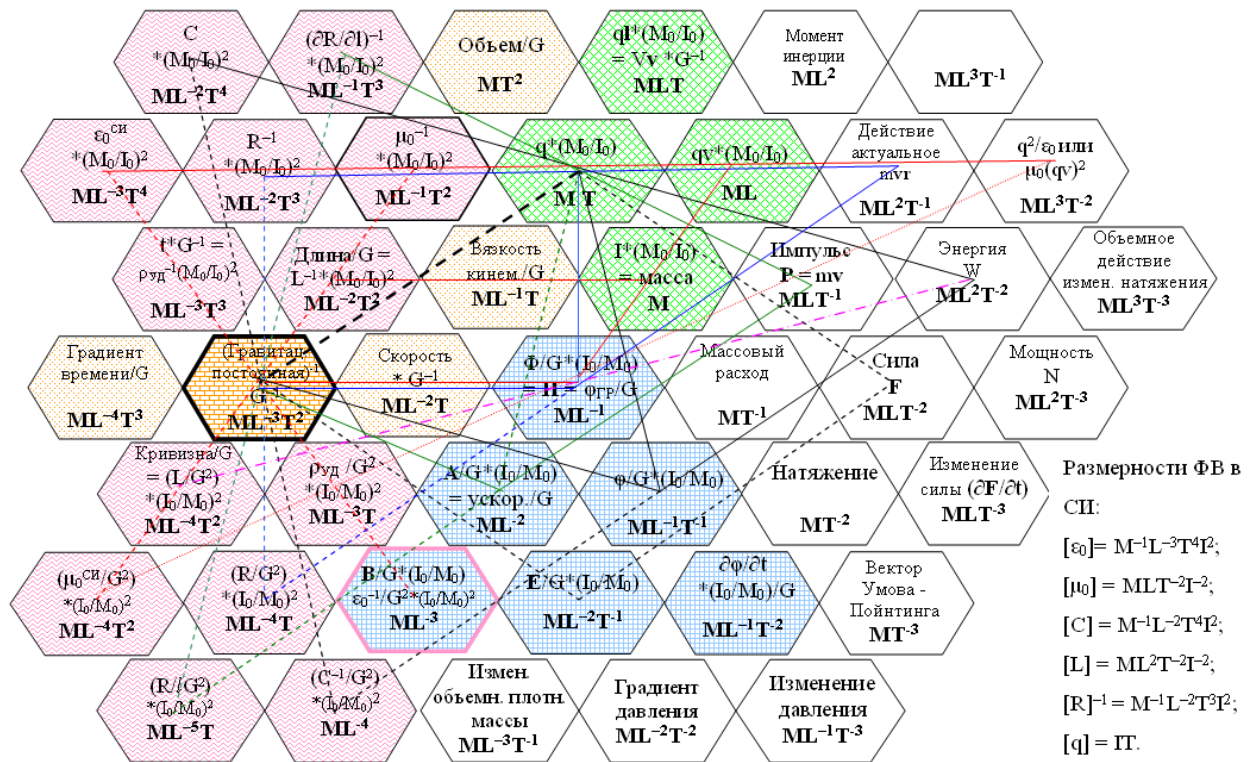


Рис.7-19. Системные взаимосвязи электрического заряда

СИЛОВЫЕ ЗАКОНЫ ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМА В СИСТЕМЕ  $MLT$  – РАЗМЕРНОСТНЫХ  
ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

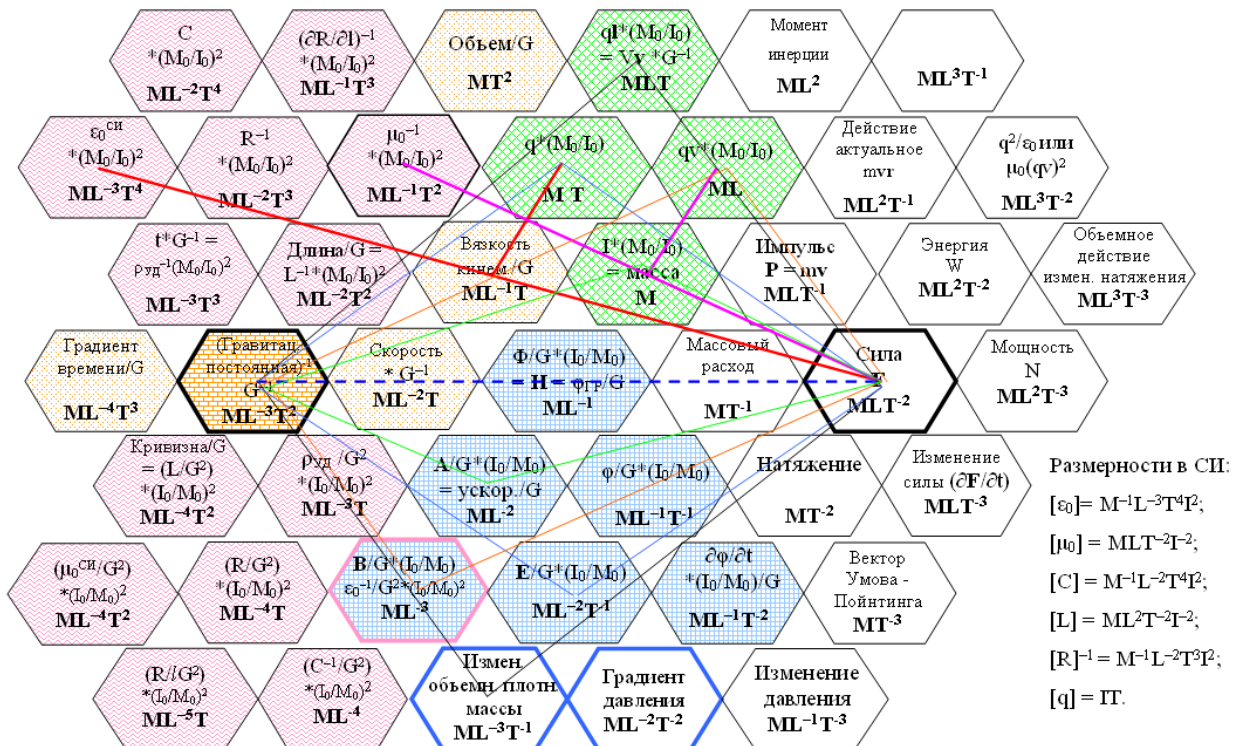


Рис.7-20. Силовые законы электромагнетизма

Кроме отмеченных аспектов следует выделить еще один принципиальный момент построения системы ФВиЗ, очень важный для эффективного ее использования. Пользовательская система ФВиЗ может быть представлена в трех основных вариантах исполнения.

Первый вариант: элементы системы имеют упорядоченные размерностные обозначения (удобнее всего в размерности MLT или LT), а физические величины размещаются в элементах системы с их буквенным обозначением и обозначением дополнительных размерностных коэффициентов, которыми они отличаются от размерности содержащих их системных элементов. В исследуемом варианте системы ФВиЗ это коэффициенты  $G$  или  $k$ . Коэффициент  $G$  – представляет собой, по размерности и по величине, гравитационную постоянную системы СИ. А коэффициент  $k$ , иногда обозначаемый как  $(M_0/I_0)$  в той или иной степени, – представляет собой, по размерности и по величине, соотношение между единицами измерения *массы* и *силы электрического тока* в системе СИ. Формульные выражения и числовые значения этих коэффициентов приводились на рисунках 7-10 и 7-11. Их вывод и вычисления изложены в разделах 2.2 и 5.2. Варианты такого представления системы ФВиЗ показаны на двух последних рисунках (7-19 и 7-20).

Второй вариант: физические величины располагаются в ФВиЗ на своих привычных местах, но изображаются с привычными размерностями системы СИ. В этом случае на системных элементах приводятся формульные обозначения ФВ и могут приводиться дополнительные размерностные коэффициенты, которые теперь будут обратны значению коэффициентов по первому варианту. На поиск закономерных соотношений последнее никак не влияет, ввиду обязательной взаимной компенсации этих коэффициентов. Данный вариант наиболее предпочтителен для изображений ФВиЗ, используемых в учебном процессе. Обучаемые получают навык обнаружения ФВ на своих определенных местах и в привычной размерности системы СИ. Далее приведены, а в приложениях более подробно описаны, четыре изображения системы ФВиЗ (разных физических разделов), применяемые автором в вузовском учебном процессе обучения общей физике в МГТУ им. Н.Э. Баумана и в Государственном университете управления (г. Москва).

Практический опыт применения описываемой системы ФВиЗ в вузовском учебном процессе показал, что планарное изображение системы с цветовой раскраской ФВ разных системных уровней целесообразно применять для отдельных групповых изображений ФВ: механических, электромагнитных, тепловых с излучательными, квантовомеханических. Причем иллюстрации закономерных взаимосвязей на этих отдельных изображениях системы следует приводить только выборочно - для наиболее характерных закономерностей, иначе вся картина сильно загромождается и становится трудно воспринимаемой.

Изображения описываемых четырех вариантов ФВиЗ, выполняемых обычно в виде отдельных рисунков или плакатов, представлены на рис.7-21 – рис.7-24.

**СИСТЕМА ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ**  
(Преимущественно в области электромагнетизма. Вариант исполнения А.С.Чуева)

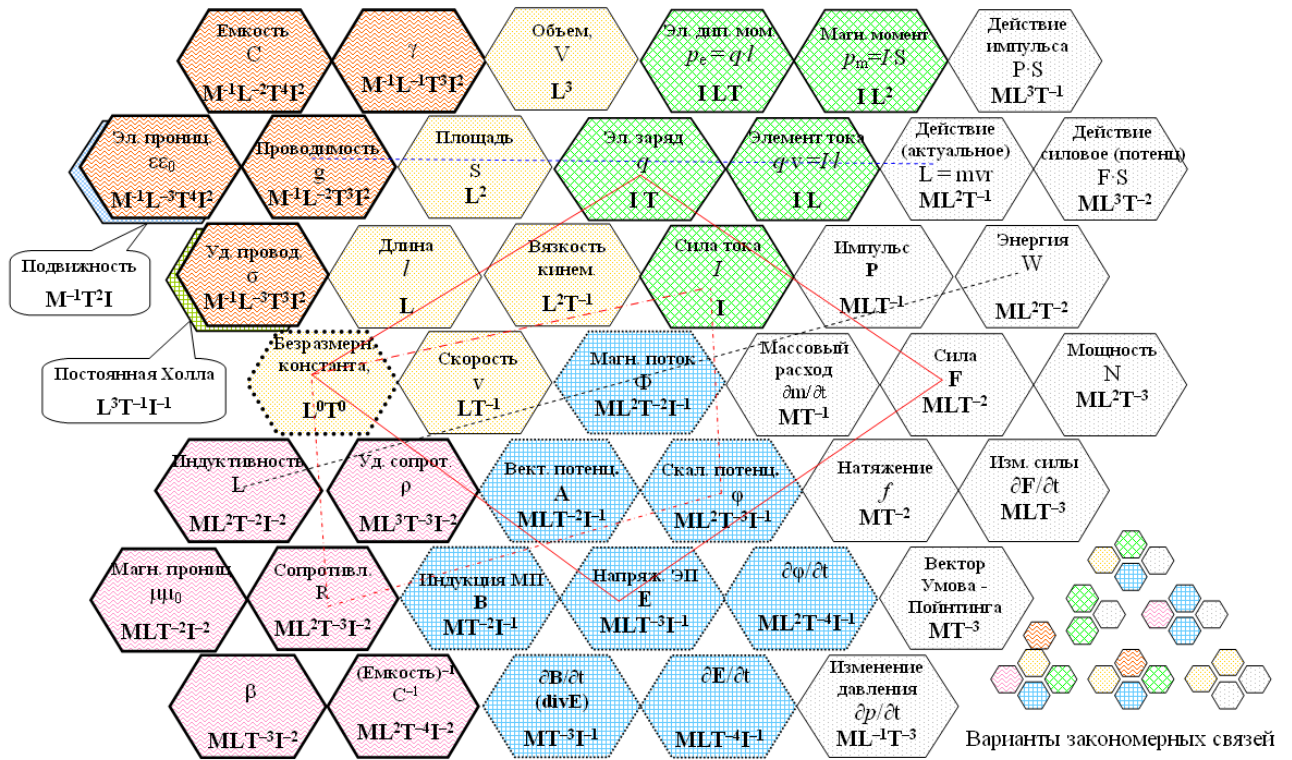


Рис.7-21. Система в части электромагнитных величин

**ОБЩИЕ БАЗОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**

(Подразделяются на кинематические и динамические)

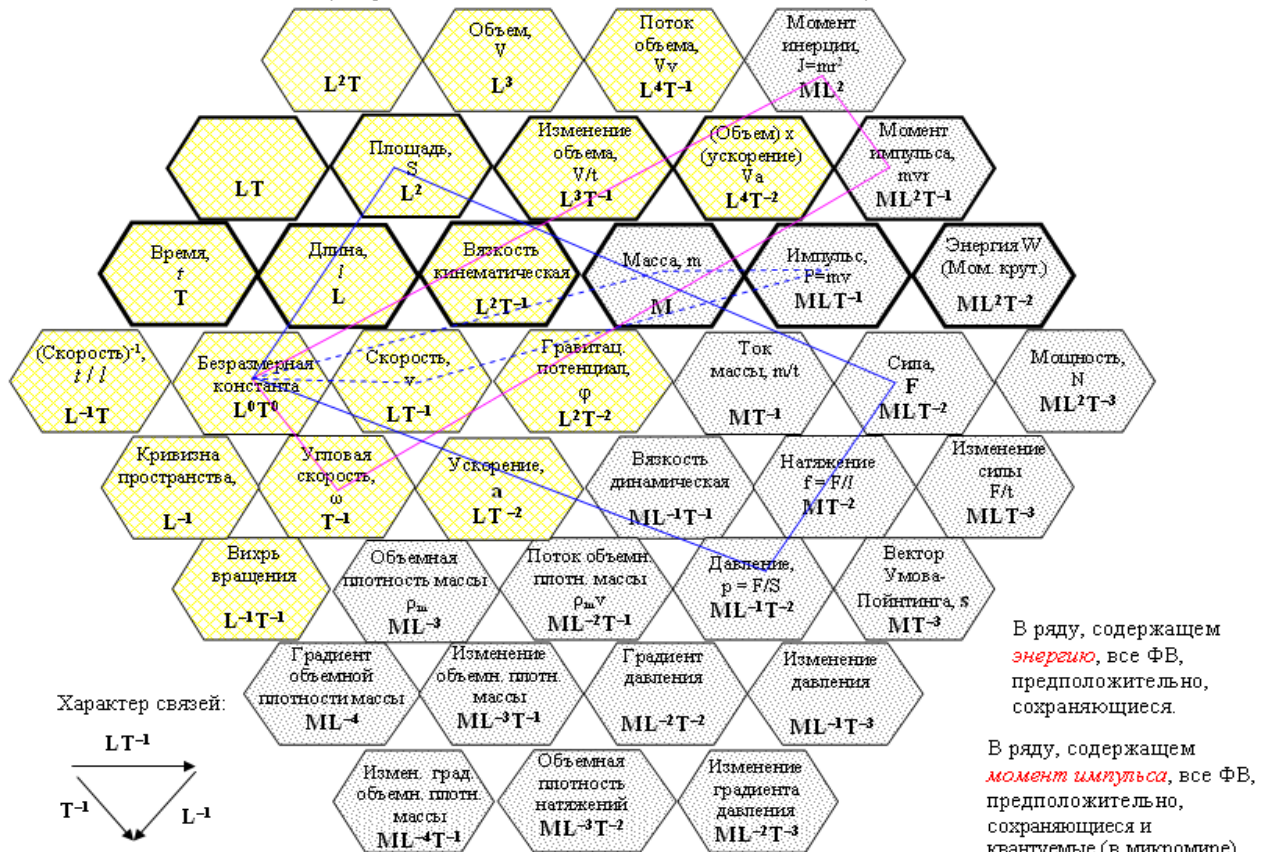


Рис.7-22. Система в части механических величин

## СИСТЕМА ТЕПЛОВЫХ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН

(Размерности температуры и частоты приняты совпадающими)

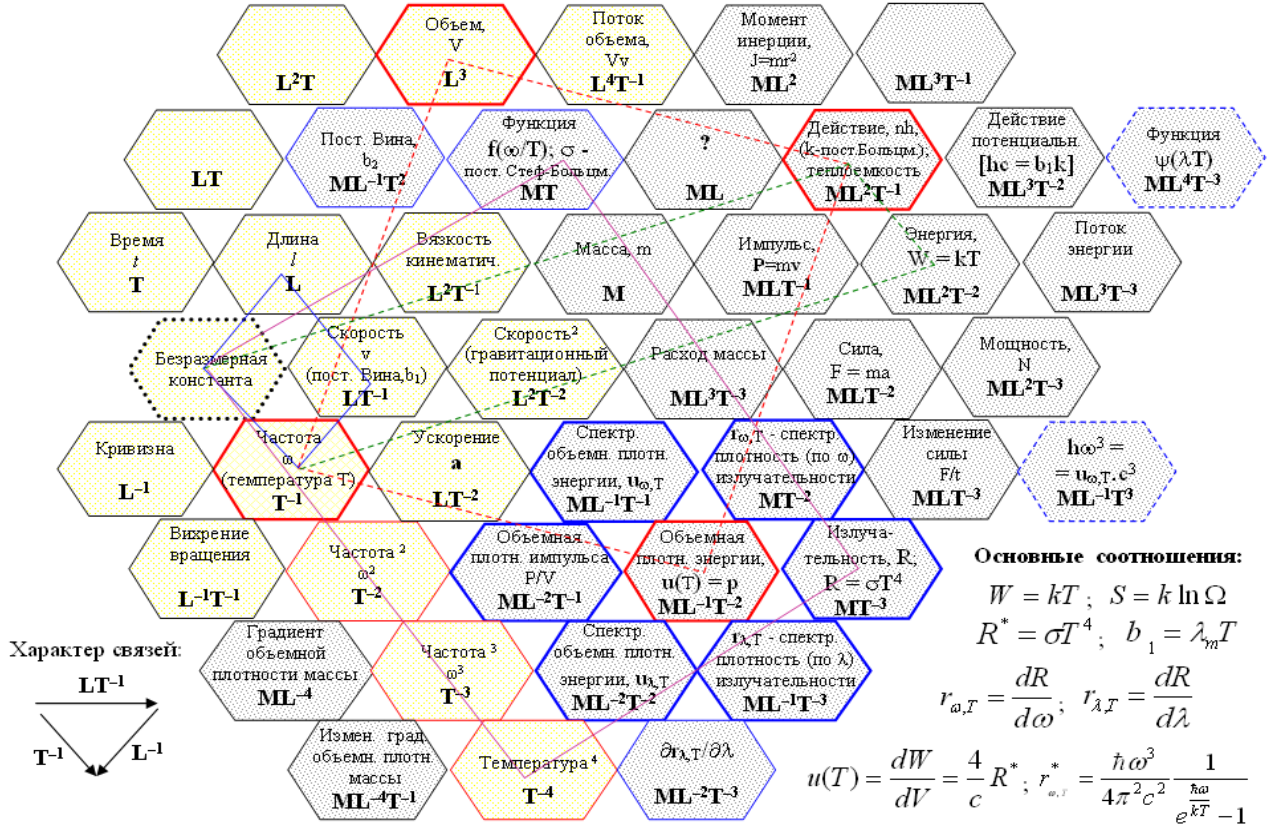


Рис.7-23. Система в части тепловых и излучательных величин

## СИСТЕМНЫЕ ВЗАИМОСВЯЗИ КВАНТУЕМЫХ И КОНСТАНТНЫХ ВЕЛИЧИН

(В системе обнаруживаются новые ФПП - квант силового (потенциального) действия и квант элемента тока)

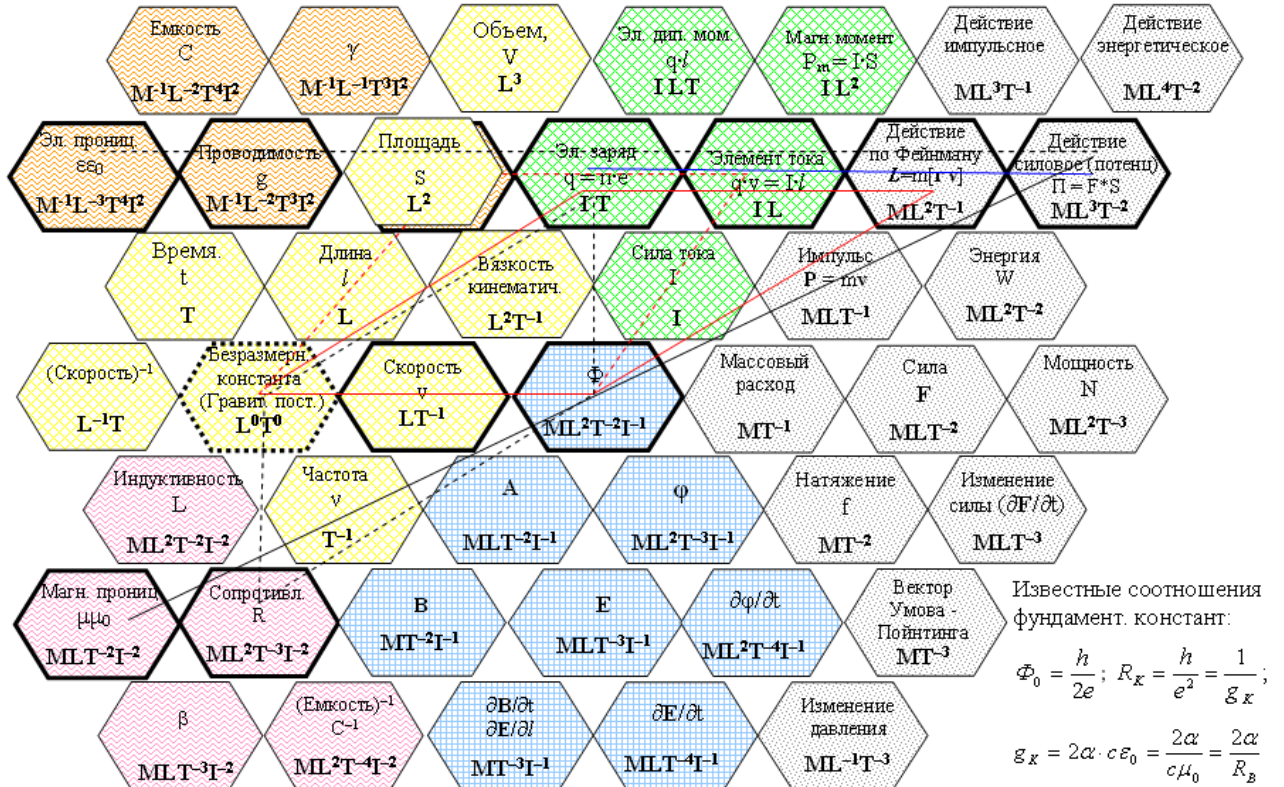


Рис.7-24. Система в части квантуемых и константных величин

Оправданием такого представления системы ФВ и ее использования в качестве учебно-методического пособия в виде плакатного или уменьшенного бумажно-рисуночного исполнения служит то, что учебная дисциплина физика изучается по отдельным разделам: механика, термодинамика, электромагнетизм и пр. Такое исполнение системы ФВ достаточно просто и дешево. Обретение навыка пользования системой ФВиЗ в таком исполнении прививает студентам целостное восприятие всей системы, понимание ее структуры и взаимосвязей как отдельных ФВ, так и совокупности межуровневых взаимосвязей отдельных видов.

Однако в современном учебном процессе все большее использование получают компьютерные и электронно-проекторные средства обучения. Для рассматриваемой многоуровневой системе ФВ эти технические средства обучения оказались очень кстати, поэтому появился третий вариант.

Третий вариант: - электронное компьютерное представление системы ФВиЗ.

Электронное (компьютерное) представление многоуровневой системы ФВиЗ описано в работах [34, 35]. На рис. 7-25 показано визуальное изображение системы ФВиЗ на экране компьютера. Далее приводится краткое описание электронного варианта системы. Более подробное описание электронного варианта системы ФВиЗ приведено в приложениях.

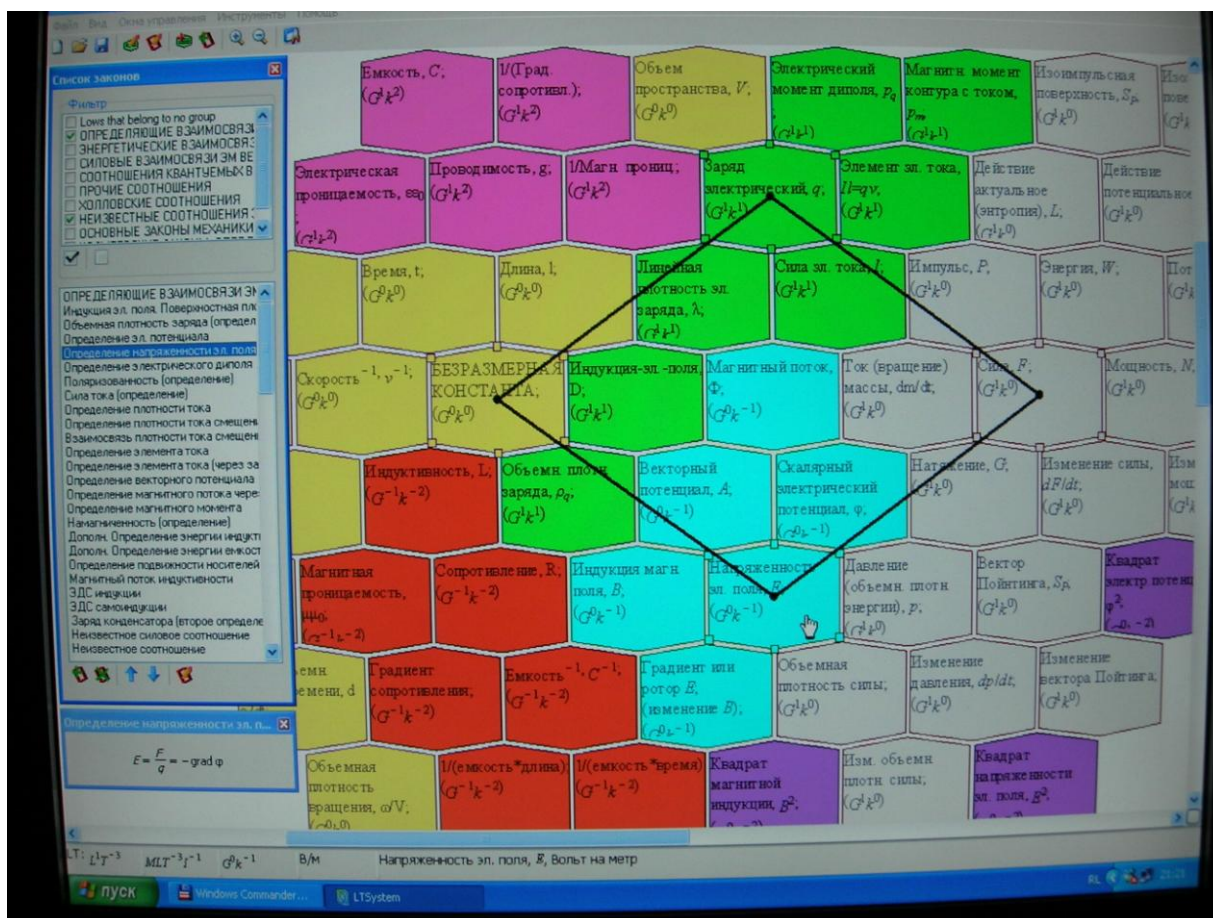


Рис.7-25. Визуальное изображение системы ФВиЗ на экране компьютера

На рисунке 7-26 показано экранное изображение системы ФВиЗ, получаемое путем копирования клавишей «Prt Scr». На рисунке присутствуют открытые окна списка законов и формульного изображения закономерности.

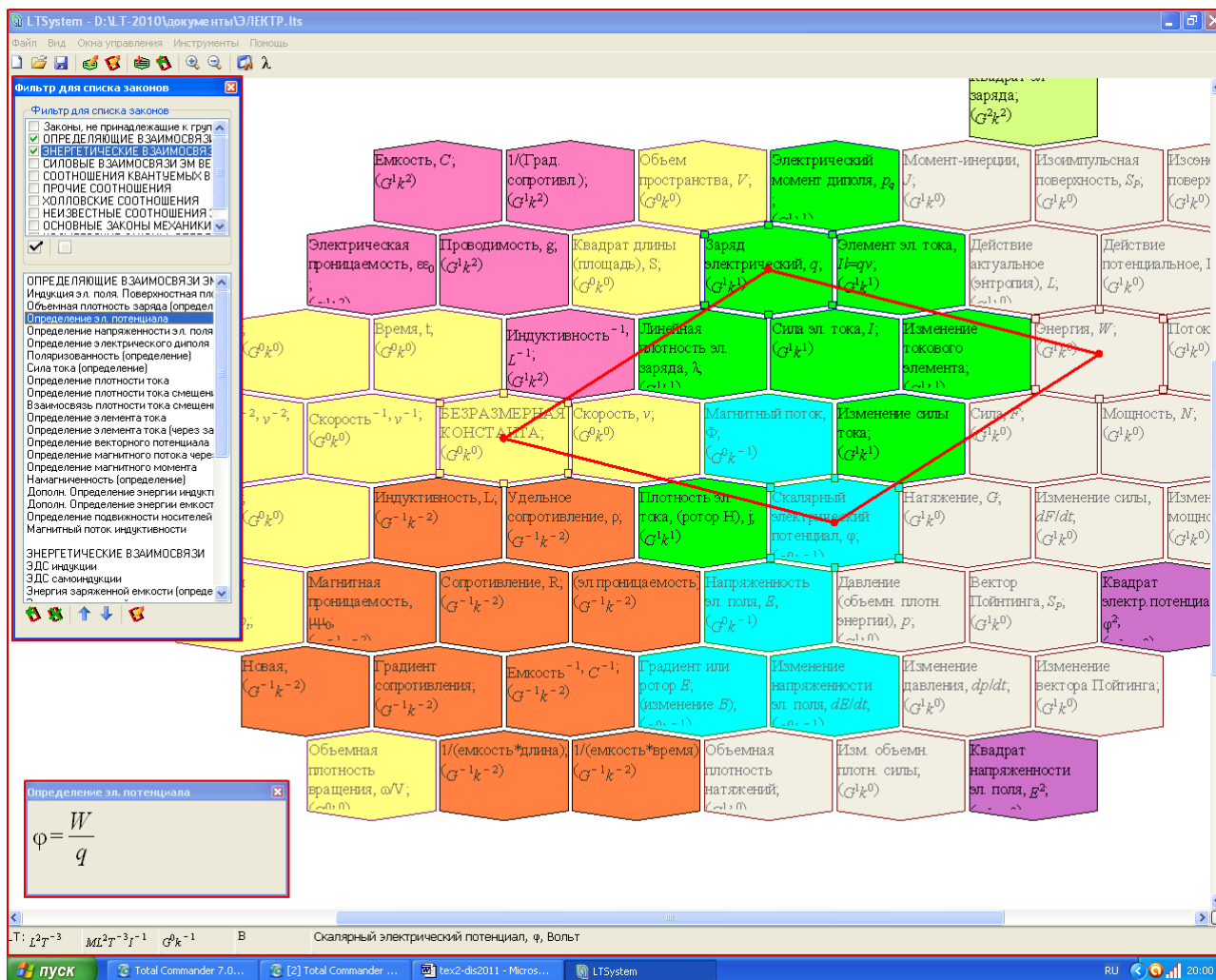


Рис.7-26.

Система ФВиЗ в электронном представлении удобна тем, что здесь легко осуществляется возможность многовариантного изображения ее многослойной структуры. Каждая ячейка представляет собой элемент системы, в котором (по вызову пользователя) могут отображаться ФВ того или иного системного уровня. Для удобства различения ФВ разных системных уровней (слоев) ячейки с их изображениями окрашиваются в разные цвета. В большинстве ячеек наряду с наименованием и буквенным обозначением ФВ, в дополнение к их цветовому выделению, содержится также и информация о дополнительных размерностных коэффициентах. Все это служит хорошим ориентиром для выделения и обнаружения в системе ее структуры (системных блоков) и закономерных размерностных взаимосвязей, существующих между ФВ.

В системе ФВиЗ, в качестве основных компонентов, объективно (исходя из размерностных соотношений двух разноразмерностных систем) обнаруживаются и выделяются два

уровня общих базовых величин (кинематические и динамические ФВ) и три уровня электромагнитных величин (базовые электромагнитные, полевые и структуро-средовые электромагнитные ФВ). В отдельный системный уровень выделяются тепловые и излучательные ФВ. Квантовомеханические ФВ с их взаимосвязями также целесообразно представлять отдельно.

Как показывает практика, для выделения дополнительных размерностных коэффициентов, определяющих различные системные уровни ФВ, следует применять *LT* – размерностное представление системных элементов и представление в системе СИ размерности самих ФВ. После ручного установления в системе местоположения каждой ФВ и дополнительных размерностных коэффициентов при ФВ, компьютер программно позволяет легко обнаруживать и визуализировать размерностные закономерные взаимосвязи, существующие между ФВ, в том числе, и межуровневые, если они правильно выделяются пользователем.

Основные возможности системы ФВиЗ в электронном исполнении следующие. Имеются и рекомендуются два режима ее использования.

Первый режим – иллюстративный, который в различных вариантах можно использовать как учебный. Возможности этого режима следующие:

- на экран компьютера вместе с системой ФВ, имеющей возможность масштабного регулирования, вызывается список закономерностей, ранее введенных в программную базу знаний;

- производя поочередное выделение в указанном списке названия любой закономерности, можно визуально наблюдать на изображении ячеек с ФВ выделенный параллелограмм или выделенную линию, соответствующую данной закономерности. При этом, в системных элементах автоматически появляются ячейки с нужными ФВ, если они отсутствовали в элементах на момент выделения названия закономерности;

- на экране компьютера в дополнительном окне показывается математическая формула, соответствующая выделенной из списка закономерности;

- в экранном окне со списком физических закономерностей имеется клавиша вызова еще одного всплывающего окна с более подробной информацией о выделенной закономерности.

В учебных целях можно пользоваться как все, так и ограниченную часть указанных возможностей.

Второй режим использования системы ФВ в электронном исполнении - поисковый или исследовательский:

- в системе отыскиваются три или четыре ячейки с ФВ, которые соответствуют правилу «выделенного параллелограмма» или «выделенной линии»: когда при перемножении и сравнении содержимого выделенных ячеек с ФВ, расположенных на противоположных вершинах выделяемого (вначале лишь мысленно) параллелограмма, имеет место взаимное уничтожение дополнительных размерностных коэффициентов, присутствующих в ячейках с

ФВ. (То же самое имеет место при делении и сравнении содержимого ячеек, расположенных на смежных вершинах выделенного параллелограмма);

- в случае правильного (по указанному правилу) выделения трех или четырех ячеек с ФВ, на экранном изображении системы появляется визуальное системное отображение найденной законности - в виде параллелограмма или линии с точками, расположенными по центру системных ячеек с выделенными ФВ. Одновременно на экране компьютера появляется всплывающее информационное окно;

- если обнаруженная закономерность имеется в базе знаний, то указанное всплывающее окно содержит всю полную информацию об этой закономерности. В этом случае появление информационного всплывающего окна служит (наряду с появляющимся в системе на экране параллелограммом или линией) дополнительным сигналом о правильности системного поиска и выделения какой-либо физической закономерности. Остается лишь прочесть наименование этой закономерности и дополнительную информацию о ней;

- если в базе знаний нет информации об обнаруженной закономерности, то всплывающее окно содержит пустые разделы, в которые можно внести всю необходимую информацию об этой закономерности. Разделы предусматривают: название закономерности, возможное ее дополнительное словесное описание, формульное выражение и название группы физических закономерностей, к которой она (найденная) относится. Найденную закономерность можно внести (или не вносить) в имеющуюся в программе базу знаний.

Второй режим использования системы ФВ можно применять и в учебных целях, используя поисковый режим по имеющимся в базе знаний закономерностям или искусственно удаляя их из базы знаний. Для этого в программе предусмотрено сохранение нескольких пользовательских вариантов системы ФВ. Кроме того, для удобства пользования вся база знаний обычно разбивается на три-четыре блока, содержащие ФВ и закономерности отдельных областей: механики, теплоты и излучений, электромагнетизма, квантовой механики.

В электронном варианте представления системы внизу экрана имеется информационная строка, содержащая информацию об элементе системы и ФВ, на которой оказывается курсор мышки. В дополнение к названию и буквенному обозначению ФВ, которые имеются на изображении ячейки с ФВ, здесь отражаются: обозначение системного элемента в  $LT$ -координатах, размерность ФВ в системе СИ. В информационной строке еще раз приводятся наименование ФВ, значение дополнительного размерностного коэффициента при ФВ, а также единица измерения ФВ в СИ по наименованию и условному обозначению.

Выделение в системе особыми цветами ячеек с ФВ, принадлежащими к разным системным уровням, иллюстрирует объективное деление всех ФВ на функциональные группы. Это не только помогает в поиске новых природных закономерностей с помощью рассматриваемой системы, но и служит методологической основой для их объективной структуризации вообще. Например, ФВ «напряженность электрического поля», «индукция магнитного

поля» и «магнитный векторный потенциал» относятся к полевым электромагнитным ФВ, а «индукция электрического поля», «напряженность магнитного поля» и «электрический векторный потенциал» к полевым электромагнитным величинам относить нельзя.

Наряду с изучением системности ФВ, очень интересным для исследования является вопрос о системности их взаимосвязей, то есть физических закономерностей. Здесь видятся два подхода. Во-первых, возможна структуризация (разделение) физических закономерностей по их физическому виду: энергетические, силовые и т.п. Во-вторых, возможна и их системная структуризация, по которой все закономерные взаимосвязи, наблюдаемые в системе, можно разделить на одноуровневые, двух-, трех- и четырехуровневые, в зависимости от числа ФВ разных системных уровней, участвующих в физической закономерности. Объективность и целесообразность такого подхода в систематизации физических закономерностей требует своего отдельного исследования, но целесообразность такого подхода в учебных целях не вызывает сомнений.

Электронный вариант системы ФВ с визуализацией их основных характеристик, групп и закономерных взаимосвязей между ФВ, с возможностью математического формульного представления этих взаимосвязей имеет потенциал хорошего учебного пособия. Система ФВ обладает: наглядностью в представлении изучаемого материала, целостностью этого представления для большой совокупности ФВ, возможностью творческого участия обучаемых в поиске как известных, так и новых природных закономерностей.

Действующую систему ФВиЗ в электронном исполнении можно свободно скачать на сайте автора [www.chuev.narod.ru](http://www.chuev.narod.ru).

Более детальное описание работы с электронным вариантом системы ФВиЗ приводится в инструкции пользователя и методических указаниях к лабораторной работе «Изучение системных размерностных взаимосвязей электромагнитных величин» (Э27-ЭВМ), размещенных в приводимых приложениях.

#### ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

1. Установлено, что система физических величин имеет многоуровневую или, по иному, многослойную структуру.

2. Каждый системный уровень характерен размещением на нем физических величин с определенными свойствами. В общей системе выделяются, главным образом, два уровня общих базовых ФВ: кинематические и динамические величины, а также три уровня электромагнитных величин: базовые электромагнитные, полевые и структуро-средовые величины. Практикуется также выделение подуровней и специфических системных уровней.

3. Система физических величин позволяет обнаруживать в ней закономерные взаимосвязи по простым геометрическим правилам «выделенного параллелограмма» или «выде-

ленной линии». Таким образом, известное предсказание Пуанкаре о том, что правильно найденная система физических величин должна порождать и систему законов физики, получило свое подтверждение.

4. Вариант исполнения системы физических величин и закономерностей (ФВиЗ) с исходным  $LT$ - размерностным представлением электрического заряда значением  $L^3T^{-1}$  обладает рядом преимуществ, в том числе по компактности используемых системных изображений.

5. Наибольшими функциональными возможностями обладает электронный вариант исполнения системы ФВиЗ, который наряду с бумажным (по минимуму четырехкартинным) планарным изображением системы, опробован и используется автором в учебном вузовском процессе.

*Невозмутимый строй во всем,  
Созвучье полное в природе, -  
Лишь в нашей призрачной свободе  
Разлад мы с нею сознаем.*

Ф.И. Тютчев

## **8 ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ СПЕЦИФИЧЕСКИХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН**

### **8.1 Особенности системного представления тепловых и излучательных величин**

О физической величине *температура* можно привести следующие сведения. Если *температуре* приписать свою особую размерность, например -  $\Theta$ , как это сделано в системе СИ, то теряется возможность выяснения ее физической сути (по причине «безмерности меры») и усложняется представление данной части системы ФВиЗ в бумажном (не электронном) варианте исполнения. Дело в том, что *температура*, в чем-то подобна *электрическому заряду* в системе электромагнитных величин, поскольку она способна на независимое и неоднозначное представление своей размерности в рассматриваемых размерностных системах, отображаемых в  $LT$ - или  $MLT$ - размерностных символах.

Для иллюстрации этого положения в таблице 19 приведено несколько возможных вариантов представления размерности *температуры* в системах размерностей  $LT$  и  $MLT$ . Здесь же приведены размерности и других ФВ, зависящих от выбора размерности температуры. Это *постоянная Больцмана* –  $k$ , *постоянные Вина* –  $b_1$  и  $b_2$ , *постоянная Стефана-Больцмана* –  $\sigma$ , *энтропия* –  $S$  и *теплоемкость* –  $C$ .

В таблице 19 размерности всех ФВ (за исключением размерности температуры, которая дана для двух вариантов представления системных элементов) приведены для варианта системы с  $MLT$  – размерностным представлением элементов, поскольку при  $\Theta = T^{-1}$  (что будет обосновано далее) этот вариант становится эквивалентен системе СИ. Размерность *излучательности* –  $R$ , называемой также *энергетической светимостью*, определяется ее размерностью в системе СИ ( $[R] = MT^{-3}$ ), она не зависит от выбора размерности температуры.

Подсистема ФВиЗ, включающая в себя тепловые и излучательные величины, выполненная в однорисуночном плакатном или бумажном исполнении представлена на рис.7-23.

Описание системного блока тех же величин в электронном варианте представления системы ФВиЗ приводится в Приложении 2.

Таблица 19.

Варианты представления размерности температуры и связанных с нею ФВ

№ п/п	Размерность температуры в системе ФВиЗ		$b_1 = \lambda_m T$	$b_2$	$k; C; S$	$\sigma = R/T^4$	Примечание
	MLT	LT					
1	$ML^2T^{-2}$	$(L^5T^{-4})$	$ML^3T^{-2}$	$M^4L^{-11}T^7$	–	$M^{-3}L^{-8}T^5$	*)
2	–	–	L	$ML^{-1}T^{-3}$	$ML^2T^{-2}$	$MT^{-3}$	
3	$T^{-1}$	$T^{-1}$	$LT^{-1}$	$ML^{-1}T^2$	$ML^2T^{-1}$	MT	
4	$LT^{-1}$	$LT^{-1}$	$L^2T^{-1}$	$ML^{-6}T^2$	$MLT^{-1}$	$ML^{-4}T$	
5	$LT^{-2}$	$LT^{-2}$	$L^2T^{-2}$	$ML^{-6}T^7$	ML	$ML^{-4}T^5$	
6	$L^2T^{-2}$	$L^2T^{-2}$	$L^3T^{-2}$	$ML^{-11}T^7$	M	$ML^{-8}T^5$	
7	T	T	LT	$ML^{-1}T^{-8}$	$ML^2T^{-3}$	$MT^{-7}$	
8	$T^{-2}$	$T^{-2}$	$LT^{-2}$	$ML^{-1}T^7$	$ML^2$	$MT^5$	
9	$L^{-1}T$	$L^{-1}T$	T	$ML^4T^{-8}$	$ML^3T^{-3}$	$ML^4T^{-7}$	
10	LT	LT	$L^2T$	$ML^{-6}T^{-8}$	$MLT^{-3}$	$ML^{-4}T^{-7}$	
11	$\Theta$		$L\Theta$	$ML^{-1}T^{-3}\Theta^{-5}$	$ML^2T^{-2}\Theta^{-1}$	$MT^{-3}\Theta^{-4}$	Размерности ФВ в СИ

Примечания:

\*) – в варианте 1 температура отнесена к динамическим общим базовым величинам, в варианте 2 она безразмерна, в остальных вариантах (с 2 по 10) температура отнесена к кинематическим общим базовым величинам, по этой причине в этих вариантах  $b_1$  – кинематическая величина;  $k$ ,  $C$ ,  $S$  и  $\sigma$  – динамические величины, связанные с массой или энергией.

Из таблицы видно, что лишь в вариантах с второго по пятый *постоянная Стефана-Больцмана* -  $\sigma$  и *вторая постоянная Вина* –  $b_2$ , как самостоятельные физические величины, получают достаточно разумную размерность.

Первый вариант (хотя он и кажется вполне очевидным) достаточно подозрителен из-за присутствия *массы* (обозначение ее размерности - M) в размерности *температуры*. Как известно *температура*, хотя и выражает определенным образом внутреннюю *энергию* физических тел, в принципе, не является ни *энергией*, ни *объемной плотностью энергии* (давлением), а от *массы* или *объемной плотности массы* и вовсе не зависит. К тому же *температура* характеризует источники электромагнитного излучения и само электромагнитное *излучение*, где главную роль играет *частота* протекающих процессов, а *масса*, как таковая, не играет роли или вообще может отсутствовать (в излучении). Кроме отмеченного, первый вариант еще и трудно приемлем в рассматриваемой системе из-за выпадения (по причине некомпакт-

ности) *постоянной Стефана-Больцмана* (с соответствующим законом Стефана-Больцмана) из общего строя физических величин и визуализируемых закономерностей.

Для достижения наибольшей наглядности в системных взаимосвязях *тепловых* и *излучательных* физических величин, а также наилучшего выражения размерностью их физического смысла, был выбран третий вариант таблицы 12. Здесь *теплоемкость* получает очень понятную размерность *действия*, равную произведению *энергии* на *время*. Действительно, *тепло* это *энергия*, а *теплоемкость* определяется еще и величиной своеобразной «емкости» для энергии – *времени* выдачи или удержания этой *энергии*.

*Температура* в третьем варианте получает размерность *частоты*, что физически объяснимо повышением *частоты* динамических процессов внутри материальных образований при повышении их *температуры* и общим повышением частотности *излучения* при повышении *температуры*. Кроме того, известное ступенчатое изменение *теплоемкости* от *температуры* (например, рис.97.6 учебника Савельева И.В. [69]) можно объяснить постепенным наращиванием степеней свободы (с ростом температуры) во внутреннем вращательном и колебательном движении атомов и молекул.

Таким образом, исходя из физического смысла параметров *теплоемкости* и *температуры*, а также из-за целесообразности более компактного расположения системных элементов и предпочтительного отнесения *температуры* к кинематическим общим базовым физическим величинам (величинам, не зависящим от *массы*), выбран, по мнению автора, наиболее оптимальный вариант представления подсистемы тепловых и излучательных величин – с размерностью *температуры*  $T^{-1}$ .

Чтобы не путать температуру и ее степени с чисто кинематическими величинами (*частотой вращения* и *угловым ускорением*) температурные величины в электронном варианте исполнения ФВиЗ вынесены на отдельный системный уровень (см. Приложение 2). На этот же системный уровень вынесена и безразмерная константа, участвующая в тепловых закономерностях с участием температуры.

По рис.7-23 и данным таблицы 20, приводимой далее, видно, что из тепловых и излучательных величин к кинематическим относятся *температура* и *постоянная Вина* –  $b_1$ . Кроме двух указанных, к кинематическим тепловым величинам относится и *коэффициент диффузии*, имеющий размерность *кинематической вязкости*.

Второй тип тепловых и излучательных ФВ (они не имеют заливки) составляют величины, размерность которых в системе СИ содержит *массу* и которые так или иначе связаны с *энергией*. Большинство *тепловых* и *излучательных* величин попадают именно в эту группу.

На рис.7-23 температурные величины помечены особой окантовкой красного цвета, отличающей их от остальных, в том числе и от кинематических ФВ. Четыре ФВ, наиболее

часто встречающиеся в тепловых закономерностях, выделены утолщенной красной окантовкой. Окантовкой голубого цвета помечены излучательные ФВ.

Температурные, кинематические и динамические ФВ рассматриваемой части системы ФВиЗ приведены в таблице 20.

Таблица 20

Тепловые и излучательные величины в системе общих базовых величин

№ п/п	Наименование физической величины (основной составляющей элемента системы)	Обозн.	Размерность ФВ в системе		Соотношение размерностей ФВ $LT/СИ$ (дополнительный коэффициент элемента системы в размерности $MLT$ )
			$LT$	$MLT$	
<i>Динамические общие базовые величины</i>					
1	Энергия, (работа, теплота)	$W$ ( $A, U$ )	$L^5T^{-4}$	$ML^2T^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2}) = G$
2	Мощность	$N$	$L^5T^{-5}$	$ML^2T^{-3}$	
3	Импульс (колич. движения)	$P$	$L^4T^{-3}$	$MLT^{-1}$	
4	Сила	$F$	$L^4T^{-4}$	$MLT^{-2}$	
5	Натяжение	$f$	$L^3T^{-4}$	$MT^{-2}$	
6	Объемная плотность энергии (давление)	$u(T)$ ( $p$ )	$L^2T^{-4}$	$ML^{-1}T^{-2}$	
7	Вектор Умова - Пойнтинга	$S$	$L^3T^{-5}$	$MT^{-3}$	
8	Вязкость динамическая	$\eta$	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	
9	Градиент давления	$grad p$	$LT^{-4}$	$ML^{-2}T^{-2}$	
10	Объемная плотность натяжений	$f/V$	$T^{-4}$	$ML^{-3}T^{-2}$	
11	Масса	$m$	$L^3T^{-2}$	$M$	
12	Объемная плотность массы	$\rho_m$	$T^{-2}$	$ML^{-3}$	
13	Расход массы	$m/t$	$L^3T^{-3}$	$MT^{-1}$	
14	Поток объемной плотности массы	$j_m$	$LT^{-3}$	$ML^{-2}T^{-1}$	
15	Механический момент инерции $(mr)^2$	$J_m$	$L^5T^{-2}$	$ML^2$	
16	Излучательность	$R$	$L^3T^{-5}$	$MT^{-3}$	
17	Спектральная плотность излучательности по $\omega$	$r_{\omega,T}$	$L^3T^{-4}$	$MT^{-2}$	
18	Спектральная плотность излучательности по $\lambda$	$r_{\lambda,T}$	$L^2T^{-5}$	$ML^{-1}T^{-3}$	
19	Спектральная (по $\omega$ ) объемная плотность энергии	$u_{\omega,T}$	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	
20	Спектральная (по $\lambda$ ) объемная плотность энергии	$u_{\lambda,T}$	$LT^{-4}$	$ML^{-2}T^{-2}$	
21	Действие, момент импульса, теплоемкость, энтропия, постоянная Больцмана	$H, L,$ $C, k;$ ( $nh$ )	$L^5T^{-3}$	$ML^2T^{-1}$	
22	Постоянная Стефана-Больцмана, Дж/К <sup>4</sup>	$\sigma$	$L^3T^{-1}$	$MT^*$	При $\Theta = T^{-1}$

23	Вторая постоянная Вина, Вт/(м <sup>3</sup> ·К <sup>5</sup> )	$b_2$	$L^2$	$(ML^{-1}T^2)^*$	
24	Функция $f(\omega/T)$	$f(\omega/T)$	$L^3T^{-1}$	MT	Функции, возможно, не являются ФВ
25	Функция $\psi(\lambda T)$	$\psi(\lambda T)$	$L^6T^{-5}$	$ML^4T^{-3}$	
<i>Кинематические общие базовые величины</i>					
1	Безразмерная константа (в системе LT: $G^{-1}=1$ )	–	–	–	[ $ML^{-3}T^2 = G^{-1}$ ]
2	Время	$t$	T	T	
3	Длина	$l$	L	L	
4	Площадь	$S$	$L^2$	$L^2$	
5	Объем пространства	$V$	$L^3$	$L^3$	
6	Изменение объема	$V/t$	$L^3T^{-1}$	$L^3T^{-1}$	
7	Поток объема	$Vv$	$L^4T^{-1}$	$L^4T^{-1}$	
8	Вязкость кинематическая (коэффициент диффузии)	$\nu$ ( $D$ )	$L^2T^{-1}$	$L^2T^{-1}$	
9	Скорость	$v$	$LT^{-1}$	$LT^{-1}$	
10	Ускорение	$a$	$LT^{-2}$	$LT^{-2}$	
11	Частота круговая (правильнее – угловая); (угловая скорость)	$\omega$	$T^{-1}$	$T^{-1}$	При $\Theta = T^{-1}$
12	Температура (частота внут- реннего процесса)	$T$	$T^{-1}$	$T^{-1}$	
13	Постоянная Вина (первая постоянная)	$b_1$	$LT^{-1}$	$LT^{-1}$	
14	Вихрь вращения	$\xi$	$L^{-1}T^{-1}$	$L^{-1}T^{-1}$	[ $ML^{-3}T^2 = G^{-1}$ ]
15	Кривизна пространства	$\Gamma^{-1}$	$L^{-1}$	$L^{-1}$	
16	Изменение угловой скорости	$\omega/t$	$T^{-2}$	$T^{-2}$	

Примечание: некоторые величины таблицы 13, в отличие от системы СИ, имеют размерность, в выражении которой размерность температуры  $\Theta$  заменена на  $T^{-1}$ .

Примеры визуализации в системе ФВиЗ тепловых и излучательных закономерностей

На рис.7-23 выделенные параллелограммы иллюстрируют следующие закономерности:

- излучательность ( $R$ ) равна постоянной Стефана-Больцмана ( $\sigma$ ), умноженной на температуру в четвертой степени ( $T^4$ ) (красный цвет линий)

$$R = \sigma T^4; \quad (8.1)$$

- энергия ( $W$ ) есть произведение постоянной Больцмана –  $k$  на температуру –  $T$  (зеленые пунктирные линии)

$$W = kT; \quad (8.2)$$

- произведение кванта действия (постоянной Планка) на частоту- есть произведение объемной плотности энергии (давления –  $p$ ) на объем (красные пунктирные линии)

$$h\nu = pV. \quad (8.3)$$

Любой пользователь может самостоятельно по рис.7-23 определить и другие известные закономерности этого раздела физики. Так, например, легко определимы закон смещения Вина ( $b_1 = \lambda_m T$ ), именуемый первым законом Вина, или второй закон Вина [70], устанавливающий зависимость максимального значения *спектральной плотности излучательности* от *температуры* ( $r_{\lambda_{max}, T} = b_2 T^5$ ).

На рисунке 8-1 приведен еще один вариант изображения системы ФВиЗ в части тепловых и излучательных величин.

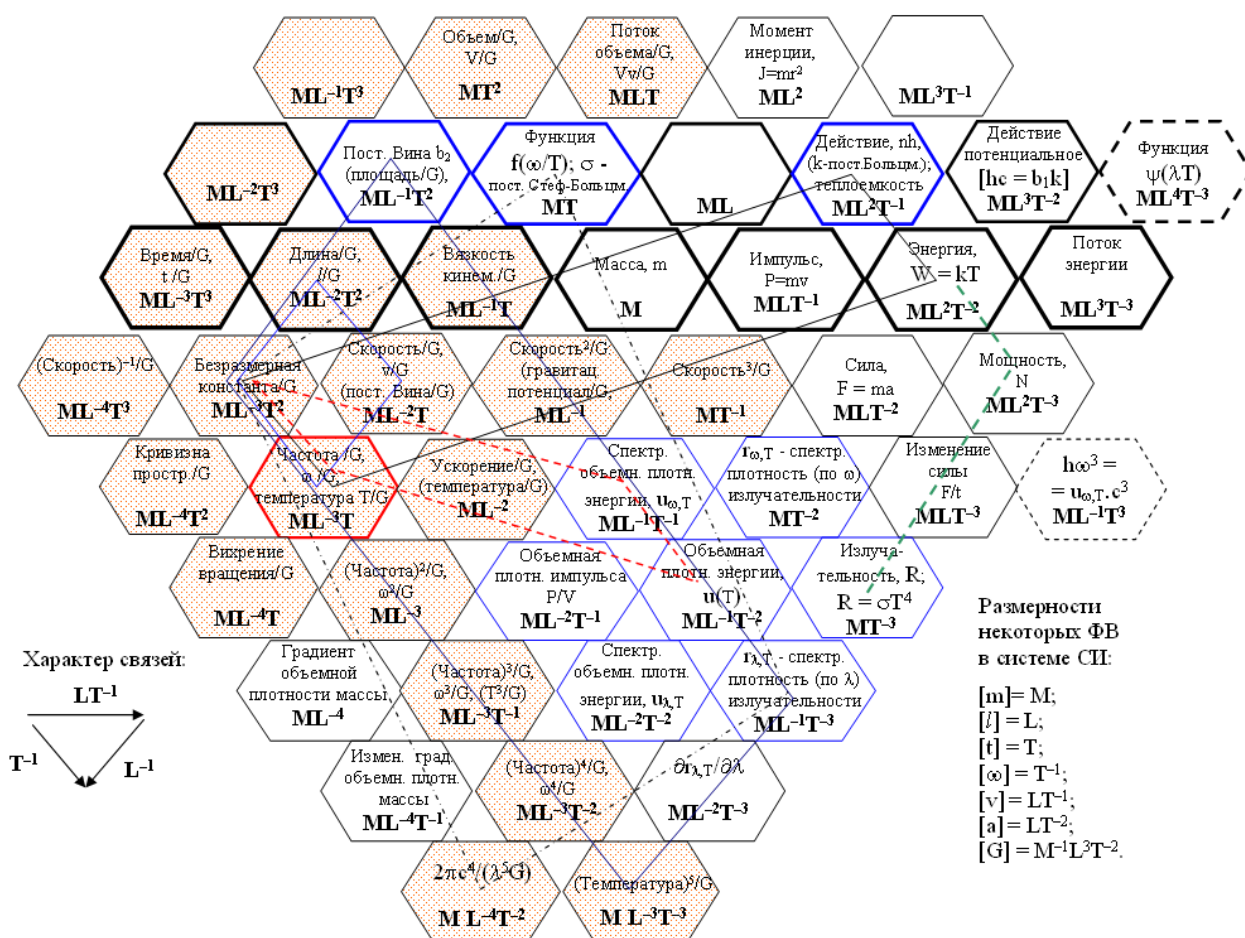


Рис.8-1. Система в части тепловых и излучательных ФВ с упорядоченным MLT-размерностным представлением системных элементов

На данном рисунке системные элементы имеют упорядоченное MLT-размерностное представление. Температурные ФВ здесь не выделены в группе кинематических базовых величин отличительной цветовой окантовкой. По сравнению с рис.7-24 здесь показаны и некоторые другие закономерности, присущие системной группе тепловых и излучательных величин. Первый и второй законы Вина показаны здесь выделенными параллелограммами синего цвета.

## 8.2 Специфические системные уровни блока электромагнитных величин

Электромагнитные ФВ и их закономерности в нашем исследовании изучались с самых разных сторон. В основном системном представлении блок электромагнитных величин подразделяется на три уровня: базовые электромагнитные ФВ, полевые ФВ и структуро-средовые ФВ, последние подразделяются на две подгруппы или два подуровня.

Основу базовых электромагнитных величин составляют *электрический заряд* и *сила тока*. Полевые электромагнитные величины включают в себя привычные ФВ, за исключением, так называемых *напряженности магнитного поля* и *индукции электрического поля*, которые традиционно считают полевыми [71, 72], но они системно относятся к базовым электромагнитным ФВ.

Уровень структуро-средовых электромагнитных величин подразделяется на два подуровня, противоположных друг другу ФВ. В принципе можно было бы обойтись и одним уровнем структуро-средовых ФВ, но здесь мы следуем устоявшейся практике применения таких понятий как *сопротивление* и *проводимость*. Кроме того, на объединенном уровне структуро-средовых ФВ пришлось бы использовать такие непривычные нам понятия, как *обратная емкость* или *обратная индуктивность*. То же самое касается понятий *электрической* и *магнитной проницаемостей*.

Вхождение *электрической* и *магнитной проницаемостей*, в том числе проницаемостей вакуума, в состав структуро-средовых ФВ говорит о наличии определенной структуры и у физического вакуума. Параметры его структуры, судя по всему, могут описываться привычными для нас величинами: *емкость*, *индуктивность* и *проводимость*. Использование этих величин, скорее всего, будет в удельном представлении (по объему, длине или площади). На сегодня известна и широко используется такая характеристика вакуума, как *волновое сопротивление*, оно полностью определяется его *электрической* и *магнитной проницаемостями*.

Развернутое описание блока электромагнитных ФВ и их закономерностей применительно к электронному варианту системы ФВиЗ приведено в Приложении 3. Здесь же дадим краткое пояснение по плакатному изображению этой части системы по рис.7-21 и рассмотрим специфический системный уровень из двух электромагнитных величин: *подвижности* и *постоянной Холла*.

На рис.7-21 оранжевым цветом показано определяющее уравнение для *силы*, действующей на *электрический заряд* в электрическом поле с *напряженностью E*; пунктиром того же цвета показан закон Ома; темная пунктирная линия показывает взаимосвязь *энергии* индуктивности, значение *индуктивности* и значение *магнитного потока*. Указанная взаи-

мосьвязь имеет числовой коэффициент 2, но система размерностных взаимосвязей об этом естественно «не знает». Синяя пунктирная линия показывает соотношение квантуемых ФВ.

В варианте системы ФВиЗ, приведенной на рис.8-2, показаны физические величины *подвижность* носителей тока и *постоянная Холла*, используемые при квантовом рассмотрении токовых явлений в физике твердого тела. Показаны и системные взаимосвязи, иллюстрирующие действующие закономерности с участием этих ФВ.

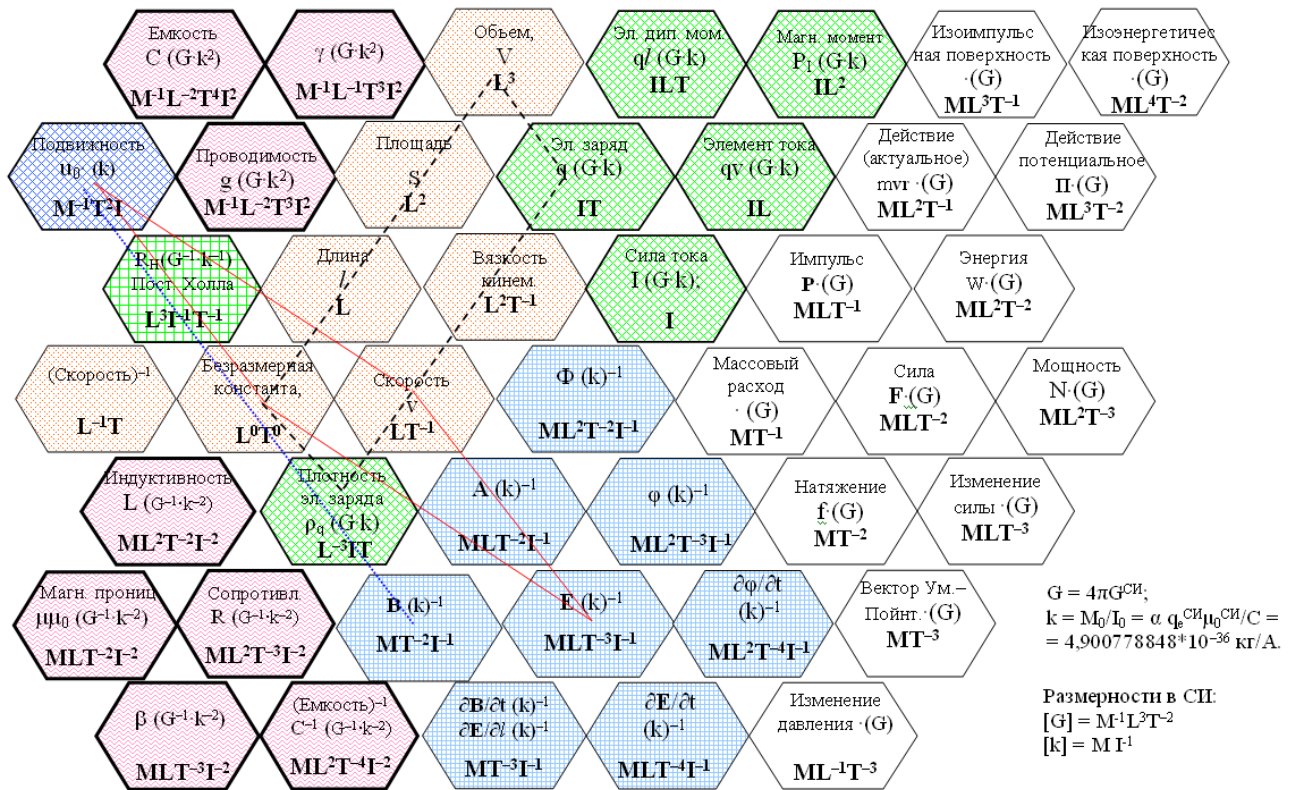


Рис.8-2. Расположение и системные связи электромагнитных величин: *подвижность* и *постоянная Холла*

С размерностной точки зрения *подвижность* - есть величина, обратная *индукции магнитного поля*, а *постоянная Холла* – является величиной, обратной *объемной плотности электрического заряда*. По этой причине выделения самостоятельных системных уровней для каждой из двух обозначенных величин – это, скорее всего, вынужденное отражение действительности, сложившейся в теории электромагнетизма. В принципе, эти ФВ самостоятельными можно и не считать. Однако, поскольку они используются – попробуем разобраться с их физической сущностью.

Физическая сущность *постоянной Холла* вполне очевидна, она определяется ее размерностью. Однако уяснение обратно пропорциональной зависимости достаточно понятной величины - *подвижности* носителей электрического тока и *магнитной индукции* требует отдельного разбора и пояснений.

Приступим к разбору этого положения. *Подвижность* электрических зарядов ( $u_0$ ) в проводниках и полупроводниках определяется как отношение скорости перемещения  $v$  носителей зарядов (электронов и дырок) к напряженности  $E_0$  электрического поля, вызывающего их движение.

$$u_0 = \frac{v}{E_0}. \quad (8.4)$$

Движение электрических зарядов (величиной  $q$ ) в стороннем магнитном поле с индукцией  $B$  сопровождается действием на них известной силы Лоренца:

$$F = qvB \sin \alpha, \quad (8.5)$$

где  $\alpha$  – угол между направлениями скорости  $v$  и индукции  $B$ .

Произведение  $vB \sin \alpha$  в этом выражении представляет собой поперечную (к основному направлению движения зарядов) составляющую напряженности электрического поля ( $E_{\perp}$ ), обеспечивающую как раз действие на заряды поперечной силы Лоренца.

Отношение поперечной скорости перемещения электрических зарядов к указанной поперечной напряженности электрического поля ( $E_{\perp}$ ) будет определять ту же *подвижность* электрических зарядов, поскольку подвижности как поперечная, так и продольная, вроде бы, должны быть одинаковы.

Известно, что чем больше *скорость* движения *электрического заряда*, тем больше величина *индукции магнитного поля*, возникающего при движении этого заряда. В нашем случае: чем больше индукция  $B$ , тем больше сила Лоренца и тем большей должна быть поперечная скорость перемещения электрических зарядов. В этом случае сравнительно большее значение будет и у поперечной составляющей напряженности электрического поля.

Поперечная составляющая электрического поля  $E_{\perp}$  вызывает появление поперечной составляющей *скорости* в движении *электрического заряда*. Указанное движение заряда в поперечном направлении в том же магнитном поле с *индукцией*  $B$  вызовет (по правилу левой руки) появление как бы вторичной силы Лоренца, действующей уже прямо против основного движения заряда под действием первичного поля  $E_0$ . Таким образом, магнитное поле (внешне созданное или от собственного первичного тока) обязательно тормозит первичное направленное перемещение и, соответственно, ограничивает *подвижность* носителей электрического тока.

Не случайно внутри сверхпроводников, имеющих по определению бесконечно большую подвижность носителей тока, магнитное поле обязательно выталкивается вовне. Как магнитное поле связано с проводимостью обычных проводников и подвижностью носителей тока в этих проводниках - требуется еще изучать.

По всей видимости, до прояснения этого вопроса, физическую величину *подвижность* электрических зарядов целесообразно применять и использовать, несмотря на совершенно одинокое ее расположение в системе физических величин.

Дополнительные сведения о ФВ *подвижность* носителей тока приведены в таблицах Приложения 3, подробно раскрывающих содержимое системного блока электромагнитных величин. Этим величинам выделены специальные системные уровни. В электронном варианте системы ФВиЗ данные системные уровни предусмотрены, но обычно в бумажном или плакатном вариантах исполнения эти дополнительные уровни не показываются, по причине их узкой специфики и достаточно редкого использования.

Отметим, что указанные специфические системные уровни в подсистему электромагнитных величин можно было бы, в принципе, и не вводить, поскольку *подвижность* носителей тока определяется как ФВ, обратная (по размерности и, очевидно, ее значениям) *индукции магнитного поля*, а постоянная Холла есть ФВ, обратная *объемной плотности электрического заряда*.

### 8.3 Системное представление блока квантуемых и константных физических величин

Для системного представления квантуемых и константных ФВ, а также закономерностей с их участием, наиболее подходит уже рассмотренный нами выше блок электромагнитных величин – как наиболее обширный по набору ФВ разных системных уровней.

Плакатное или бумажное изображение требуемой части системы ФВиЗ представлено на рис.7-24. Системный ряд квантуемых и константных ФВ достаточно подробно был рассмотрен в предыдущих разделах. В частности, в него входят *электрическая постоянная* –  $\epsilon_0$  и величина, обратная *магнитной постоянной* –  $\mu_0$  (на рис.7-24 она изображена «прячущейся» за ФВ *площадь*). В этом же ряду расположен квант ФВ *действие* (действие классическое или по Фейнману) – Постоянная планка. Все ФВ этого ряда, за исключением площади, изображены с утолщенной окантовкой, показывающей их специфические свойства квантуемости или принадлежности к константным ФВ.

Особый интерес вызывает ФВ, расположенная в том же ряду и представляющая собой (по размерности) произведение *электрического заряда* на *скорость* или произведение *силы тока* на его *пространственную протяженность*. Иногда эту ФВ называют *линейным элементом тока*, а произведение *плотности электрического тока* на занимаемый им *объем* называют *объемным элементом тока*. Поскольку размерность данной величины во всех трех случаях одинакова, мы эти различия не будем принимать во внимание (хотя это, видимо, не всегда оправдано).

Так как одно из основных свойств системности заключается в том, что местоположение элемента в системе должно определять и его свойства, мы достаточно обоснованно можем предположить, что указанная ФВ тоже является квантуемой величиной.

Расчеты, выполненные нами в разделах 3 и 4 (исходя из значения элементарного кванта *магнитного потока* и предположительно кольцевой формы *линейного элемента тока*), позволили теоретически определить значение этого кванта в размере:

$$(I \cdot l)_{\text{КВ}} = 4\Phi_0/\mu_0 = 2q_e R_K/\mu_0 = 4,803206789 \cdot 10^{-11} \text{ А} \cdot \text{м}. \quad (8.6)$$

В данном выражении обозначено:

$\Phi_0$  – квант магнитного потока;

$R_K$  – квант сопротивления Холла (постоянная фон Клитцинга);

$q_e$  - элементарный заряд электрона.

Практическое подтверждение или уточнение этого значения, по всей видимости, не заставит себя долго ждать.

На рис.7-24 утолщенной окантовкой выделены еще некоторые ФВ, не попадающие в ряд квантуемых и константных, но, несомненно, к таковым относящиеся. На рисунке это *магнитная проницаемость вакуума, электрическое сопротивление, магнитный поток, скорость* (скорость света - константа). Некоторые из известных соотношений константных и квантуемых ФВ

приведены на рис. 7-24. На этом же рисунке показаны и соответствующие этим или другим соотношения системные связи. Показанные на рис.7-24 системные связи иллюстрируют следующие системные и природные закономерности:

$$\Phi_0 = \frac{h}{2e} \quad - \text{параллелограмм, обозначенный красными сплошными линиями};$$

$$\Pi \cdot \mu_0 \cong \Phi_0^2 \quad - \text{сплошная черная линия};$$

$$\Pi \cdot \varepsilon_0 \cong e^2 \quad - \text{горизонтальная черная пунктирная линия};$$

$$2\Phi_0 = e \cdot R_K \quad - \text{параллелограмм, обозначенный черными пунктирными линиями};$$

$$\frac{e}{h} \cong \frac{(\Pi)_{\text{КВ}}}{\Pi} \quad - \text{синяя сплошная линия};$$

$$\frac{\mu_0^{-1}}{1} \cong \frac{(\Pi)_{\text{КВ}}}{\Phi_0} \quad - \text{параллелограмм из красной пунктирной линии}.$$

В приведенных выше формулах знак приближительного равенства  $\cong$  означает, что в этой формуле возможно присутствие числовых постоянных. Элементарный заряд электрона обозначен буквой –  $e$ .

Например, по рис.7-24 легко можно обнаружить такие соотношения квантуемых и константных ФВ, где требуется общеизвестное включение в формулу цифры 2. Это соотношения

$$g_K = \frac{e^2}{h} = 2\alpha \cdot c \varepsilon_0 = \frac{2\alpha}{c\mu_0} = \frac{2\alpha}{R_B}. \quad (8.7)$$

Выделенные параллелограммы и линии для этих закономерностей на рис.7-24 не приводились.

В последней формуле:  $R_B$  – волновое сопротивление вакуума;  $e$  – элементарный заряд электрона.

Уравнения связи ФВ с участием квантуемых и константных величин (ФФП), которые возможно обнаружить и визуально воспроизвести (проиллюстрировать) в исследуемой системе ФВиЗ, приведены в таблице 21.

Таблица 21

Уравнения связи с участием фундаментальных физических постоянных

№ п/п	Наименование фундаментальных физических постоянных и уравнений связи между ними	Уравнение связи	Примечание
1	Взаимосвязь электрической – $\varepsilon_0$ и магнитной – $\mu_0$ постоянных	$c = 1/\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$	$c = 299792458$ м/с, скорость света; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; $\varepsilon_0 \cong 8,854187818 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
2	Квант электрического сопротивление Холла (пост. Клитцинга) – $R_K$	$R_K = h/q_e^2$	$h$ – постоянная Планка, $q_e = 1,60217733(49) \cdot 10^{-19}$ Кл – заряд электрона
3	Взаимосвязь кванта сопротивления Холла - $R_K$ с $\varepsilon_0$ и $\mu_0$	$R_K = \sqrt{\mu_0/\varepsilon_0}/(2\alpha)$	$R_K = 25812,8056(12)$ Ом
4	Элементарный электрический заряд $q_e$	$q_e^2 = 4\pi m_e r_e / \mu_0$ ; в $LT$ принято: $[q] = [c/(\mu_0\alpha)]$ ; $q_e = q_e^{СИ} k 4\pi G$ м <sup>3</sup> /с	$m_e$ и $r_e$ – масса и классический радиус электрона; $\alpha$ – постоянная тонкой структуры; $k = M_0/I_0 = \alpha q_e^{СИ} \mu_0^{СИ}/c = 4,900778848 \cdot 10^{-36}$ кг/А
5	Постоянная Планка $h$	$h = q_e^2/(\varepsilon_0 2\alpha c)$	$h = 6,6260755(40) \cdot 10^{-34}$ Дж·с $\hbar = h/2\pi \cong 1,0546 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
6	Постоянная тонкой структуры $\alpha$	$\alpha = \mu_0 c q_e^2 / (2h)$	$\alpha = 7,29735308(33) \cdot 10^{-3}$ ( $\alpha^{-1} \cong 137,036$ ); в системе лучше смотрится связь: $2h\alpha(\mu_0)^{-1}/c = q_e^2$
7	Квант магнитного потока $\Phi_0$ (взаимосвязь с $q_e$ и $h$ )	$\Phi_0 = h/(2q_e)$	$\Phi_0 = 2,06783461(61) \cdot 10^{-15}$ Вб
8	Взаимосвязь кванта магнитного потока $\Phi_0$ с сопротивлением Холла $R_X$	$\Phi_0 = \sqrt{h R_K/2}$	$\Phi_0 = q_e R_K/2$
9	Предполагаемая величина кванта	$(II)_{KB} = q_e c / \alpha$	$(II)_{KB} = 4\Phi_0/\mu_0 = 2q_e R_K/\mu_0$

	пространственного элемента тока		$= 4,803206789 \cdot 10^{-11} \text{ А} \cdot \text{м}$ .
10	Предполагаемый квант потенциального действия электростатических сил	$\Pi_q = qe^2/\epsilon_0$	$\Pi_q = 2,89916169 \cdot 10^{-27} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
11	Предполагаемый квант потенциального действия электродинамических сил	$\Pi_I = \mu_0(II)_{\text{КВ}}^2 = 16\Phi_0^2/\mu_0$	$\Pi_I = 5,444295859 \cdot 10^{-23} \text{ Дж} \cdot \text{с}$ $\Pi_I = \Pi_q \alpha^{-2}$
12	Планковская масса $m_p$	$m_p = [(hc/(2\pi G))]^{1/2}$	$m_p = 2,17671(14) \cdot 10^{-8} \text{ кг}$ $G \cong 6,67259 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \text{ с}^{-2} \text{ кг}^{-1}$
13	Планковская длина $l_p$	$l_p = h/(2\pi m_p c)$	$l_p = 1,61605(10) \cdot 10^{-35} \text{ м}$
14	Планковское время $t_p$	$t_p = l_p/c$	$t_p = 5,39056(34) \cdot 10^{-44} \text{ с}$

Заметим, что большинство известных (а также предполагаемых) квантуемых ФВ обычно входят в уравнения связи не своими единичными значениями, а квантами. Эти кванты в большинстве своем относятся к ФФП. Некоторые известные системные (закономерные) связи с их участием представлены в таблице 21.

Закономерная взаимосвязь между собой не единичных значений, а элементарных квантов (ФФП) квантуемых физических величин, в свое время, навела Макса Планка на мысль создать особую систему единиц измерения. В этой системе измерений значения всех ФВ, а также основных для абсолютных систем единиц измерения: *массы, длины и времени*, определяются исходя из значений четырех главнейших ФФП: постоянной Планка (как мы ее теперь называем) –  $h$ , гравитационной постоянной –  $G$  и скорости света –  $c$ . Формульные выражения и числовые значения для планковских величин *массы, длины и времени* приведены в таблице 21. Здесь приведены справочные значения без уточнений, описание которых дано в разделе 4.

В таблице 21 приводится ФВ, называемая *действием потенциальным*. Квант этой величины обозначается русской буквой  $\Pi$  с подстрочным индексом, указывающим на происхождение данного кванта. Напомним, по размерности ФВ *действие потенциальное* представляет собой произведение: *силы на площадь, энергии на длину или натяжения на объем*. Данная величина относится к сохраняющимся и квантуемым (дискретным), видимо, только в микромире. При этом, судя по всему, для каждого вида сил квант *потенциального действия* будет своим. На существование такой ФВ как *потенциальное действие* указывают работы и других авторов [66, 73].

Проследим происхождение ФВ *потенциальное действие* и рассмотрим свойства этой величины на примере боровской теории строения водородоподобного атома (иона атома, имеющего  $Z$  протонов в ядре и один орбитальный электрон с зарядом  $-e$ ).

Приведем уравнение, описывающее условие вращения в атоме электрона массой  $m_e$  по круговой орбите радиуса  $r$  под действием кулоновской силы со стороны ядра, а также формулу Бора для квантования момента импульса электрона [68]:

$$\frac{m_e v^2}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Ze^2}{r^2} \quad (8.8)$$

$$m_e v \cdot r = n\hbar. \quad (8.9)$$

Обычно совместным решением этих двух уравнений определяют радиусы допустимых (стационарных) орбит электрона в водородоподобном атоме:

$$r_n = \frac{4\pi\epsilon_0 \hbar^2 n^2}{m_e Ze^2} = \frac{\epsilon_0 \hbar^2 n^2}{\pi \cdot m_e Ze^2} = a n^2 / Z, \quad n = 1, 2, 3 \dots \quad (8.10)$$

Здесь буквой  $a$  обозначен радиус первой стационарной орбиты в атоме водорода, так называемый, боровский радиус.

Из выражений (8.8) и (8.9) можно определить не радиус орбит, а скорость электрона, находящегося на  $n$ -ой орбите:

$$v_n = \frac{Ze^2}{2\epsilon_0 h n}. \quad (8.11)$$

Если применить известное соотношение между ФФП: постоянной Планка, зарядом электрона и электрической постоянной:

$$\frac{e^2}{\epsilon_0} = h \cdot 2\alpha c, \quad (8.12)$$

то выражение (8.11) становится совсем простым

$$v_n = \frac{Z\alpha c}{n}. \quad (8.13)$$

Учитывая, что последнее соотношение определяется только скоростью света –  $c$ , а  $Z$ ,  $n$  и  $\alpha$  (постоянная тонкой структуры) представляют собой числовые константы, то можно констатировать, что с изменением номера орбиты именно скорость электрона изменяется упорядоченно и целочисленно кратно относительно некоего значения, связанного со скоростью света. Поэтому истинно квантуемой величиной (в смысле первичности и упорядоченности квантования) для электрона, находящегося в составе атома, скорее всего, является его скорость. Если масса остается неизменной, то квантование скорости означает квантование импульса. А если квантуется импульс, то это означает, что целочисленно должно изменяться длины волн. Вернее целочисленно кратно увеличивается количество дебройлевских полу-

волн, укладывающихся на данной орбите. Можно также сказать, целочисленно кратно изменяется частота внутриатомных процессов.

Отметим, что радиус электронной орбиты изменяется (в теории) более сложным образом - по квадратичной зависимости и, судя по всему, не может быть первоначально квантуемой величиной.

Обычно принято анализировать не скорости, а энергии электрона, находящегося на  $n$  – ой орбите атома. Полная энергия электрона складывается из его кинетической энергии

$$E_k = \frac{m_e v_n^2}{2} = \frac{m_e Z^2 e^4}{8h^2 \varepsilon_0^2 n^2} \quad (8.14)$$

и потенциальной энергии кулоновского взаимодействия электрона с ядром

$$U = -\frac{Ze^2}{4\pi\varepsilon_0 r_n} = -\frac{m_e Z^2 e^4}{4\varepsilon_0^2 h^2 n^2}. \quad (8.15)$$

Суммарная энергия электрона составляет:

$$W = E_k + U = -\frac{m_e Z^2 e^4}{4\varepsilon_0^2 h^2} \frac{1}{n^2}. \quad (8.16)$$

С использованием соотношения (8.12) последняя формула тоже упрощается, принимая более простой и понятный вид:

$$W = -\frac{Z^2 m_e c^2 \alpha^2}{n^2}. \quad (8.17)$$

Таким образом, заключаем, что энергия электрона, находящегося в составе атома на разных энергетических орбитах, почти полностью определяется зарядом ядра, порядковым номером орбиты (зависимость квадратична) и величиной внутренней энергии электрона.

Из выражения (8.17), используя известное выражение для рационализированной постоянной Планка,

$$\hbar = r_e m_e c \alpha^{-1} = m_e c \tilde{\lambda}_k, \quad (8.18)$$

можно определить дебройлевскую частоту электрона, находящегося в составе водородоподобного атома:

$$\omega_n = \frac{W}{\hbar} = \frac{Z^2 c}{n^2 \tilde{\lambda}_k}. \quad (8.19)$$

В формулах (8.12) и (8.13) буквой  $\tilde{\lambda}_k$  - обозначено отношение комптоновской длины волны электрона  $\lambda_k$  к  $2\pi$ .

Используя принятое соотношение между частотой  $\omega_n$  и длиной волны де Бройля  $\lambda_n$  :

$$\omega_n = \frac{2\pi c}{\lambda_n}, \quad (8.20)$$

и сравнивая (8.19) с (8.20)

$$\frac{2\pi c}{\lambda_n} = \frac{Z^2 c}{n^2 \lambda_k}, \quad (8.21)$$

определяем выражение, определяющее длину волны каждой отдельной гармонической составляющей волновой функции с главным квантовым числом  $n$ :

$$\lambda_n = \frac{n^2}{Z^2} \lambda_k. \quad (8.22)$$

Получился странный результат. В представленном описании водородоподобного атома с ростом числа  $n$  длина волны де Бройля должна увеличиваться и, следовательно, снижаться частота. В то же время, как мы привыкли к обратному представлению – для частицы находящейся в потенциальной яме, в том числе сферической – соответствующей атому, с ростом главного квантового числа  $n$ , стоячая длина волны де Бройля уменьшается, а частота – растет. В то же время мы хорошо осознаем, что самые энергетические электроны атома находятся на его внутренних оболочках и частота, им присущая, должна быть большей.

Этот парадокс квантово-механического описания, весьма трудный для понимания, оставим в сторону и попытаемся дать физическое представление частоте де Бройля. Обычно частоту де Бройля для электрона атома связывают с представлением частоты обращения электрона вокруг ядра атома. Однако физически это может быть и частотой пульсаций электрона [74]. Гораздо вероятней, что это частота колебаний электронной оболочки атома [75]. Автор вообще представляет не только оболочку, а сам атом – пупырчатым [76, 77].

Заметим, что частота (8.13) и энергия электрона (8.11) имеют квадратичную зависимость от главного квантового числа  $n$ . При этом, для любого значения главного квантового числа, соотношение (*энергии и частоты*) остается неизменным.

Действительно, при любых изменениях энергии и частоты электрона, находящегося на определенной орбите атома, их соотношение всегда остается неизменным, и это соотношение мы называем постоянной Планка. При переходах электрона с одной орбиты на другую указанное соотношение если и изменяется, то это изменение обязательно целочисленно кратно минимальной величине.

Поскольку дебройлевская частота электрона связана с его дебройлевской длиной волны, а последняя связана с импульсом, то постоянная Планка есть также и соотношение орбитального импульса электрона с его длиной волны. Это соотношение, которое для определен-

ного энергетического уровня является почти неизменным, с изменением номера орбиты изменяется целочисленно кратно (второй постулат теории Бора).

В квантовой механике значительный объем теории и разработанный математический формализм связаны с применением операторов физических величин. С позиции исследуемой системы ФВиЗ по поводу квантово-механических операторов ФВ можно высказать следующее. Так называемые операторы ФВ, широко используемые в квантовой механике, скорее всего, являются искусственными образованиями. Они представляют собой комбинации ограниченного числа ФВ (*действия актуального, энергии и импульса*) с операторами дифференцирования, изъятыми (совместно с указанными ФВ) из дифференциальных уравнений (уравнений Шредингера), описывающих волновое представление микрочастиц. Все это ставит под сомнение оправданность применения в квантовой механике операторов ФВ, как не имеющих физического смысла [23].

По крайней мере с системных позиций никак не находит подтверждения постулат квантовой механики о том, что в ней каждой ФВ ставится в соответствие определенный оператор, а размерностные соотношения между операторами имеют ту же структуру, что и соотношения между ФВ. Для операторов ФВ никак не удастся построить или изобразить размерностную систему, структура которой была бы подобна структуре изучаемой системы физических величин.

Если анализировать довольно сложные уравнения, описывающие поведение электрона в составе водородоподобного атома с использованием оператора квадрата момента импульса, например, уравнение (5.20) в учебнике [68]:

$$-\frac{\hbar^2}{2m_0} \Delta_r \psi + \frac{1}{2m_0 r^2} \hat{L}^2 \psi - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \psi = E \psi, \quad (8.23)$$

то такие уравнения, по мнению автора, можно представлять и решать без привлечения операторного метода.

Стационарное уравнение Шредингера в сферической системе координат (без привлечения обозначения оператора квадрата импульса  $\hat{L}^2$ ) можно записать в виде:

$$-\frac{\hbar^2}{2m_0} \Delta_r \psi - \frac{\hbar^2}{2m_0 r^2} \Delta_{\theta, \varphi} \psi - \frac{Ze^2}{4\pi\epsilon_0 r} \psi = E \psi, \quad (8.24)$$

где:

$$\Delta_r = \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) \quad (8.25)$$

представляет собой радиальную часть, а

$$\Delta_{\theta,\varphi} = \frac{1}{\sin\theta} \frac{\partial}{\partial\theta} \left( \sin\theta \frac{\partial}{\partial\theta} \right) + \frac{1}{\sin^2\theta} \frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} \quad (8.26)$$

угловую часть оператора Лапласа, полный вид которого:

$$\Delta = \Delta_r + \frac{1}{r^2} \Delta_{\theta,\varphi}. \quad (8.27)$$

С учетом (8.12), обозначений (8.25), (8.26), известного выражения для комptonовской длины волны электрона

$$\lambda_k = 2\pi\tilde{\lambda}_k = \frac{2\pi\hbar}{m_0c} \quad (8.28)$$

и классического представления длины волны де Бройля выражением:

$$\lambda = 2\pi\tilde{\lambda} = \frac{h}{p} = \frac{2\pi\hbar}{\sqrt{2m_0E}} \quad (8.29)$$

уравнение (8.23) приводится к достаточно простому виду:

$$\Delta_r\psi + \frac{2}{r^2} \Delta_{\theta,\varphi}\psi + \frac{2\alpha Z}{r\tilde{\lambda}_k} \psi + \frac{1}{\tilde{\lambda}^2} \psi = 0. \quad (8.30)$$

Уравнению (8.30) можно придать и иной вид:

$$\Delta_r\psi + \frac{2}{r^2} \Delta_{\theta,\varphi}\psi + \left( \frac{2\alpha Z}{r\tilde{\lambda}_k} + \frac{1}{\tilde{\lambda}^2} \right) \psi = 0. \quad (8.31)$$

В последнем выражении кроме оператора Лапласа, представленного в сферических координатах, присутствуют: приведенная дебройлевская длина волны -  $\tilde{\lambda}$  конкретного электрона, его приведенная комptonовская длина волны -  $\tilde{\lambda}_k$  и расстояние от центра атома -  $r$ . Пси-функция в этом выражении будет зависеть как от радиуса, так и от угловых координат. Все возможные решения этого уравнения, по всей видимости, определимы и без привлечения так называемого оператора квадрата импульса, а исходя из более ясных представлений о дебройлевской длине волны электрона и целочисленной укладке половинок стоячих волн (включая моды) электронной оболочки атома на различных расстояниях от центра. Константы:  $\tilde{\lambda}_k$  - приведенная комptonовская длина волны электрона и  $\alpha$  - постоянная тонкой структуры играют определяющую роль в решении уравнения (8.31). Не исключено, что в круглых скобках последнего члена этого уравнения должен стоять минус, что смотрится естественнее.

Из приводимых выше формул можно сделать и другие важные выводы:

- при ограничении максимальной орбитальной скорости электрона величиной скорости света, числовое значение  $Z$  (формулы 8.8 – 8.17, а также 8.30 и 8.31) не может превышать величину  $137 \cong \alpha^{-1}$ . Таким образом, водородоподобный атом (с одним электроном) в основном состоянии ( $n = 1$ ) не может иметь число протонов, превышающее это число. Значит, постоянная тонкой структуры  $\alpha$  своим значением как бы ограничивает количество химических элементов, потенциально возможных к существованию в природе (здесь надо отметить возможность поправки на релятивистский эффект изменения массы);

- произведение кинетической (потенциальной, а также полной) энергии электрона на радиус его орбиты есть величина постоянная для любой стационарной орбиты атома, имеющего определенное значение  $Z$ .

В виде формул это представимо так:

$$\frac{1}{2} m_e v_n^2 r_n = Z \hbar \alpha = \frac{Z m_e c^2 \alpha}{n^2}. \quad (8.32)$$

Последнее выражение можно записать по иному:

$$Z \hbar \alpha = h 2 \alpha c \frac{Z}{4 \pi} = \frac{e^2}{\epsilon_0} \cdot \frac{Z}{4 \pi} \quad (8.33)$$

Как видим в соотношении (8.33) имеется соотношение (8.12), которое представляет собой элементарный квант *потенциального действия* электростатических сил (не исключено, что  $4\pi$  входит в состав этого кванта). Отметим, что ФВ *потенциальное действие* по размерности равна произведению *силы на площадь* и эта величина, похоже, является константой, общей и единой для любой электронной орбиты водородоподобного атома.

Из выражения (8.2 4) следует постоянство произведения квадрата орбитальной скорости электрона на его орбитальный радиус. Это означает, что в состав *потенциального действия* входит (как часть) еще одна сохраняющаяся ФВ, (сопряженная или дополнительная к *массе*) имеющая размерность  $L^3 T^{-2}$ . Это соотношение характеризует вихреподобное строение электронных оболочек атома (если в нем есть движение, а оно наверняка есть!). Отсюда следует, что третий закон Кеплера как бы соблюдается и в микромире.

#### Системный анализ известных в квантовой механике соотношений неопределенностей

Квант ФВ *актуальное действие* (на рис.8-2 обозначено *Действие*) участвует в известных соотношениях неопределенностей Гейзенберга. Математически эти соотношения записываются в виде:

$$\Delta x \Delta p_x \geq \frac{\hbar}{2}, \quad \Delta E \Delta t \geq \frac{\hbar}{2}. \quad (8.34)$$

Системные иллюстрации этих закономерностей приведены на рис.8-3. По рисунку видно, что в системе ФВиЗ возможно построение еще нескольких выделенных параллелограммов, подобных двум приведенным. Тогда возникает вопрос: или не все соотношения неопределенностей нам известны, или приведенные соотношения чем-то качественно отличны от других.

Новые системно возможные соотношения неопределенностей будут рассмотрены в следующем разделе. Практическая достоверность этих соотношений может определиться только в будущем.

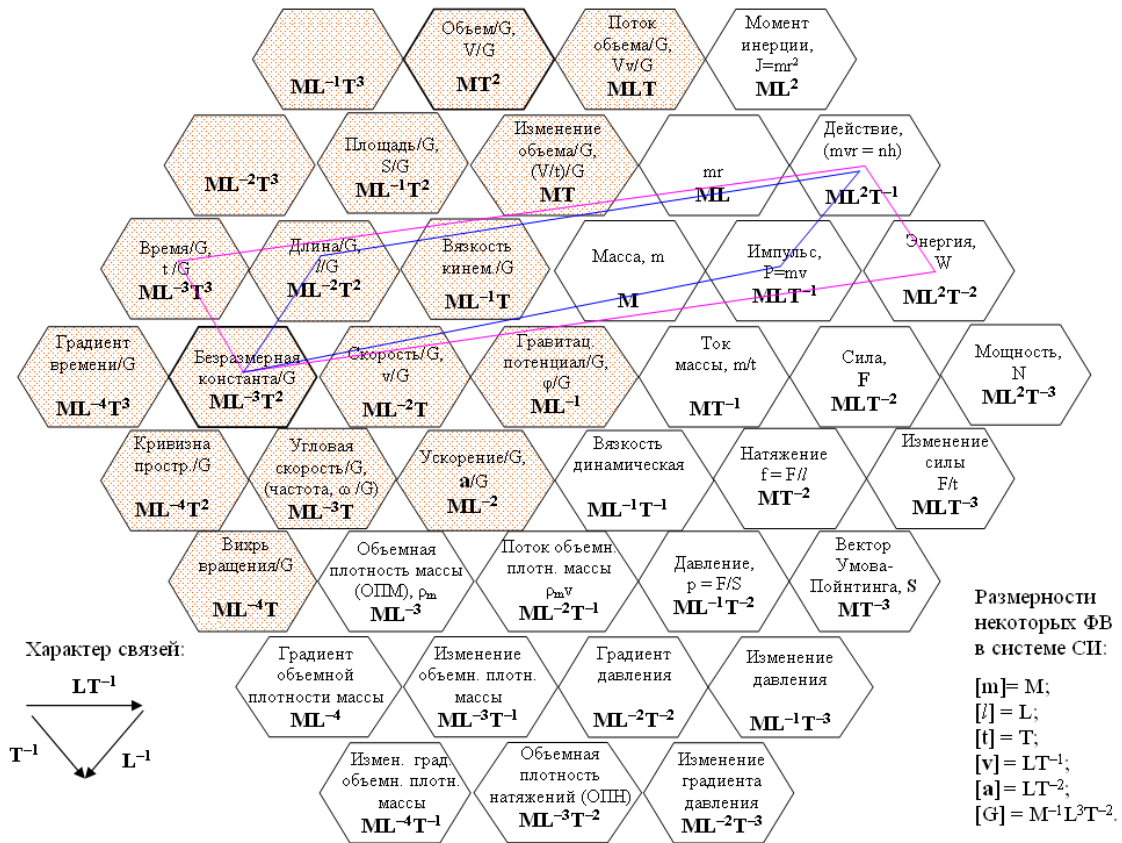


Рис.8-3. Известные соотношения неопределенностей Гейзенберга в системе ФВиЗ

В заключение данного подраздела можно отметить, что применение в квантовой механике критикуемого здесь операторного метода, раз он так широко используется, видимо в какой-то мере и оправдано. Например, при вычислении средних значений ФВ, хотя эти вычисления возможны и без операторов, а на основе объемной плотности распределений ФВ, о чем изложено далее.

О физичности представления плотности распределения квантовых состояний

Средние значения ФВ без привлечения понятия операторов ФВ можно определить с помощью интегрирования, используя понятие плотности распределения ФВ. Общая формула для определения среднего значения  $\langle x \rangle$  одномерной случайной величины  $x$  имеет вид:

$$\langle x \rangle = \frac{\int_0^{\infty} x n_x dx}{\int_0^{\infty} n_x dx}, \quad (8.35)$$

где  $n_x$  – функция (плотность) распределения значений  $x$ .

Однако, устоявшиеся в квантовой механике представления о плотности распределения квантовых состояний в шестимерном фазовом пространстве с взаимно перпендикулярными осями  $x, y, z, p_x, p_y, p_z$ , где полный объем представляется в виде произведения двух объемов – объема в пространстве координат и объема в пространстве импульсов, с физической точки зрения, не очень логичны.

Попробуем внести ясность в эти представления на традиционном примере рассмотрения нерелятивистских электронов, находящихся в свободном состоянии.

Плотность квантовых состояний по энергии (без учета дискретности ее уровней) для единичного объема обычно записывается в виде [68]:

$$g(E) = \frac{dn_E}{dE} = 4\pi \frac{(2m)^{3/2}}{(2\pi\hbar)^3} E^{1/2} (\text{Дж}\cdot\text{м}^3)^{-1}. \quad (8.36)$$

В этом выражении  $dn_E$  трактуется как число состояний, приходящееся в единичном объеме на интервал энергии от  $E$  до  $E + dE$ .

Полное число состояний, различных по энергии и находящихся в единичном объеме, равно:

$$n_E = \frac{8}{3} \pi \frac{(2m)^{3/2}}{(2\pi\hbar)^3} E^{3/2} (\text{м})^{-3}. \quad (8.37)$$

Последнее уравнение можно преобразовать к более простому и понятному виду:

$$n_E = \frac{8}{3} \pi \frac{(\sqrt{2mE})^3}{(h)^3} = \frac{\pi}{3} \left( \frac{2}{\lambda} \right)^3 = n_\lambda. \quad (8.38)$$

Выражение (8.38) показывает нам число полуволен де Бройля, содержащихся в единичном объеме. Это число, конечно же, равно числу дискретных уровней энергии или дискретных частот, содержащихся в единичном объеме. Только выражение для них будет не столь прозрачным и ясным для понимания. Прояснению ситуации несколько помогает только размерность, принимающая всегда одно и то же значение, обратное пространственному объему.

Число полуволен в единичном объеме, приходящихся на единичный интервал длины волны, определяется дифференцированием выражения (8.38)

$$\frac{dn}{d\lambda} = -\frac{8\pi}{\lambda^4}. \quad (8.39)$$

Знак минус здесь показывает увеличение плотности размещения волн с уменьшением их длины.

Формулы (8.38) и (8.39) достаточно просты для запоминания. Кроме того, с их помощью легко выводятся формулы, определяющие плотности состояний, приходящиеся на единичное значение того или иного параметра.

Для определения плотности распределений числа полувольт (*частот, скоростей, импульсов* и др.), приходящихся в единичном объеме на единичное значение соответствующей физической величины, требуется лишь знание взаимосвязи этих параметров с *длиной волны* и умение дифференцировать.

Таким путем легко выводятся следующие соотношения:

$$\frac{dn}{dE} = \frac{dn}{d\lambda} \frac{d\lambda}{dE} = 4\pi \left( \frac{2m}{h^2} \right)^{3/2} \sqrt{E} \quad (\text{Дж} \cdot \text{м}^3)^{-1}, \quad (8.40)$$

$$\frac{dn}{dp} = \frac{dn}{d\lambda} \frac{d\lambda}{dp} = \frac{8\pi}{h^3} p^2 \quad (\text{кг} \cdot \text{м}^4 \cdot \text{с}^{-1})^{-1}, \quad (8.41)$$

$$\frac{dn}{dv} = \frac{dn}{d\lambda} \frac{d\lambda}{dv} = \frac{8\pi m^3}{h^3} v^2 \quad (\text{м}^4 \cdot \text{с}^{-1})^{-1}, \quad (8.42)$$

$$\frac{dn}{d\omega} = \frac{dn}{d\lambda} \frac{d\lambda}{d\omega} = \frac{\omega^2}{\pi^2 c^3} \quad (\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1})^{-1}. \quad (8.43)$$

Приведенные выражения не очень просты для обнаружения их размерностного соотношения в системе ФВ, поскольку они содержат кубические и дробные показатели степени. Однако, при желании их в системе всегда можно обнаружить с помощью единиц измерения (размерностей) и ввести в базу знаний.

Количество отдельных уровней (величин) *энергии, импульсов и частот*, приходящихся на единичный объем, совпадает с подобным количеством для *длин волн*. Это значение, выраженное через соответствующие параметры, имеет различный вид, но всегда идентично числу для длин полувольт.

$$n_E = \frac{8\pi}{3} \frac{(2m)^{3/2}}{h^3} E^{3/2} = \frac{\pi}{3} \left( \frac{2}{\lambda} \right)^3, \quad (8.44)$$

$$n_p = \frac{8\pi}{3} \left( \frac{p}{h} \right)^3 = \frac{\pi}{3} \left( \frac{2}{\lambda} \right)^3, \quad (8.45)$$

$$n_v = \frac{8\pi}{3} \left( \frac{mv}{h} \right)^3 = \frac{\pi}{3} \left( \frac{2}{\lambda} \right)^3, \quad (8.46)$$

$$n_{\omega} = \frac{1}{3} \frac{\omega^3}{\pi^2 c^3} = \frac{\pi}{3} \left( \frac{2}{\lambda} \right)^3. \quad (8.47)$$

Очевидно, что единица измерения последних четырех выражений одна и та же. Это величина, обратная пространственному объему.

До сих пор в квантовой механике и статистической физике чаще всего рассматриваются энергетические распределения (8.32), объемная плотность которых, как известно, различна для классического газа и квантовых распределений из бозонов или фермионов. Переход на объемные плотности длин волн или частот, видится, произойдет в будущем.

#### 8.4 Система гравитационных величин, структурированных подобно системе электромагнитных величин

$LT$  - система гравитационных величин частично приводилась автором в работе [5], но там имелись некоторые неточности. Уточненная и расширенная система гравитационных величин с  $LT$  – размерностью системных элементов приведена на рис.8-4.

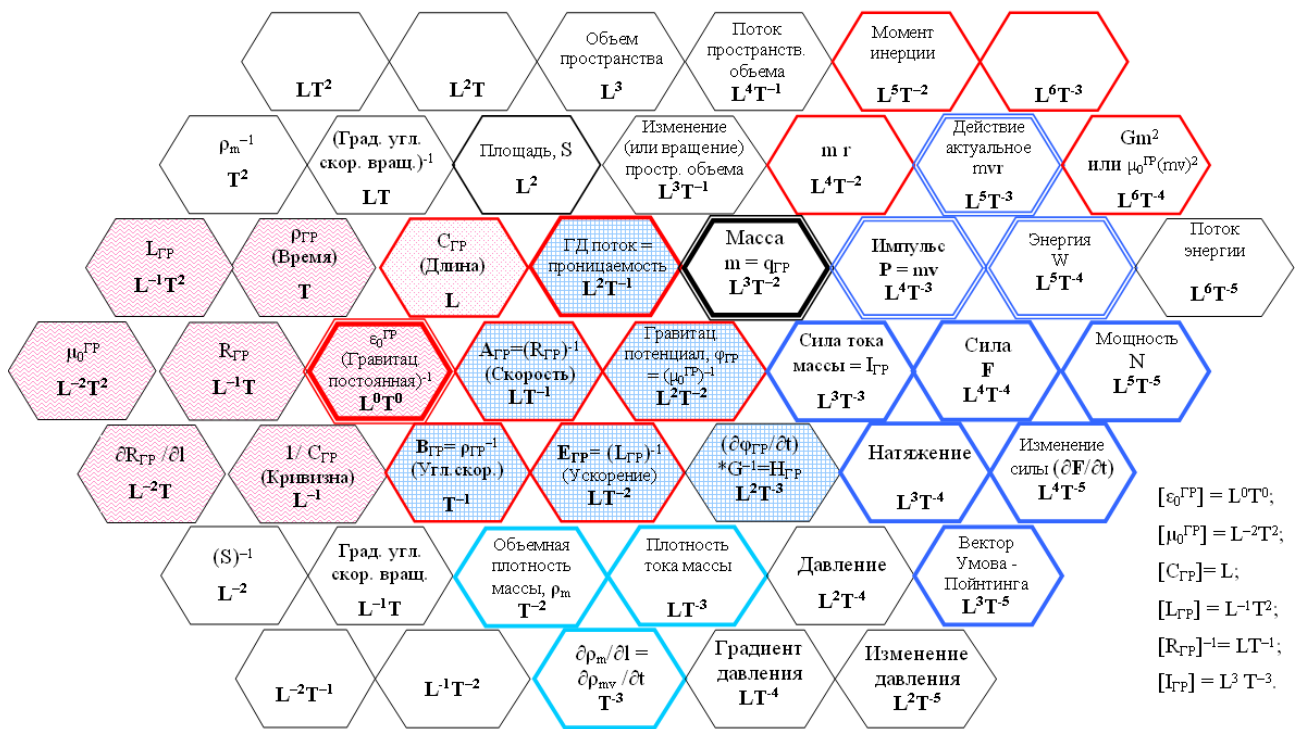


Рис.8-4.  $LT$  – размерностная система гравитационных величин

В системе гравитационных величин сохраняются те же принципы формирования отдельных структурных уровней, что и в системе электромагнитных величин. В качестве *гравитационного заряда* выступает *масса*. Особенности новой системы состоят в том, что полевые гравитационные ФВ на рис.8-4 не имеют дополнительного размерностного коэффициента, образуя с кинематическими общими базовыми величинами единый системный уровень. При этом гравитационные структуро-средовые ФВ первой группы системно образуют единый уровень с динамическими общими базовыми величинами. Системная связь между

структуро-средовыми гравитационными величинами обеих групп здесь осуществляется не через безразмерную константу, а через *гравитационную постоянную* в степени минус один!

На рис.8-5 приведена та же система с *MLT* - размерностью системных элементов.

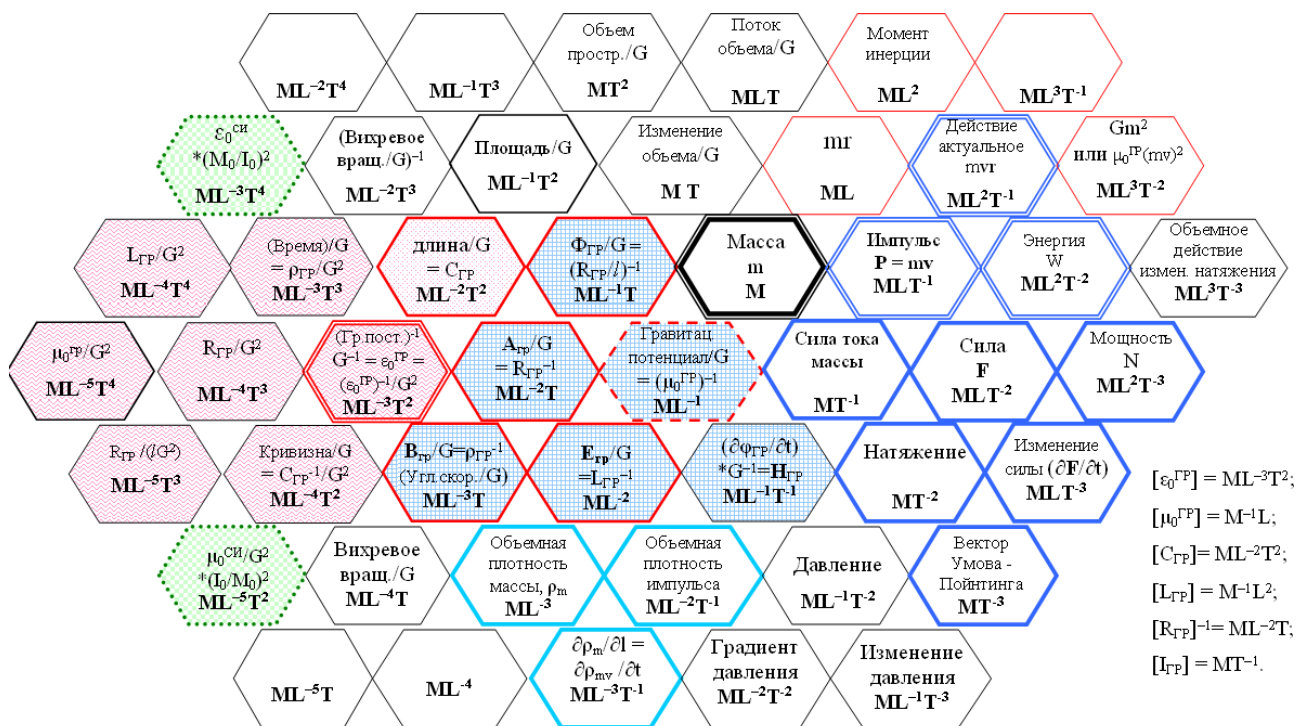


Рис.8-5. *MLT* – размерностная система гравитационных величин

Чтобы не ошибаться в размерностях полевых величин гравитационных происхождения (а также полевых ФВ иного происхождения) попробуем более тщательно разобраться с их физическим смыслом. Начнем с параметров гравитационного поля, для которого физический смысл этих параметров представляется наиболее очевидным и понятным.

Известно, что гравитационный потенциал  $\phi_{ГР}$  статического гравитационного поля физически представляет собой квадрат первой космической скорости для данной точки поля (причем, вторая космическая скорость всегда в  $\sqrt{2}$  раз больше первой космической скорости).

Потенциал гравитационного поля по иному можно интерпретировать как потенциальную энергию, которую приобретает единица массы тела, находящегося в данной точке поля или среднюю кинетическую энергию, приходящуюся на единицу (а если точнее, на половину единицы) массы тела, свободно перемещающегося в данной точке поля.

Физический смысл напряженности гравитационного поля  $E_{ГР}$  известен – это действующее ускорение свободного падения в данной точке поля тяготения.

Приведенные два параметра в совокупности с массой тела, создающего поле, и объемной (пространственной) плотностью массы необходимы и достаточны для описания и

полной характеристики статического гравитационного поля. Таким образом – эти параметры являются определяющими для этого поля.

По аналогии с ранее рассматривавшейся системой ФВиЗ для электромагнитных величин подобная система гравитационных величин, по идее, тоже должна иметь параметры, характеризующие ее динамическое состояние, возникающее от меняющихся во времени, вращающихся, обращающихся и движущихся масс. Можно также предположить существование в системе гравитационных ФВ структуро-средовых параметров типа *гравитационной емкости* и *гравитационной индуктивности*. Удивительно, что структуро-средовые гравитационные величины первой группы оказываются, по сути, обычными динамическими общими базами ФВ.

В данном исследовании мы будем придерживаться идеи, что параметры динамического гравитационного поля аналогичны параметрам магнитного поля в электродинамике и, по природе своей, обладают определенной общностью. То есть они не зависят от вида конкретного источника происхождения.

Попробуем выяснить физический смысл этих параметров и характер их действия. Как уже сказано, наш анализ будет опираться на электродинамические представления, но в системе гравитационных величин все полевые параметры могут иметь более ясный физический смысл, что, в конечном счете, поможет нам лучше разобраться с физическим смыслом и электромагнитных параметров.

Анализируя систему гравитационных величин (рис.8-4 и рис.8-5) мы видим, что *векторный потенциал гравитационного поля*  $A_{ГР}$  по размерности представляет собой линейную скорость. Это можно представить как линейную скорость кругового вращательного движения, обязательно возникающего вокруг движущейся массы ( $mv$ ). «*Магнитную индукцию гравитационного поля*  $B_{ГР}$  возможно представить в трех вариантах: как угловую скорость вращательного движения, как градиент линейной скорости вращательного движения и как дополнительную угловую скорость от прецессионного движения. Из представленных вариантов наиболее прост и понятен первый вариант.

В системе наглядно видно, что имеются также размерностные взаимосвязи отмеченных динамических параметров ( $A_{ГР}$  и  $B_{ГР}$ ) со статическими параметрами ( $m$ ,  $\varphi_{ГР}$  и  $E_{ГР}$ ), что говорит о неизбежном наличии (возникновении) первых параметров при изменении во времени вторых. Отметим, что параметр  $B_{ГР}$ , также как и в магнитном поле, будет фактически представлять собой не индукцию, а напряженность динамического гравитационного поля.

В системе СИ гравитационная постоянная  $G$  представляет собой величину, как бы обратную  $\varepsilon_0^{ГР}$  (*эпсилон–нулевое статического гравитационного поля*, если говорить на привычном языке электродинамики), а  $\mu_0^{ГР}$  (*мю–нулевое динамического гравитационного поля*)

будет определяться сравнительным уровнем гравидинамических сил. К тому же эти величины должны быть связаны соотношением:

$$\mu_0^{GP} = 1/(\varepsilon_0^{GP} c_{GP}^2) = G/c_{GP}^2, \quad (8.48)$$

где:  $c_{GP}$  – скорость распространения гравитационных волн.

Обычно в расчетах скорость распространения гравитационных возмущений принимают равной скорости света, хотя это может оказаться и неверным. В принципе, данную скорость можно определить экспериментально – по замерам соотношения сил гравистатического и гравидинамического взаимодействий. В свое время подобную методику применил Максвелл – для определения скорости распространения электромагнитных волн.

*Гравитационный векторный потенциал* –  $A_{GP}$  и *гравитационная индукция* –  $B_{GP}$ , возникающие в окрестности движущегося потока массы или отдельно движущихся тел, по аналогии с электродинамикой, должны быть векторными величинами и иметь определенные направления. Однако с определением направленности этих величин возникают сложности. Вектор –  $A_{GP}$ , направление которого и в электродинамике стараются не показывать, скорее всего, имеет направление, совпадающее с направлением движения потока массы (хотя не исключена возможность его направленности и против потока, создающего гравитационное динамическое поле, об этом говорят работы С.Б. Алеманова [78]). Применительно к равномерному движению отдельной точечной массы этот вектор будет или перпендикулярен любому направлению на эту массу и расположен в плоскости, образуемой данным направлением и вектором скорости массы, или подобен магнитному векторному потенциалу (см. раздел 9.4).

Хотя иное представление о *гравитационном векторном потенциале* может быть с учетом представлений о нем (вернее, об *электрическом потенциале*) Ерохина В.В. [79].

Вектор  $B_{GP}$ , как ротор первого вектора, по идее, будет направлен по правилу буравчика вокруг движущегося потока массы. Аналогия с теми же параметрами для положительного направленного электрического тока, по всей видимости, полная.

Тогда все тела, имеющие в этом поле движение, перпендикулярное вектору  $B_{GP}$ , станут испытывать силу, аналогичную силе Лоренца. Как будет направлена эта сила? Скорее всего, и тут будет действовать правило левой (не исключено, что и правой) руки: вектор  $B_{GP}$  имеет направление в ладонь руки, четыре пальца направлены по вектору скорости, а большой палец указывает направление силы Лоренца для гравидинамического взаимодействия. Такое взаимодействие по аналогии с электродинамикой можно назвать гравимагнитным.

Интуитивные представления автора на этот счет следующие: однонаправленное движение масс должно вызывать ослабление их статического гравитационного взаимодействия, а противоположно направленное перемещение – усиление указанного взаимодействия. Однако эти интуитивные представления нуждаются в подтверждении еще чем-либо.

Попробуем рассмотреть эту тему подробнее. Выражение, определяющее силу динамического гравитационного взаимодействия, должно быть аналогично выражению, определяющему силу Лоренца в электродинамике:

$$F_{ГР}^{ДИН} = m_{П} v B_{ГР} \sin \alpha, \quad (8.49)$$

где:  $m_{П}$  – масса пробного тела, движущегося со скоростью  $v$  в динамическом гравитационном поле;

$B_{ГР}$  – индукция гравимагнитного поля;

$\alpha$  – угол между направлениями векторов скорости пробного тела и индукции динамического гравитационного поля.

Данная сила (подобно силе Лоренца) всегда должна быть направлена перпендикулярно направлению действия статической гравитационной силы притяжения масс. Возможно, по этой причине мы и наблюдаем вихреобразную закрутку всех тел, движущихся по направлению потока массы или к отдельно движущейся большой притягивающей массе. Естественно, что чем ближе и быстрее будет приближаться пробное тело к центру динамического возмущения, тем сильнее окажутся действующие на него силы и моменты и тем интенсивнее будет вихревое движение этого тела.

Применительно к вихревому вращению масс традиционное объяснение этого явления действием закона сохранения момента импульса не выдерживает критики, поскольку общей сохраняющейся величиной такого движения, в любом месте вихря, выступает произведение квадрата линейной скорости вращательного движения – на радиус вращения.

Установив на опыте какое правило: левой или правой руки действует при определении направления действия силы Лоренца в гравимагнитном поле, мы, тем самым, определим и направленность действия этих сил – усиливают они или ослабляют основное гравистатическое взаимодействие масс. Выполнить это экспериментально пока никому не удалось. Может быть, просто таким вопросом и не задавались. Известные опыты В.Н. Самохвалова [80, 81] не дают ответа на этот вопрос и теоретического объяснения пока не имеют.

Оставим на будущее окончательный поиск ответа на вопрос направленности динамических гравитационных сил и далее попробуем оценить их величину.

Рассмотрим взаимодействие двух перпендикулярно движущихся масс, одну из которых – большую по величине, примем за массу, создающую гравимагнитное гравитационное поле. Индукция такого поля, по аналогии с электромагнитной индукцией, определится выражением:

$$B_{ГР} = \mu_0 \frac{(mv)_0}{4\pi r^2} \quad (8.50)$$

где  $m_0$  и  $v_0$  – масса и скорость тела, создающего динамическое гравитационное поле (общий знак вынесен за скобку);

$r$  – расстояние от этого тела до точки, в которой возникает индукция  $B_{ГР}$ .

Максимальная боковая сила, действующая на пробное тело массы  $m_{П}$ , движущегося к центральному телу со скоростью  $v_{П}$ , определится выражением

$$F_{ГР}^{ДИН} = \mu_0^{ГР} \frac{(mv)_0(mv)_{П}}{4\pi r^2} \quad (8.51)$$

Заметим, что динамическая составляющая взаимодействия двух масс, движущихся параллельно друг другу на расстоянии  $r$  с относительной скоростью  $v$  (вектор скорости перпендикулярен расстоянию между массами), определится по аналогичной формуле

$$F_{ГР}^{ДИН} = \mu_0^{ГР} \frac{(m_1 m_2) v^2}{4\pi r^2}. \quad (8.52)$$

Правда теория относительности утверждает, что данная сила будет наблюдаться только из неподвижной системы отсчета. Если же мы движемся вместе с массами, то такой силы не возникнет.

Бог (или Эйнштейн) с ней – с теорией относительности, отметим лишь, что в данном случае на пробное тело не должен действовать вращательный момент, а динамическая составляющая гравитационного взаимодействия будет направлена строго по линии действия статических гравистатических сил, усиливая или ослабляя их.

Последние две формулы позволяют достаточно просто оценить соотношение сил статического и динамического взаимодействий гравитационных масс, – оно будет аналогично соотношению сил электромагнитных с электростатическими для параллельно движущихся зарядов

$$\frac{F_{ГР}^{ДИН}}{F_{ГР}^{СТ}} = \frac{v^2}{c_{ГР}^2}. \quad (8.53)$$

Здесь:  $v$  – скорость перемещения двух масс (вопрос относительно чего происходит перемещение – здесь не рассматривается);  $c_{ГР}$  – скорость распространения гравитационных волн.

Если скорость распространения гравитационных волн равна скорости света или сравнима с ней, то динамическая составляющая будет намного меньше статических сил гравитации. Эти силы, скорее всего, невозможно и зафиксировать в лабораторных условиях, но эти силы обязательно должны проявлять себя в условиях взаимодействия больших космических масс и при очень больших временах взаимодействия. Поясним последнее. Даже ничтожно малая сила, но действующая в течение тысяч или миллионов лет – способна на многое.

С учетом того, что система ФВиЗ в части гравитационных величин должна быть многоуровневой, дополнительно к величинам, показанным на рис.8-4 и рис.8-5, на основании электродинамических представлений, можно привести и другие параметры, которые должны существовать и характеризовать статические и динамические гравитационные процессы.

Указанные параметры, возможно не все, а выборочно, для двух систем размерностей элементов системы –  $LT$  и  $MLT$ , приведены в таблице 22.

Таблица 22

Гравитационные величины, представленные в размерностях  $LT$  и  $MLT$  (СИ), и их возможные уравнения связи

№ п/п	Наименование физической величины	Определяющие уравнения связи	Размерность в системе $LT$	Размерность в системе $MLT$ (СИ)	Соотношение размерностей $LT/MLT$
1	Гравитационный заряд (масса)	$m = F/a = D_{GP} * 4\pi r^2$	$L^3T^{-2}$	$M$	$G$
2	Гравитационный потенциал	$\varphi_{GP} = \frac{W}{m_{np}} = G \frac{m}{4\pi r}$	$L^2T^{-2}$	$L^2T^{-2}$	1
3	Напряженность гравитационного поля	$E_{GP} = \frac{F}{m_{np}} = G \frac{m}{4\pi r^2}$	$LT^{-2}$	$LT^{-2}$	1
4	Объемная плотность массы	$\rho_m = \frac{m}{V}$	$T^{-2}$	$ML^{-3}$	$G$
5	Количество движения массы (импульс)	$P = mv = I_{GP}l$	$L^4T^{-3}$	$MLT^{-1}$	$G$
6	Гравитационный векторный потенциал	$A_{GP} = \frac{W}{(mv)_{np}} = \mu_0^{GP} \frac{mv}{4\pi r}$	$LT^{-1}$	$LT^{-1}$	1
7	«Индукция» гравидинамического поля	$B_{GP} = \frac{F}{(mv)_{np}} = \mu_0^{GP} \frac{mv}{4\pi r^2}$	$T^{-1}$	$T^{-1}$	1
8	Плотность гравидинамического тока	$j_{GP} = I_{GP}/S = \rho_m v$	$LT^{-3}$	$ML^{-2}T^{-1}$	$G$
9	Сила гравидинамического тока	$I_{GP} = \frac{\partial m}{\partial t}$	$L^3T^{-3}$	$MT^{-1}$	$G$
10	Сопротивление гравидинамическому току	$R_{GP} = \Delta\varphi_{GP}/I_{GP}$	$L^{-1}T$	$M^{-1}L^2T^{-1}$	$G^{-1}$
11	Гравидинамическая проводимость	$\gamma = 1/R_{GP}$	$LT^{-1}$	$ML^{-2}T$	$G$
12	Гравитационная емкость	$C_{GP} = \frac{m}{\varphi_{GP}}$	$L$	$ML^{-2}T^2$	$G$
13	Гравидинамическая индуктивность	$L_{GP} = \frac{2W}{I_{GP}^2}$	$L^{-1}T^2$	$M^{-1}L^2$	$G^{-1}$
14	Гравидинамическое $\varepsilon_0$	$\varepsilon_0^{GP} = \frac{1}{G}$	1	$ML^{-3}T^2$	$G$

15	Гравидинамическое $\mu_0$	$\mu_0^{GP} = \frac{G}{c_{GP}^2}$	$L^{-2}T^2$	$M^{-1}L$	$G^{-1}$
16	Гравидинамический поток (потокосцепление)	$\Phi_{GP} = B_{GP}S$ $\Psi_{GP} = L_{GP}I_{GP}$	$L^2T^{-1}$	$L^2T^{-1}$	1
17	Энергия гравистатического и гравидинамического полей	$W_{CT} = \frac{C_{GP}\Phi_{GP}^2}{2}$ $W_{ДИН} = \frac{L_{GP}I_{GP}^2}{2}$	$L^5T^{-4}$	$ML^2T^{-2}$	$G$
18	Объемная энергетическая плотность полей	$w_{CT} = \varepsilon_0^{GP} E_{GP}^2 / 2$ $w_{ДИН} = \mu_0^{GP} H_{GP}^2 / 2$	$L^2T^{-4}$	$ML^{-1}T^{-2}$	$G$
19	Индукция гравистатического поля	$D_{GP} = \varepsilon_0^{GP} E_{GP}$	$T^{-1}$	$T^{-1}$	1
20	«Напряженность» гравидинамического поля	$H_{GP} = B_{GP} / \mu_0^{GP}$	$L^2T^{-3}$	$ML^{-1}T^{-1}$	$G$

По данным таблицы 22 видно, что гравитационные ФВ возможно разделить на три системные группы. Полевые гравитационные величины аналогичны кинематическим общим базовым величинам, они имеют одинаковую размерность в обеих системах размерностей, а структуро-средовые ФВ различаются на вторую степень размерности гравитационной постоянной системы СИ. При этом одна из групп никак не отличается от динамических общих базовых величин. Гравитационные ФВ, сгруппированные в системные группы, по соотношению размерностей двух систем и (частично) по их виду приведены в таблице 23. Объединять динамические общие базовые величины и структуро-средовые ФВ первой группы здесь не стали.

Можно отметить, что в  $LT$ - размерностном представлении структуро-средовые ФВ первой группы имеют вполне понятный физический смысл. *Гравитационная проводимость* – это *скорость*, *гравитационная емкость* – это *пространственная протяженность* и т.д.

Таблица 23

Групповая структура гравитационных величин, представленных в размерностях систем  $LT$  и СИ. Соотношения между размерностями двух систем.

№ п/п	Наименование физической величины	Обозн.	Размерность в		Соотношение размерностей $LT/СИ$
			$LT$	СИ	
<i>Общие базовые (динамические) = базовые гравитационные величины</i>					
1	Энергия	$W$	$L^5T^{-4}$	$ML^2T^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
2	Объемная плотность энергии	$w$	$L^2T^{-4}$	$ML^{-1}T^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
3	Вектор Умова- Пойнтинга	$S$	$L^3T^{-5}$	$MT^3$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
4	Гравитационный заряд	$m$	$L^3T^{-2}$	$M$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
5	Объемная плотность гравитационного заряда	$\rho_m$	$T^{-2}$	$ML^{-3}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$

6	Количество движения гравитац. (элемент гравитац. тока)	$mv$	$L^4T^{-3}$	$MLT^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
7	Сила тока массы	$I_m$	$L^3T^{-3}$	$MT^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
8	Плотность тока массы	$j_m$	$LT^{-3}$	$ML^{-2}T^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
9	Индукция статического гравитационного поля	$D$	$LT^{-1}$	$ML^{-2}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
10	«Напряженность» гравидинамического поля	$H$	$L^2T^{-2}$	$MT^{-1}L^{-1}$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
11	Механический момент инерции ( $mr^2$ )	$P_I$	$L^5T^{-2}$	$ML^2$	$M^{-1}(L^3T^{-2})$
<i>Общие базовые (кинематические) = полевые гравитационные величины</i>					
13	Гравитационный потенциал	$\varphi$	$L^2T^{-3}$	$L^2T^{-2}$	1
14	Напряженность гравистатического поля	$E$	$LT^{-2}$	$LT^{-2}$	1
15	Гравитационный векторный потенциал	$A$	$LT^{-1}$	$LT^{-1}$	1
16	«Индукция» гравидинамич. поля	$B$	$T^{-1}$	$T^{-1}$	1
17	Гравидинамический поток (потокосцепление)	$\Phi$ ( $\Psi$ )	$L^2T^{-1}$	$L^2T^{-1}$	1
<i>Структуро-средовые гравитационные величины:</i>					
<i>(Первой группы)</i>					
18	Абсолютная гравистатическая проницаемость	$\varepsilon\varepsilon_0$	1	$ML^{-3}T^2$	$M^{-1}L^3T^{-2}$
19	Гравитационная емкость	$C$	L	$ML^{-2}T^2$	$M^{-1}L^3T^{-2}$
20	Удельная гравитационная проводимость	$\gamma$	$T^{-1}$	$ML^{-3}T$	$M^{-1}L^3T^{-2}$
21	Гравитац. проводимость (потенциальная)	$g$	$LT^{-1}$	$ML^{-2}T$	$M^{-1}L^3T^{-2}$
<i>(Второй группы)</i>					
23	Абсол. гравидинамич. проницаемость	$\mu\mu_0$	$L^{-2}T^2$	$M^{-1}L$	$ML^{-3}T^2$
24	Гравитационная индуктивность	$L$	$L^{-1}T^2$	$M^{-1}L^2$	$ML^{-3}T^2$
26	Гравитац. сопротивление току массы	$R$	$L^{-1}T$	$M^{-1}L^2T^{-1}$	$ML^{-3}T^2$
27	Удельное гравитационное сопротивление	$\rho$	T	$M^{-1}L^3T^{-1}$	$ML^{-3}T^2$

Система гравитационных величин с их реальными (в системе СИ) размерностями представлена на рисунке 8-6. Из таблицы 23 и рисунка 8-6 видно, что в системе гравитационных ФВ полевые величины совпадают с кинематическими общими базовыми, образуя единый системный уровень. Полевые гравитационные величины обозначены на последних рисунках голубым цветом, скорее, по привычке или «на всякий случай». Специального их выделения, согласно размерностям, не требуется. Структуро-средовые гравитационные величины первой группы, совпадающие по размерности с динамическими общими базовыми величинами, обозначены на рис.8-5 утолщенной красной окантовкой. Они как бы спрятаны

за полевыми и кинематическими ФВ, которые разделены здесь цветной заливкой чисто условно.

Динамические общие базовые ФВ в системе гравитационных величин совпадают и с базовыми гравитационными зарядо-токовыми. Поэтому на рисунках 8-4 – 8-6 ранее применявшееся выделение этих групп ФВ цветной заливкой не использовано.

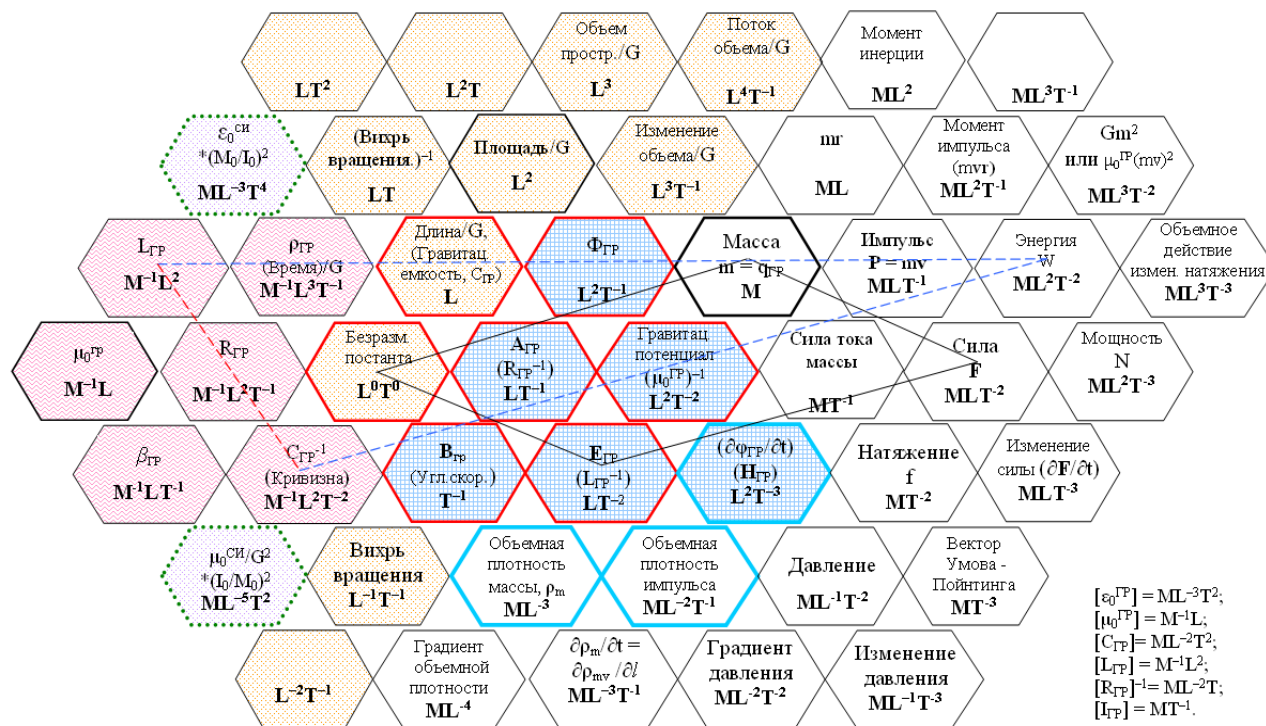


Рис.8-6. Система гравитационных ФВ, представленных в размерностях системы СИ

Структуро-средовые гравитационные ФВ подразделяются на две подгруппы, одна из которых на рисунках не видна из-за наложения на нее полевых и кинематических ФВ. Для обозначения ФВ этой подгруппы применено выделение системных ячеек утолщенной красной окантовкой. Для ориентировки в системе на рисунке 8-6 обозначены системные места расположения электрической и магнитной постоянных.

В таблице 24 приведены сравнительные данные в кинематической системе размерностей гравитационных ФВ и электромагнитных ФВ нашей основной системы (с размерностью электрического заряда  $L^3 T^{-1}$ ). Подобные гравитационные и электромагнитные величины сгруппированы по равенству их отношений в двух системах. Из этого сравнения видно, что и в этом случае по величине размерностного соотношения мы можем четко определять структурные системные группы физических величин.

На рис.8-6 и в таблице 24 не приведены гравитационные ФВ, соответствующие электромагнитным величинам подвижность и постоянная Холла (см. раздел 8.3). Однако не очень сложно определить, что размерность гравитационной подвижности будет –  $T$  (время),

а размерность гравитационной постоянной Холла будет представлена выражением  $L^3M^{-1}$ .

Последнее определяет размерность ФВ удельный объем [47].

Таблица 24

Размерности и размерностные соотношения в системе ЛТ  
подобных гравитационных и электромагнитных величин

№ п/п	Наименование физических величин	Размерность гравитационной величины	Размерность электромагнитной величины	Соотношение размерностей грав./эл-магн.
1	Заряд (масса)	$L^3T^{-2}$	$L^3T^{-1}$	$T^{-1}$
2	Объемная плотность заряда	$T^{-2}$	$T^{-1}$	$T^{-1}$
3	Плотность тока	$LT^{-3}$	$LT^{-2}$	$T^{-1}$
4	Сила тока	$L^3T^{-3}$	$L^3T^{-2}$	$T^{-1}$
5	Протяженный элемент тока	$L^4T^{-3}$	$L^4T^{-2}$	$T^{-1}$
6	Индукция статического поля	$LT^{-2}$	$LT^{-1}$	$T^{-1}$
7	«Напряженность» динамич. поля	$L^2T^{-3}$	$L^2T^{-2}$	$T^{-1}$
8	Потенциал статического поля	$L^2T^{-2}$	$L^2T^{-3}$	$T$
9	Напряженность статического поля	$LT^{-2}$	$LT^{-3}$	$T$
10	Векторный потенциал	$LT^{-1}$	$LT^{-2}$	$T$
11	«Индукция» динамического поля	$T^{-1}$	$T^{-2}$	$T$
12	Поток поля (потокосцепление)	$L^2T^{-1}$	$L^2T^{-2}$	$T$
13	Сопротивление	$L^{-1}T$	$L^{-1}T^{-1}$	$T^2$
14	Индуктивность	$L^{-1}T^2$	$L^{-1}$	$T^2$
15	$\mu_0$	$L^{-2}T^2$	$L^{-2}$	$T^2$
16	Проводимость	$LT^{-1}$	$LT$	$T^{-2}$
17	Емкость	$L$	$LT^2$	$T^{-2}$
18	$\epsilon_0$	$1$	$T^2$	$T^{-2}$
19	Энергия поля	$L^5T^{-4}$	$L^5T^{-4}$	$1$
20	Объемная плотность энергии поля	$L^2T^{-4}$	$L^2T^{-4}$	$1$

В приводимых выше формулах мы принимали определяющее уравнение для индукции гравидинамического поля – таким же, как и для индукции магнитного поля (по закону Био-Савара-Лапласа), не сомневаясь в его истинности. Однако это может оказаться не

совсем правильным. Вполне возможно, что для магнитной индукции определяющее уравнение будет иметь вид:

$$B = \mu_0 \frac{I}{\pi r^2} . \quad (8.54)$$

К этому выражению нас подводит ранее обнаруженное несовпадение вдвое значений *массы и силы электрического тока* в ЕКСР и наличие коэффициента 4 во взаимосвязи единичного кванта *магнитного потока* со значением единичного кванта *протяженного элемента электрического тока* (см. выражение (8.1)). Указанные «несоответствия» по идее должны автоматически устраниться при использовании определяющего уравнения для магнитной индукции в форме выражения (5.8). Отметим, что в этом выражении мы не ставим коэффициент уменьшения величины индукции в зависимости от угла.

Во всех ранее рассматриваемых вариантах систем электромагнитных ФВ можно было заметить выполнение известного размерностного соотношения для ларморовой частоты:

$$q_e B = m \omega . \quad (8.55)$$

Это соотношение вытекает и из известной формулы для силы Лоренца, если в ней правую и левую части разделить на скорость.

Классическая теория электромагнетизма объясняет угловую скорость в выражении (8.37) – как дополнительное прецессионное движение электронов, обращающихся вокруг ядра атомов, если на них воздействует внешнее магнитное поле с индукцией  $B$ . Думается, что такое понимание верное и оно способно помочь в уяснении физического смысла  $B_{ГР}$  – индукции динамического гравитационного поля.

Выполнив изложенное аналитическое исследование системы гравитационных величин, вновь обратимся к системному изображению этих величин в наглядной форме. Система гравитационных величин (иногда, более правильно, элементов системы) в размерности  $LT$  была представлена на рис.8-4, а в размерности  $MLT$  и СИ на рис.8-5 и рис.8-6. Различные группы величин данных системных представлений выделены различными цветами окантовки. Можно заметить, что выделение этих групп ФВ производится из общих основных ФВ путем образования полевых и структуро-средовых величин с определяющим влиянием системного расположения *гравитационного заряда (массы)* относительно *действия актуального*. Хотя взаимосвязь гравитационных ФВ по выражению (8.55) – тоже может считаться определяющей для их системного расположения.

Рассмотренные системы гравитационных величин характеризуются наличием в них сил гравитации. В современном естествознании принято считать, что первичной причиной наличия определенных *сил* является существование соответствующих им *зарядов* (в статике) или *токов* (в динамике), которые создают статические или динамические поля, которые, в

свою очередь, и являются конечной причиной проявления действия сил. То есть существует концепция зарядо–полевого происхождения сил.

Таким образом, попадание полевых гравитационных и кинематических общих базовых величин в одну системную группу, видимо, имеет самостоятельный и глубокий физический смысл. Если поля создаются зарядами и токами, то существование пространства и, возможно, времени в принципе невозможно без наличия масс (гравитационных зарядов).

Концепция зарядо–полевого происхождения сил достаточно хорошо объясняет силы электромагнитные, гравитационные и даже ядерные. Однако при попытке объяснения этой концепцией происхождения сил инерции - происходит сбой. Заряды или токи, создающие поля и силы инерции, совсем неочевидны. Хотя, если верна концепция, такие заряды и такое поле должны существовать. Авторские попытки рассмотреть возможные варианты зарядо–токового представления сил инерции представлены в работе [30]. Однако правомерность такого подхода вызывает большие сомнения, хотя бы из–за того, что силы инерции не имеют центрального характера и поэтому не наблюдается зависимость их величины от расстояния по закону обратных квадратов. Скорее мы здесь наблюдаем нечто обратное – во вращательном движении отдельных масс центробежные силы инерции растут пропорционально квадрату расстояния от центра вращения.

Рассмотрим еще некоторые аспекты проблемы описания силовых гравидинамических взаимодействий.

Динамические гравитационные взаимодействия, по идее, должны возникать между всеми массами, движущимися относительно друг друга, а также между вращающимися или обращающимися массами. Однако, исходя из размерностных соотношений физических величин, имеется возможность обнаружить существование и иных гравидинамических силовых взаимодействий. Данное направление с количественным расчетом параметров будет подробнее рассмотрено в разделе 9. Здесь же рассмотрим, в основном, качественную сторону возможных силовых гравитационных взаимодействий, исходя из размерностных соображений.

Пользуясь понятием *гравитационного мю–нулевого*, которое, по всей видимости, существует, по аналогии с электромагнитными взаимодействиями можно составить следующие размерностные уравнения, определяющие силу динамического гравитационного взаимодействия, вернее, взаимодействий, поскольку эти динамические взаимодействия будут не совсем похожи друг на друга:

$$F = \mu_{ГР} \frac{(mv)(mv)_2}{4\pi r^2} \quad (8.56)$$

$$F = \mu_{ГР} \frac{(m \omega) (mv)_2}{4\pi r} \quad (8.57)$$

$$F = \mu_{ГР} \frac{(ma) m_2}{4\pi r} \quad (8.58)$$

Первое уравнение характеризует динамическое гравитационное взаимодействие, которое должно возникать между двумя движущимися массами. Видимо оно будет действовать как дополнительная составляющая к известному статическому гравитационному взаимодействию.

Второе уравнение характеризует взаимодействие, которое должно возникать между вращающейся массой –  $m_1$  и, движущейся поперек ее оси вращения, второй массой –  $m_2$  (скорость вращения первой массы обозначена –  $\omega$ , а линейная скорость перемещения второй –  $v$ ).

Третье уравнение характеризует динамическое гравитационное взаимодействие, которое должно существовать между ускоренно перемещающейся массой  $m_1$  и любой неподвижной массой  $m_2$  (ускорение обозначено –  $a$ ).

Вопрос о направленности приведенных взаимодействий здесь не рассматривается.

Обратим внимание, что в последних двух уравнениях расстояние между взаимодействующими массами присутствует в первой степени, поэтому уменьшение силы в этих взаимодействиях с увеличением расстояния должно быть медленнее, чем в первом и даже медленнее, чем в известном статическом гравитационном взаимодействии. Скорее всего, на очень и очень больших расстояниях два последних взаимодействия должны становиться превалирующими над всеми остальными.

Характер динамического гравитационного взаимодействия по выражению (8.56) нами уже рассматривался и его существование, на наш взгляд, подтверждается наличием вращательного эффекта, о котором знают практически все – кто наблюдал завихрения, возникающие в процессе вытекания воды через выпускное отверстие в ванной. Подобное вихревое вращательное движение является основным и самым распространенным на просторах Вселенной. Заметим, что эти силы очевидно не столь велики, а определение их направленности нуждается в тщательном исследовании.

Сравнительно больший интерес в познании известных и новых природных явлений могут представлять динамические гравитационные силы, определяемые выражениями (8.56) – (8.58). Отметим, что возможное силовое взаимодействие обращающихся масс – тоже не следует сбрасывать со счета в проводимом далее качественном анализе. Другие гравидинамические взаимодействия, которые системно и размерностно возможны к существованию, будут рассмотрены в следующем разделе.

Качественно анализируя наблюдаемые природные процессы, связанные с гравитацией, можно отметить следующее. Видимое вихревое вращение масс не полностью объяснимо законом всемирного тяготения И. Ньютона. В этом явлении есть что-то таинственное и непонятное. В вихревом вращении космических объектов мы, как правило, наблюдаем и однонаправленное вращение центрального притягивающего тела, причем вращение этого тела всегда неравномерно по широте, если это тело нетвердое. Экватор центрального тела всегда вращается с большей скоростью, чем его полюса. Таким неравномерным вращением обладает Солнце, вокруг которого обращаются планеты [82]. Подобное вращение имеют и планеты – гиганты, имеющие спутниковые системы. Даже у Земли, имеющей единственный спутник – Луну, атмосфера опережает вращение ее самой и это особенно заметно вблизи экватора [83].

Из наблюдений космических систем можно сделать такое заключение: *в настоящей (живой) природе вместо причинно–следственных связей существует взаимообусловленность вещей и процессов: здесь целое обязательно предшествует его частям, а части, включая в себя видоизмененное целое, в свою очередь, его и определяют.*

Наблюдая привычную картину вихревого обращения периферийных тел вокруг центральных и вращения, в свою очередь, последних – мы можем выразиться так: центр вращается потому, что вокруг него что–то обращается (планеты, обращаются вокруг Солнца и спутники обращаются вокруг планет). А это «что–то», в свою очередь, обращается вокруг центра из–за того, что он вращается. *«Начало есть неразвитый конец, а конец есть развитое начало»* – этот диалектический принцип, обязательно присутствующий в Природе, до сих пор большинством людей не видится, не воспринимается или не понимается.

Подкрепим вышеизложенные авторские мысли ссылкой на авторитетный источник. Известный философ и мыслитель, обладавший диалектическим миропониманием, Эвальд Васильевич Ильенков в своей работе [84] излагает свои мысли по этому вопросу так: «...природу надо мыслить не так, как ее мыслят до сих пор естествоиспытатели: математик плюс физик, плюс оптик, плюс химик, плюс анатом, каждый из которых занимается только своим частным делом и даже не пытается связать результаты своего исследования с результатами исследования соседа. Ее следует мыслить как нечто *изначально целое*, в котором *выделяются* предметы частных наук. Поэтому картину целого надо не составлять, как из мозаики, из частных наук, а, наоборот, последние попытаться понять как последовательные ступени развития одного и того же целого, вначале нерасчлененного. Представление о природе как о целом, в полной мере свойственное древним грекам и Спинозе, Шеллинг и выдвигает как главный принцип, с помощью которого только и можно научно (без обращения к сверхъестественным факторам) разрешить антиномию между механизмом (т.е. чисто причинным объяснением) и организмом (т.е. «целесообразностью без сознания»)). Далее он пи-

шет со ссылкой на Шеллинга: «Как только наше исследование восходит к идее природы как целого, тотчас же исчезает противоположность между механизмом и организмом, которая долго задерживала прогресс естествознания и долго будет препятствовать успеху нашего предприятия в глазах многих...».

С учетом представления о целостности природных систем попытаемся качественно рассмотреть вопрос о направленности и характере различных сил динамического гравитационного взаимодействия. Если мы наблюдаем вращательное движение центрального тела и однонаправленное с ним движение периферических тел, движущихся по закону вихря в определенной достаточно узкой плоскости (достаточно взглянуть, например, на строение Солнечной системы или нашей Галактики), то возникают следующие соображения.

Глядя на Галактику, в которой имеются два вихреобразных рукава звезд, представляется, что все они как будто бы тянутся, вытекают из центра (или, наоборот, втекают в центр). Предположим, что все звезды нашей галактики возникли и вытекают из центра, а не стремятся в него. (Если посмотреть на строение Солнечной системы, то здесь тоже не исключено возникновение планет из самого Солнца). Тогда логично будет предположить, что определенные силы динамического гравитационного взаимодействия направлены против действия статических гравитационных сил и ослабляют последние.

Получается, что центральные части вихревых образований работают как своеобразный пылесос. Они как бы засасывают все материальное из окружающего пространства, особенно в области полюсов, и выбрасывают излишки своей постоянно нарастающей массы в направлении экватора.

Возможно, что планеты – гиганты Солнечной системы образовались именно таким образом, еще до зажжения Солнца, то есть до возникновения в нем термоядерных реакций, а планеты земной группы возникли позднее, когда Солнце стало настоящей звездой. По этой причине две группы планет столь различны по строению и химическому составу. Возможно, что Юпитер и Сатурн могут еще «самовозгореться» и превратиться в звезды, так как подсос масс на их полюсах, по идее, продолжается и спутниковые системы, раскручивающие эти планеты – имеются.

Если же принять противоположную точку зрения, – что имеет место усиление динамическими гравитационными силами основных гравистатических сил, то появляется возможность объяснения причины однонаправленного вращения периферийных вихрей и центральных тел, а также эффекта скопления периферийных масс вблизи плоскости экватора центрального тела. Тогда получается, что вихрь периферийных тел втекает в центральное тело и то, что мы сегодня наблюдаем – лишь остатки периферии, еще не поглощенной центром. В этом случае истечение материи из увеличивающегося по массе вихревого образования должно происходить по оси такого образования, что наблюдается в так называемых

звездных джетах [85]. Данная точка зрения представляется автору тоже весьма правдоподобной и заслуживающей пристального изучения.

Не исключено, что для электрически заряженных структур в природе встречается и первый и второй варианты, в зависимости от характера электрической заряженности вихревой структуры или полярности заряда.

#### ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

1. Физические величины: тепловые и излучательные, электромагнитные, гравитационные, величины квантовой механики - целесообразно представлять в системном изображении по отдельности, одновременно используя с каждой группой общие базовые величины.

2. Практика системного использования электромагнитных величин заставляет выделять среди них два дополнительных системных уровня, содержащих по одной физической величине. К ним относятся подвижность носителей тока и постоянная Холла, фигурирующая в известном эффекте Холла.

3. Системная группа гравитационных величин, в которой зарядом принята масса, по своему строению подобна аналогичному варианту системной группы электромагнитных величин. В подсистеме гравитационных величин в качестве полевых гравитационных величин выступают кинематические общие базовые, а в качестве одной из подгрупп структуро-средовых гравитационных - выступают динамические общие базовые величины.

Открытие еще одной новой закономерности в природе предпочтительнее обладания персидским престолом.

Демокрит

Из всей совокупности наших знаний лишь те являются научными и представляют общий интерес, которые дают людям возможность активно воздействовать на ход событий.

Р. Бартини

## 9 ОПЫТ СИСТЕМНОГО ПОИСКА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЗАКОНОМЕРНЫХ СООТНОШЕНИЙ

### 9.1 Системный анализ возможных дополнительных гравитационных силовых взаимодействий

В продолжение материала предыдущего раздела попробуем дать количественную оценку силовым гравидинамическим соотношениям, существование которых возможно в рассматриваемой системе ФВиЗ. Вариант системы с  $MLT$ - размерностным представлением ее элементов и показом в ней отдельных закономерных соотношений с участие ФВ сила приведен на рисунке 9-1.

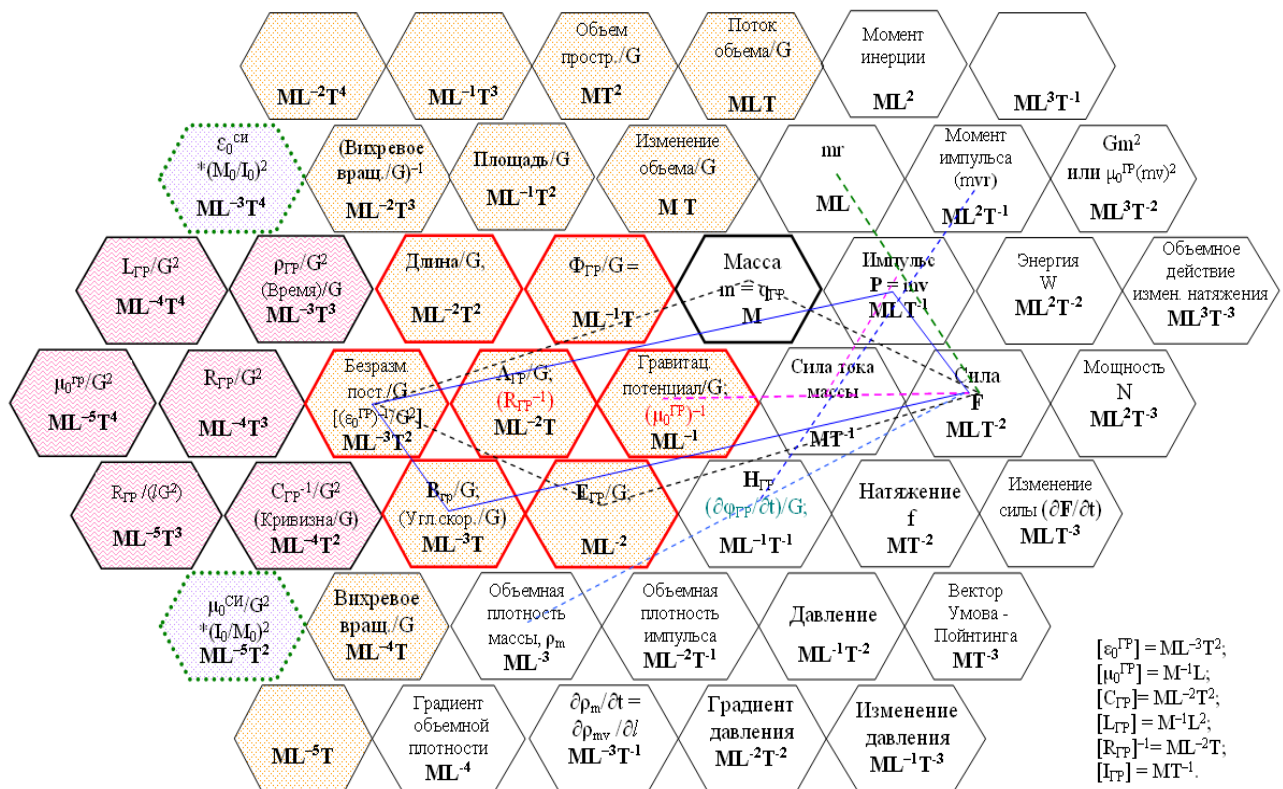


Рис.9-1. Система гравитационных величин в  $MLT$ - размерностном представлении элементов системы. Силовые системные закономерности.

Рассмотрим первое силовое соотношение, представленное на рис.9-1 пунктирной линией розового цвета. Горизонтальная пунктирная линия обозначенного цвета соединяет ФВ сила и ячейку, в которой могут располагаться или *гравитационный потенциал/G*, или ФВ, обратная  $\mu_0^{GP}$ , «прячущаяся» на представленном рисунке за *гравитационным потенциалом/G*. На середине обозначенной линии расположена ФВ, представляющая собой *импульс*, деленный на *длину*. Данный переход на рисунке также обозначен розовой пунктирной линией, отходящей от середины первой линии вверх и вправо.

Системные свойства таковы, что произведение размерностей двух крайних величин равно квадрату размерности центральной величины. Заменяя размерности ФВ на их символические обозначения, составляем следующие системные уравнения:

$$\text{Сила} * (\varphi_{GP} / G) = (mv / r)^2 \quad (9.1)$$

$$\text{Сила} * (\mu_0^{GP})^{-1} = (mv / r)^2. \quad (9.2)$$

Первое уравнение запишем в виде:

$$F = \frac{G}{\varphi_{GP}} \frac{(mv)^2}{4\pi r^2}, \quad (9.3)$$

а второе уравнение в виде:

$$F = \mu_0^{GP} \frac{(mv)^2}{4\pi r^2}. \quad (9.4)$$

Из условия равенства коэффициентов при двух разных выражениях одного и того же силового взаимодействия можем записать и вычислить значение  $\mu_0^{GP}$ , приняв скорость пространства гравитации, равной скорости света:

$$\frac{G}{\varphi_{GP}} = \mu_0^{GP} \quad (9.5)$$

далее:

$$\mu_0^{GP} = G / \varphi_{GP} = G / c_{GP}^2 \approx 9,33 * 10^{-27} \text{ м/кг}. \quad (9.6)$$

Оценивая выражения (9.4) и (9.5), можно предположить, что сила гравидинимического (или гравимагнитного) взаимодействия (взаимодействия между движущимися массами) начинает играть заметную роль только при космических масштабах масс. Для справки: масса Земли  $\approx 5,98 * 10^{24}$  кг, масса Солнца  $\approx 1,97 * 10^{30}$  м/кг.

Оценим силу гравимагнитного взаимодействия между Землей и Солнцем при расстоянии между ними в  $1,5 * 10^{11}$  м и относительной скорости перемещения в 30 км/с.

$$F = 9,33 \cdot 10^{-27} \cdot \frac{(5,98 \cdot 10^{24} \cdot 1,97 \cdot 10^{30}) \cdot (30 \cdot 10^3)^2}{4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2} \approx 3,5 \cdot 10^{14} \text{ Н.} \quad (9.7)$$

Получилась весьма внушительная цифра. Сравним ее с силой гравистатического взаимодействия между Землей и Солнцем:

$$F = 8,385^{-10} \frac{(5,98 \cdot 10^{24} \cdot 1,97 \cdot 10^{30})}{4\pi \cdot (1,5 \cdot 10^{11})^2} \approx 3,5 \cdot 10^{22} \text{ Н.} \quad (9.8)$$

Сила гравистатическая получилась на восемь порядков большей. Однако гравимагнитная сила действует все время, поэтому эффект от ее действия на разноскоростные части взаимодействующих тел, к которым относятся вращающиеся и обращающиеся относительно друг друга космические объекты, может быть очень даже заметным.

Формулы (9.3) и (9.4) выражают силовое взаимодействие движущихся масс, которое в макром мире практически незаметно. Это взаимодействие мы назвали гравимагнитным, дыбы отличать его от других возможных гравидинамических взаимодействий. В системе, представленной на рис.9-1, можно обнаружить еще несколько таких возможных взаимодействий.

Одно неизвестное силовое взаимодействие обнаруживается в системе по направлению: *сила – объемная плотность массы* ( $\rho_m$ ), где на месте центрально расположенной величины оказывается *ток массы* ( $\partial m / \partial t$ ) или *изменение массы*, отнесенное к *длине* -  $r$ .

Сила указанного гравидинамического взаимодействия может быть представлена такой формулой:

$$F = (\rho_m)^{-1} \frac{(\partial m / \partial t)^2}{4\pi r^2} \quad (9.9)$$

или такой:

$$F = (\rho_m)^{-1} \frac{(m \cdot \omega)^2}{4\pi r^2}. \quad (9.10)$$

Формула (9.9) описывает взаимодействие меняющихся масс, а формула (9.10) описывает взаимодействие вращающихся масс. Однако мы не знаем значения коэффициента, представленного обратной величиной *объемной плотности массы*. Если оно совпадает с планковским значением (7.53), тогда этот коэффициент очень мал, дальше это направление исследовать не будем.

По данному выделенному направлению системы можно увидеть еще одно возможное силовое взаимодействие. Это взаимодействие *объемных плотностей момента импульса* ( $mvr/V$ ), которое должно сложным образом зависеть от пространственного расположения взаимодействующих объектов. На силу взаимодействия должны оказывать влияние взаимное расположение осей вращения и взаимное расстояние. При удалении вращающихся объектов

друг от друга объемная плотность вращательных движений масс, по идее, падает. Это падение будет обратно пропорционально росту объема (то есть обратно пропорционально третьей степени расстояния), а значит и сила данного взаимодействия должна падать быстрее, чем гравитационное. Не исключено, что здесь мы обнаруживаем в системе давно предсказываемое в работах Акимова А. Е. и Шипова Г.И. [86] торсионное полевое взаимодействие вращающихся масс. Насколько это верно – узнаем в будущем. Правда, имеются эксперименты Самохвалова [80, 81], подтверждающие относительно слабое силовое взаимодействие вращающихся масс, но рассчитать теоретически силу и характер взаимодействия двух вращающихся и почти соприкасающихся дисков пока не удается.

Формулу, описывающую рассматриваемое взаимодействие без учета возможной зависимости от взаимной направленности *объемных плотностей момента импульса*, видимо, можно записать так:

$$F = (\rho_m)^{-1} \left( \frac{mvr}{\frac{4}{3}\pi l^3} \right)^2 \frac{1}{4\pi^2}. \quad (9.11)$$

В этой формуле  $r$  – характеризует вращающиеся объекты, поэтому расстояние между ними обозначено другой буквой –  $l$ .

Насколько достоверна эта формула – трудно сказать, но числовые значения *силы* должны быть очень небольшими из-за того же коэффициента  $(\rho_m)^{-1}$ .

Статическое силовое взаимодействие масс, иллюстрируемое на рис.9-1 выделенным параллелограммом черного цвета, общеизвестно и его рассматривать не будем.

Выделенный параллелограмм синего цвета иллюстрирует вроде бы обычное гравитационное взаимодействие, аналогичное силе Лоренца в электродинамике, его тоже не рассматриваем. Отметим лишь то, что в левой вершине этих двух выделенных параллелограммов обязательно должна присутствовать ФВ *безразмерная постоянная*. В системе по рис. 9-1 она, как и все кинематические величины, имеет дополнительный размерностный множитель в виде гравитационной константы.

По еще одному выделенному направлению (зеленый пунктир): *сила – импульс* – ФВ, представляющей собой произведение *массы на длину*, обнаруживается только известная нам центробежная сила.

На рис.9-2 представлена система гравитационных величин, где все ФВ изображены с размерностями системы СИ, но они остаются на тех же системных местах, что и на рис.9-1. Произведены только некоторые перемещения ФВ внутри системных элементов. На месте *безразмерной константы* помещена *гравитационная постоянная* в степени минус один, которая на самом деле есть «*эпсилон-нулевое гравитационного поля*».

Для ориентации в системе, как и ранее, обозначено местоположение  $\epsilon_0$  и  $\mu_0$  - констант электрического и магнитного полей. Если сюда присовокупить еще одну константу – гравитационное мю-нулевое, то все четыре константы образуют в системе удивительно красивую и симметричную фигуру. Как тут не вспомнить знаменитое высказывание Гегеля: *Красота – есть сияние истины!*

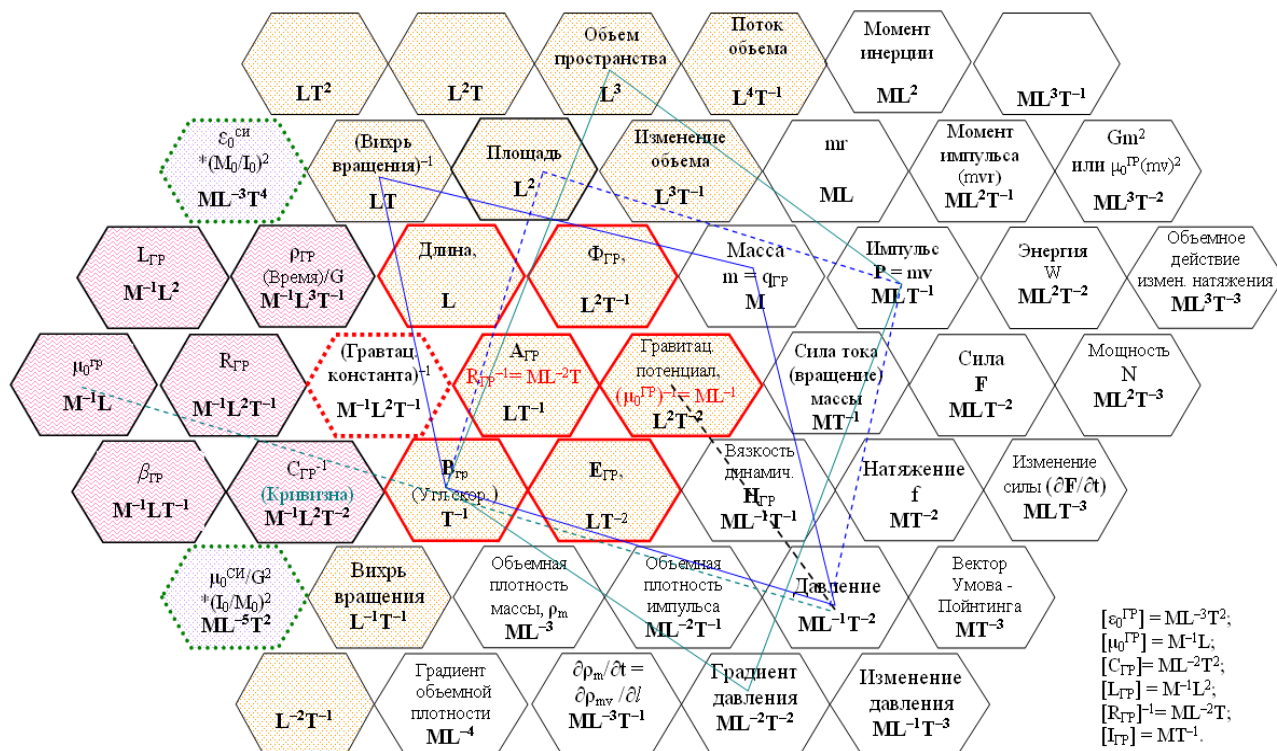


Рис.9-2. Система гравитационных величин, изображенных с размерностями СИ. Силовые взаимодействия определяют давление и градиент давления

В работе [18] автором предпринимались попытки обнаружения неизвестных силовых взаимодействий в системе гравитационных величин с привлечением электрических величин, главным образом, - соотношения между единицами измерения массы и силы электрического тока. Однако на этом пути больших успехов достигнуто не было, да и сам этот подход, может быть в чем-то ущербен. Далее рассмотрим другое направление наших поисков - без привлечения единиц измерения электрических параметров.

В принципе, использование понятия сила не является обязательным при описании взаимодействий материальных объектов. Ведь вполне возможно использовать такие понятия, как давление или натяжение. При таком подходе, используя систему ФВиЗ, мы получаем новые области и направления поиска закономерностей с помощью выделенных параллелограммов и линий. Рассмотрим закономерности, показанные на рис.9-2 выделенным параллелограммом и выделенными линиями, а также некоторые особенности этого изображения системы.

Напомним, что в системе ФВиЗ по варианту представления, изображенному на рис.9-2, дополнительных размерностных коэффициентов при ФВ как бы и вовсе нет. При поиске системных закономерностей следует оперировать в выделенных параллелограммах и линиях только с размерностями величин в системе СИ.

Выделенный параллелограмм с линиями синего цвета выражает следующую системную закономерность:

$$p = \xi \cdot m_{np} \cdot B_{ГР}, \quad (9.12)$$

где символом  $\xi$  - обозначен *вихрь (градиент угловой скорости)* вращения. Обозначение остальные параметров традиционные:  $p$  - *давление*,  $m_{np}$  - *масса* (пробного тела) и  $B_{ГР}$  - *индукция гравимагнитного поля*.

Выражение (9.12) очень похоже на выражение для лоренцевой силы. Только вместо *силы* здесь *давление*, вместо *скорости* – *вихрь*, вместо *заряда* – *масса*, *индукция поля*, соответственно, своя. Определяющее выражение для гравимагнитной индукции похоже на электромагнитный аналог, оно приводилось в таблице 22:

$$B_{ГР} = \mu_0^{ГР} \frac{m_0 v_0}{4\pi r^2}. \quad (9.13)$$

Индексами с ноликом обозначены *масса* и *скорость*, создающие индукцию гравимагнитного поля, которое присутствует в формуле (9.12). Значение  $\mu_0^{ГР}$ , входящее в выражение (9.13), если брать более точно (9.6), составляет величину:

$$\mu_0^{ГР} = \frac{1}{\epsilon_0^{ГР} c_{ГР}^2} = G / c_{ГР}^2 = 9,3296 \cdot 10^{-27} \text{ м/кг}. \quad (9.14)$$

Рассчитать давление, которое испытывает Земля, движущаяся вокруг Солнца, по формуле (9.12), наверное, нельзя (не знаем величину вихря), а вот давление, которое испытывает Солнечная система при движении вокруг центра нашей галактики, видимо, можно.

ФВ *давление* по рис.9-2 участвует и в других системных закономерностях. Выделенный параллелограмм с синей пунктирной линией можно описать следующей формулой:

$$p \cdot S = F = (mv) \cdot B_{ГР}. \quad (9.15)$$

Очевидно, что ничего особо нового мы здесь не выловили.

Пунктирна черная линия, выходящая из ФВ *давление* и связанная с ФВ  $(\mu_0^{ГР})^{-1}$ , дает нам большую пищу для размышлений. Отметим, что размерность ФВ  $(\mu_0^{ГР})^{-1} = \text{ML}^{-1}$ , поэтому эта величина как бы «спрятана» за ФВ *гравитационный потенциал*. Цветная окраска системной ячейки соответствует последней величине, а обозначение ФВ  $(\mu_0^{ГР})^{-1}$  в системной ячейке специально выделено другим цветом. Средняя ФВ, вторая степень размерности которой - будет равна произведению

размерностей ФВ, расположенных на концах этой выделенной линии, определяется неоднозначно. Во первых, это *напряженность гравитационного поля* –  $\mathbf{H}_{ГР}$ . Во вторых, это *сила тока массы* (или *вращение массы*), поделенная на ФВ *длина* (расстояние). В третьих, это *объемная плотность момента импульса* (по иному, *действия актуального*).

Математические выражения, описывающие данные системные закономерности, можно представить так:

$$w = \mu_0^{ГР} \cdot H_{ГР}^2 / 2, \quad (9.16)$$

$$w = \mu_0^{ГР} \frac{(m\omega)^2}{4\pi r^2}, \quad (9.17)$$

$$w = \mu_0^{ГР} \left( \frac{mvr}{V} \right)^2. \quad (9.18)$$

В этих формулах взамен буквенного обозначения *давления*  $p$  использовано более распространенное обозначение, используемое для *объемной плотности полевой энергии* –  $w$ .

Формула (9.16) нам известна из электродинамики, о формуле (9.17) у нас велась речь – это дистанционное взаимодействие вращающихся масс, а формула (9.18) новая и требует своей интерпретации. В круглых скобках последней формулы присутствует *объемная плотность момента импульса*, однако привычного выражения  $(4\pi r^2)$  в знаменателе нет. Это может означать описание взаимодействия, независимого от расстояния - по типу эффекта Эйнштейна-Подольского-Розена [87]. Может быть, что такого взаимодействия вообще в природе нет, а это ложный системный эффект.

Зеленая пунктирная линия рис.9-2 иллюстрирует, по сути, зависимость (9.16), выражая объемную плотность энергии не через *напряженность*, а через *индукцию* гравимагнитного поля. Выделенный параллелограмм с зелеными линиями определяет не *давление*, а *градиент давления*, что в решении практических задач поиска новых силовых закономерностей может быть еще важнее. Формула, определяющая этот параметр, видимо, следующая:

$$grad p = B_{ГР} \left( \frac{mv}{V} \right). \quad (9.19)$$

В отличие от выражения (9.18) здесь нельзя говорить о независимости от расстояния, поскольку *объемная плотность импульса*, стоящая в круглых скобках формулы (9.19), «ощущает» воздействие *индукции гравитационного поля*, определяемого выражением (9.13).

Практическое использование последней формулы, как и многих других, приводимых выше, будет зависеть от наличия в действительности такой ФВ, как *индукция динамического гравитационного поля* или, иначе, *индукция гравимагнитного поля*.

Заметим, что в системе по рис.9-2 можно выделить и обнаружить еще множество системных закономерностей. С точки зрения обнаружения новых силовых взаимодействий несомненный интерес представляют и закономерности, включающие в себя *вектор Умова-Пойнтинга*. Например, пользуясь правилом выделенного параллелограмма (на рис.9-2 он не показан) легко определить следующую системную закономерность, определяющую модуль или числовое значение *вектора Умова-Пойнтинга* –  $s$ :

$$s = \xi \cdot m_{np} v \cdot B_{ГР}. \quad (9.20)$$

Обозначения всех ФВ, входящих в правую часть формулы (9-20), приводились в этом разделе чуть выше. Аналог – формула (9.12).

## **9.2 Электромагнетизм в системе силовых физических взаимодействий, проявление единой природы всех сил на электромагнитной основе**

Рассмотрение материала данного раздела проведем с использованием формул и зависимостей традиционной системы СИ без учета наших предыдущих предложений и выводов о целесообразности корректировки ее уравнений связи в области электромагнетизма.

К электромагнитным взаимодействиям принято относить электростатическое – взаимодействие между электрическими зарядами и токовое (электродинамическое) – взаимодействие между электрическими токами. Ранее нами было определено, что *масса* по природе своей есть проявление *силы внутреннего электрического тока*, или, что может быть вернее, то, что мы называем *силой тока* – и есть *масса*. Тогда возникает вопрос, что же такое гравитационное взаимодействие и почему оно так резко отлично от известного взаимодействия токов? Попробуем в этом разобраться.

Известный силовой закон Ампера, формулируемый в соотношениях (3.2) и (3.4), в действительности определяет не *силу* взаимодействия между токами, как это принято говорить, а *натяжение*. То есть силу, приходящуюся на единицу длины проводников с токами. Вообще-то правильнее формулировать этот закон – как закон силового взаимодействия между движущимися зарядами или между проводниками с током (*протяженными элементами токов* или просто *элементами токов*).

Описания силового взаимодействия между электрическими зарядами  $q_1$  и  $q_2$ , движущимися со скоростями  $v_1$  и  $v_2$  или элементами токов ( $I \cdot l$ ), – без привлечения понятия магнитного поля, в свое время придерживались Ампер, Гроссман, Гаусс, Ленц, Нейман, Вебер, Рихман и другие. Аналитические зависимости, при этом, выглядят следующим образом [67].

Выражение для силового взаимодействия двух токовых элементов:

$$d\vec{F} = \frac{I_1 I_2}{c^2 r^3} [d\vec{l}_1 \cdot [d\vec{l}_2 \cdot \vec{r}]] \quad (9.21)$$

Здесь:  $\vec{r}$  – расстояние между элементами токов (вектор),  $c$  – скорость света,  $I_1$  и  $I_2$  – токи,  $d\vec{l}_1$  и  $d\vec{l}_2$  – их протяженности (в векторном выражении).

Для силового взаимодействия двух движущихся зарядов:

$$\vec{F} = \frac{q_1 q_2}{c^2 r^3} [\vec{v}_1 \cdot [\vec{v}_2 \cdot \vec{r}]], \quad (9.22)$$

где:  $q_1$  и  $q_2$  – заряды,  $\vec{v}_1$  и  $\vec{v}_2$  – векторы скоростей зарядов;  $\vec{r}$  – радиус вектор линии, соединяющей два заряда.

Приводимые зависимости даны в системе Гаусса и определяют они не натяжения, а силы.

С учетом того, что в системе Гаусса величина, обратная квадрату скорости света, по сути, представляет собой магнитную проницаемость вакуума (см. раздел 3), дополнительно учитывая потерянный коэффициент  $4\pi$  и, без учета векторной формы записи, выражения (9.21) и (9.22), по всей видимости, запишутся так:

$$F = \mu_0 \frac{(q_1 v_1)(q_2 v_2)}{4\pi r^2} \quad (9.23)$$

$$F = \mu_0 \frac{(I_1 l_1)(I_2 l_2)}{2\pi r^2} \quad (9.24)$$

Эти выражения будут справедливы только при параллельном расположении векторов скоростей зарядов и элементов токов. При ином расположении токовых элементов  $qv$  или  $Il$  появится дополнительный множитель в виде косинуса угла между векторами. Заметим, что эти выражения стали очень похожи на ранее встречавшиеся зависимости (3.9) и (3.10). Не исключено, что в знаменателе формулы (6.4) вместо коэффициента 2 окажется 4, - это следует проверить и уточнить экспериментом.

Из вышеизложенного следует, что выражение для силового взаимодействия токов

$$F = \frac{I_1 I_2}{4\pi r^2} \quad (9.25)$$

в ЕКСР должно, в принципе, описывать гравитационное взаимодействие. С учетом того, что *масса*, по нашим вычислениям, составляет половину значения величины силы тока, то коэффициент в знаменателе может быть вместо четверки другой.

Попробуем определиться с величинами коэффициентов проверочными расчетами в других системах.

Расчеты по формуле (9.24) в системе СИ дают следующее. Сила взаимодействия двух метровых, параллельно расположенных проводников с токами в 1А, находящихся на расстоянии 1м друг от друга, равна  $10^{-7}$  Н. По определению единицы силы тока – ампера, это значение – в два раза больше, но для бесконечно длинных проводов, где и сила взаимодействия, приходящаяся на один метр, вполне может быть большей. Так что до экспериментального уточнения вполне разумно ориентироваться на зависимость (9.24).

По закону всемирного тяготения две массы по 1кг на расстоянии в 1м – взаимодействуют с силой, равной  $6,67259 \cdot 10^{-11}$  Н. Проверка расчетом показывает, что зависимость (9.25) в ЕКСР точно выполняется, с учетом удвоения значения *силы тока* относительно *массы* и введения переводных коэффициентов у ФВ: *масса*, *длина* и *сила*. Для действующей системы СИ зависимость (9.5) с переводным коэффициентом из килограмм в амперы тоже выполняется.

Вышеприведенные формулы дают нам, с точностью до постоянных сомножителей, и иные определяющие зависимости для ФВ, названной нами *потенциальным действием*

$$P_q = I_1 I_2; \quad \text{и} \quad P_I = \mu_0 (I_1 l_1) \cdot (I_2 l_2) = \mu_0 (q_1 v_1) \cdot (q_2 v_2). \quad (9.26)$$

Поскольку мы пришли к выводу о том, что гравитационное взаимодействие – это взаимодействие электрических токов, то не исключено, что в природе вообще нет никаких иных взаимодействий, кроме взаимодействий токовых или зарядовых. В таблице 25 представлены возможные разновидности токовых (зарядовых) взаимодействий и их возможные наименования.

Гравидинамические силовые взаимодействия рассмотрены в предыдущем разделе. Их объединение с силовыми взаимодействиями таблицы 25, в принципе, возможно, но такое объединение значительно усложнит общую картину и, по мнению автора, затруднит достижение искомого здесь понимания единства происхождения всех сил на электромагнитной основе.

Рассмотрению единства всех сил природы на полевой основе посвящена работа В.В. Сидоренкова [88], но наше понимание единства происхождения всех сил совершенно иное.

В таблице 25 имеется некоторая неоднозначность с наименованием возможного взаимодействия между ускоренно движущимися зарядами и отнесением его к тому или иному типу известного взаимодействия. То, что такое взаимодействие должно существовать - нет сомнений, так как ускоренно движущиеся заряды порождают электромагнитное излучение. Каково воздействие этого излучения на покоящиеся или на равномерно движущиеся заряды - мы умеем описывать, а вот каковы особенности взаимодействия самих ускоренно переме-

щающихся электрических зарядов, мы не знаем. Может быть, это и есть так называемое *слабое взаимодействие*. *Сильное взаимодействие*, судя по всему, это *взаимодействие токовых элементов* на близких друг к другу расстояниях (в микромире).

Таблица 25

Описание физических взаимодействий в *LT* - системе размерностей

№ п/п	Взаимодействующие физические величины		Единицы измерения физических величин	Наименование взаимодействия	Уравнения связи
	по заряду	по току			
	<u>однородные величины</u>				
1.	$q$	$It$	$l_0^3/t_0$	Электростатическое	$F_K = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{4\pi r^2} = \frac{1}{\epsilon_0} \frac{(It)_1 (It)_2}{4\pi r^2}$
2.	$qv$	$Il$	$l_0^4/t_0^2$	Электромагнитное (токовых элементов), оно же, судя по всему, сильное взаимодействие в микромире	$F_A = \mu_0 \frac{(qv)_1 (qv)_2}{4\pi r^2} = \mu_0 \frac{(Il)_1 (Il)_2}{2\pi r^2}$
3.	$q/t$	$I$	$l_0^3/t_0^2$	Гравитационное, оно же токовое	$F_H = \frac{I_1 I_2}{4\pi r^2}$
4.	$qa$	$Iv$	$l_0^4/t_0^3$	Предположительно: релятивистская составляющая гравитационного взаимодействия и слабое - в микромире	$dF = \frac{1}{c^2} \frac{(Iv)_1 (Iv)_2}{4\pi r^2} = - \frac{1}{c^2} \frac{I_1 I_2 v^2_{отн}}{4\pi r^2}$ *)
	<u>смешанные величины</u>				
5.	$q_1 a$ и $q_2$	$I_1 v$ и $I_2 t$	$l_0^4/t_0^3$ и $l_0^3/t_0$	Электромагнитное радиационное	$F = \mu_0 \frac{q_1 a q_2}{2\pi r}$ *)
6.	$q_1 v$ и $q_2/t$	$d(Il)_1$ и $I_2$	$l_0^4/t_0^2$ и $l_0^3/t_0^2$	Электромагнитное индукционное	$dF = \mu_0 \frac{d(Il)_1 I_2}{2\pi r}$ *)

\*) - предполагаемые соотношения

Отметим, что в макромире взаимодействие между ускоренно перемещающимися зарядами воспринимается, скорее всего, как дополнительное взаимодействие между ФВ, представленными как произведение *силы тока на скорость*, то есть *массы на скорость*. По мнению автора, это может быть релятивистской составляющей гравитационного взаимодействия (кажущееся увеличение массы перемещающихся тел, описываемое специальной теорией относительности).

Аналитическая зависимость для определения величины макроскопического приращения силы гравитационного взаимодействия для микроскопических кольцевых токов, исходя из размерностей, по идее, должна иметь следующий вид:

$$dF = \frac{1}{c^2} \frac{(I_1 v_1)(I_2 v_2)}{4\pi r^2} \quad (9.27)$$

Здесь  $c$  – скорость света, а числовой коэффициент  $4\pi$  может быть и иным.

Вопрос о направленности этого взаимодействия требует дополнительного рассмотрения. Скорее всего, это силовое взаимодействие зависит от пространственного (векторного) соотношения *скоростей масс* относительно друг друга, причем относительная скорость будет входить в определяющее уравнение во второй степени. Предполагаемое соотношение приведено в таблице 25.

Размерность силы позволяет нам «сконструировать» еще два типа возможных и наблюдающихся в действительности взаимодействий. Это взаимодействие между ускоренно движущимися и неподвижными зарядами, а также взаимодействие между *элементами токов* и самими токами (*силами токов*). Первое взаимодействие названо *электромагнитным радиационным взаимодействием*, а второе – *электромагнитным индукционным*. Такое название взаимодействий встречается в работах Р. Фейнмана.

В последних формулах в знаменателе поставлен коэффициент 2, чтобы подчеркнуть наличие первой степени у параметра  $r$ , характеризующего удаленность (в перпендикулярном направлении) от активного элемента  $qa$  или  $d(I-l)$ . Судя по всему, эти силовые взаимодействия должны спадать в пространстве не по закону обратных квадратов, а обратно пропорционально первой степени удаленности от возбуждающего элемента. Такой тип излучения от ускоренно перемещающихся зарядов рассматривался Р.Фейнманом в работе [45].

В формулах таблицы 25 с целью упрощения рассмотрения не учитывается изменение интенсивности силового взаимодействия по направлению в пространстве.

Главное, что можно уяснить и вынести из таблицы 25 - это то, что можно говорить о единой природе всех известных нам взаимодействий. Эти взаимодействия проистекают либо из свойств электрического заряда, либо из свойств электрического тока. Что первично из них, сказать пока затруднительно. Вполне возможно, что они взаимно обуславливают друг друга, что характерно для структур живого и понятий человеческого языка.

Нетрудно заметить, что в ЕКСР, при подстановке в формулы единичных значений *времени* и *пространственной протяженности*, три первых силовых взаимодействия просто совпадают по величине. На родство первых четырех соотношений и раньше указывало то, что для любых систем размерностей выполняется известное соотношение между константами  $\epsilon_0$ ,  $\mu_0$  и скоростью света в вакууме -  $c$

$$\epsilon_0 \mu_0 c^2 = 1 . \quad (9.28)$$

Все элементы выражения (9.28), включая единицу, содержатся в четырех первых соотношениях таблицы 25 в качестве констант уравнений связи.

Пятое взаимодействие таблицы 25 ответственно, по мнению автора, за излучение, возникающее от ускоренно перемещающихся зарядов и за отклик на него – других свободных зарядов. Электромагнитное индукционное взаимодействие, расположенное в таблице 25 последним, можно представить как внешний токовый отклик в проводящих средах на изменение существующего протяженного элемента тока. Шестое взаимодействие можно также представить как появление механического импульса из-за воздействия на неподвижный заряд  $q_2$  изменения линейного элемента тока  $d(I l)_1$ . При этом зависимость должна, по всей видимости, выглядеть так:

$$d(Ft) = \frac{d(I l)_1 q_2}{2\pi r} \quad (9.29)$$

По сути же, соотношения для силы в пунктах 5 и 6 таблицы 25 эквивалентны друг другу. Только в одном случае фигурируют электрические заряды, а в другом – токи. В реальности, скорее всего, сила электрического тока должна представляться не равномерным движением электрических зарядов, а интегральной (во времени) величиной их кратковременных ускоренных перемещений.

В заключение данного раздела можно еще раз отметить наличие скрытого единства природы всех известных физических взаимодействий, что подтверждается законами электромагнетизма (в частности, поскольку могут существовать и иные подтверждения).

### **9.3 Поиск новых физических величин и новых системных соотношений в области квантовой физики**

Как можно было заметить из представленных в предыдущих разделах схем-рисунков с изображениями системы ФВиЗ, на них встречались новые и не совсем привычные названия физических величин. Это такие названия как: *градиент времени, вихрь вращения, поток объема, объемное действие изменения натяжения* и другие. Новые названия физических величин встречались при рассмотрении электромагнитных и гравитационных величин, будут они встречаться и далее. Автор исходит из следующего: если система физических величин (и закономерностей) действительно существует в природе, то в ней, также как и в известной системе химических элементов Д.И. Менделеева, не должно быть «пустых» мест, по крайней мере, хоть это выяснилось чуть позднее, внутри существующих системных групп и подгрупп. Поэтому в ходе исследований и создания различных вариантов представления системы ФВиЗ приходилось «выдумывать» новые названия для физических величин, которые системно в определенном месте вроде бы должны быть, а соответствующего или подходящего названия нет.

Многие такой подход не приемлют, но объясняться ведь как-то надо. Так что, прошу прощения, если встречающиеся в работе новые названия с непривычки «режут слух». Не будем забывать, что системные «белые пятна» в будущем могут обернуться открытием действительно существующих в природе величин. А само выделение этих «белых пятен» в системе позволяет целенаправленно вести поиски нового и неизвестного в природе.

Можно отметить еще один очень важный аспект данной темы. Поскольку существующие природные закономерности выражаются через системные связи ФВ, то обнаружение в природе даже одной новой величины, ведет к выявлению целой совокупности ранее неизвестных закономерностей. Примером такой ФВ, потенциально возможной в существовании

и ведущей к обнаружению принципиально новых закономерностей, является физическая величина, предложенная Н.А. Козыревым [89] – *объемная плотность времени*. Если такая величина есть, то есть и ФВ - *градиент течения времени*, встречающаяся в нашей системе.

Системное развитие квантово-механических представлений о соотношении неопределенностей

В разделе 8.3 были рассмотрены известные соотношения неопределенностей Гейзенберга. Системное изображение этих закономерностей приводилось на рис.8-2. С системных позиций представляется очевидным, что в исследуемой системе ФВиЗ можно обнаружить и другие подобные соотношения с участием *безразмерной постоянной* и *действия актуального*, квантом которого является постоянная Планка. Такие системно возможные соотношения неопределенностей представлены на рис.9-3.

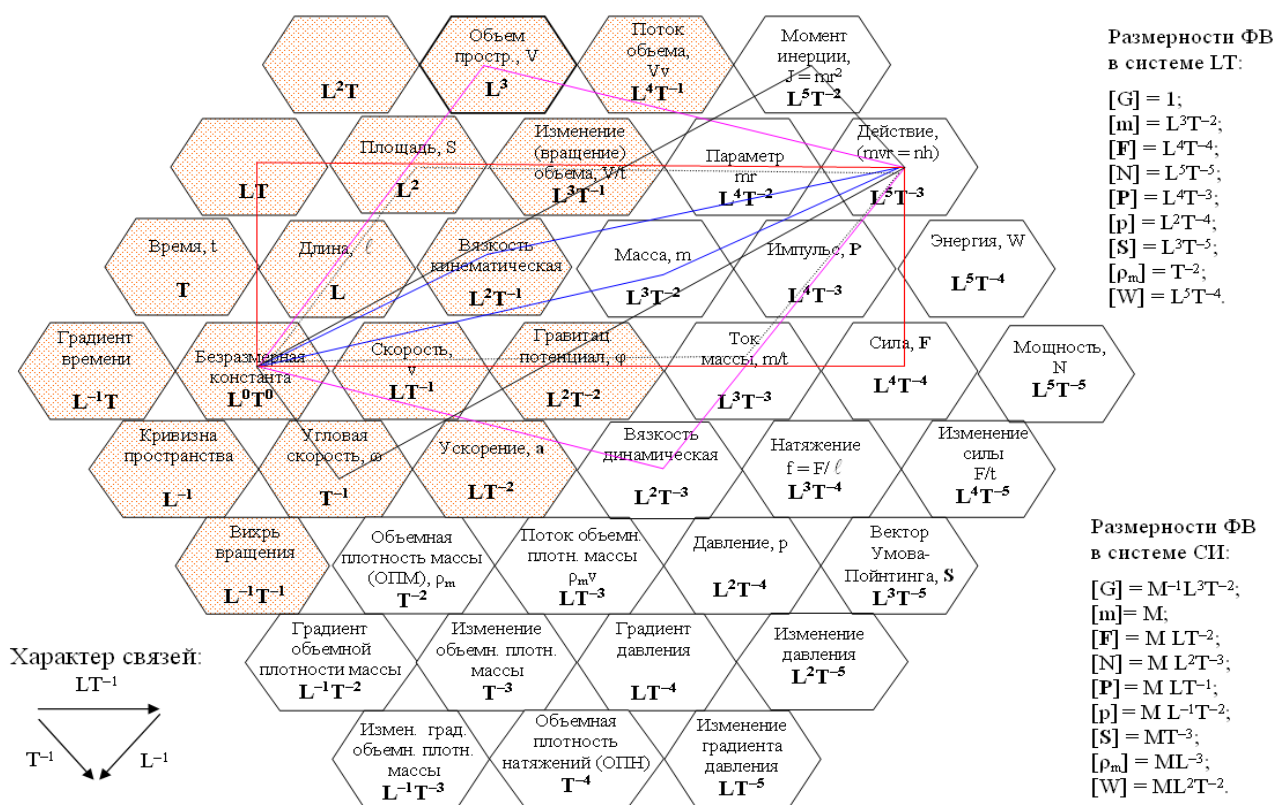


Рис.9-3. Системно возможные дополнительные соотношения неопределенностей, подобные соотношению неопределенностей Гейзенберга

Ниже приведены некоторые из других возможных системных соотношений неопределенностей, определяемых постоянной Планка. Соотношения приведены в виде наименований пар ФВ, участвующих в соотношении неопределенностей данного типа. Известно, что эти пары ФВ в микромире дополняют друг друга и их невозможно одновременно точно измерить. Вот эти пары физических величин:

*Энергия – Время;*

*Импульс – Длина;*

$$\begin{aligned}
& \text{Момент инерции} - \text{Угловая скорость}; \\
& \text{Вязкость динамическая} - \text{Объем пространства}; \\
& \text{Масса} - \text{Вязкость кинематическая}; \\
& \text{Ток (расход) массы} - \text{Площадь}; \\
& \text{Гравитационный потенциал} - \text{Изменение (вращение) объема}; \\
& \text{Действие потенциальное} - \text{Градиент времени}; \\
& \text{Сила} - \text{Кинематическая физическая величина с размерностью } LT; \\
& \text{Динамическая физическая величина с размерностью } ML - \text{скорость}.
\end{aligned}
\tag{9.30}$$

В системе ФВ можно отыскать и иные соотношения данного типа, в том числе с участием электромагнитных величин.

При обсуждении со студентами или коллегами этих новых соотношений обычно возникает вопрос или возражение – какой смысл в квантовой механике имеют *момент инерции* или *угловая скорость*? На эти вопросы и возражения можно дать такой ответ: данные соотношения следуют из системы и, вероятнее всего, каждое из этих соотношений имеет свой определенный смысл, но мы эти смыслы пока не улавливаем.

Надо отметить, что традиционное в квантовой механике определение возможных и невозможных для одновременного и точного измерения пар ФВ, выполняемое при помощи определения коммутруемости их операторов, обладает несравненно большей сложностью и количественной ограниченностью.

Отметим, что для ФВ *потенциальное действие* в принципе тоже могут быть определены системные соотношения, подобные ранее рассмотренным системным соотношениям *действия актуального*. Если предположить возможность такого, а некоторые основания для этого есть, то из этого предположения следует дополнительность друг другу и невозможность одновременного измерения в микромире следующих пар ФВ:

$$\begin{aligned}
& \text{Действие актуальное} - \text{Скорость}; \\
& \text{Энергия} - \text{Длина}; \\
& \text{Сила} - \text{Площадь}; \\
& \text{Натяжение} - \text{Пространственный объем}; \\
& \text{Импульс} - \text{Вязкость кинематическая}; \\
& \text{Вязкость динамическая} - \text{Поток объема}; \\
& \text{Момент инерции} - \text{Ускорение}.
\end{aligned}
\tag{9.31}$$

Приведенные пары физических величин, возможно составляющих новые квантово-механические соотношения неопределенностей, изображены в виде выделенных параллелограммов на рисунке 9-4.

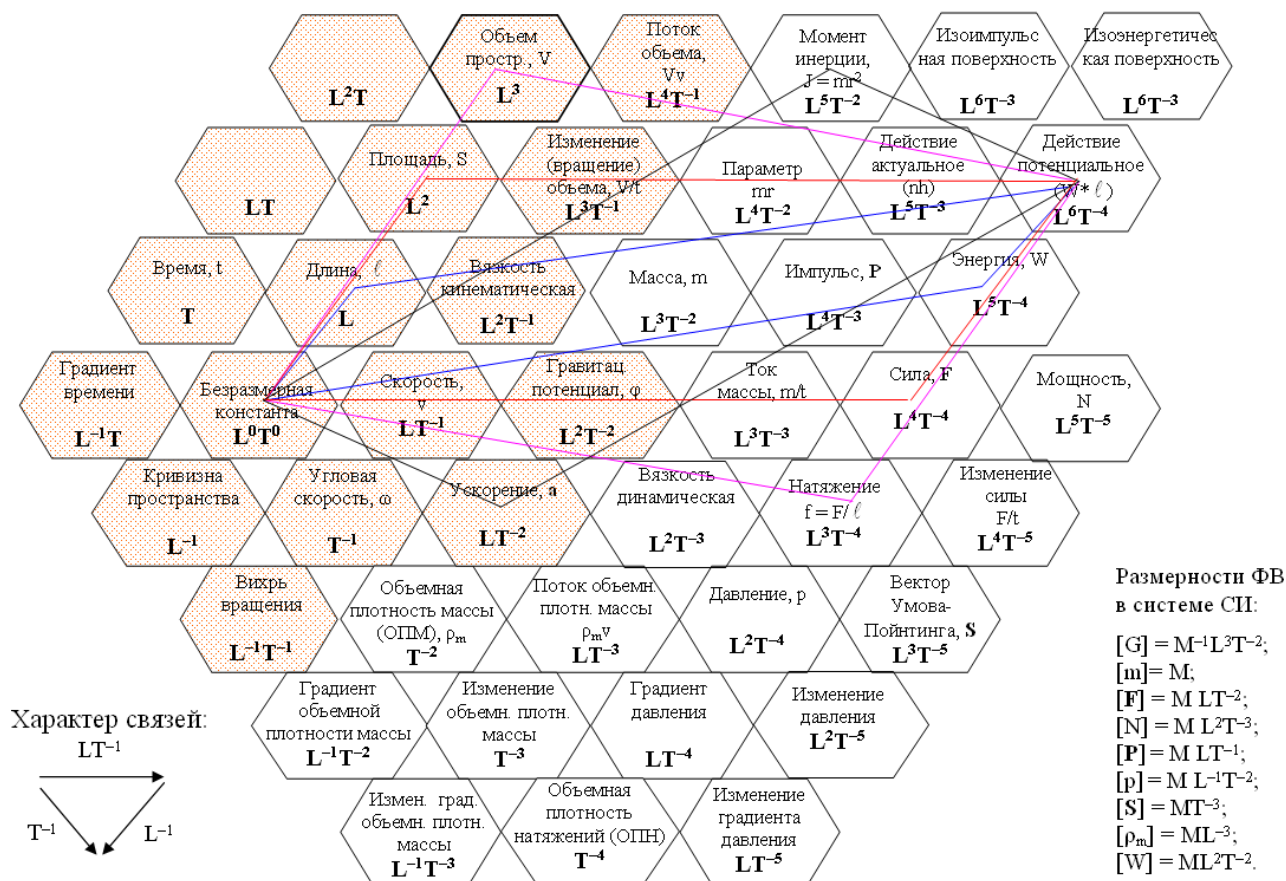


Рис.9-4. Системно возможные соотношения неопределенностей, определяемые квантом ФВ *потенциальное действие*

Смысл некоторых из приведенных соотношений можно попытаться объяснить так:

- ограничение на скорость перемещения автоматически означает и ограничение на минимальную величину кванта действия актуального. То есть, скорость света и постоянная Планка – взаимообусловленные ФВ;
- чем больше энергия микрочастицы, тем более компактно ее размещение в атоме или тем меньше ее собственный размер, если частица находится в свободном состоянии;
- чем меньший пространственный объем наблюдается, тем большие внутренние натяжения в нем обнаруживаются. В системе ФВ можно обнаружить с участием кванта *действия актуального* (постоянной Планка) и другие закономерные соотношения с ФВ, находящимися на большем отдалении от указанной ФВ. Например, отношение *действия актуального* к *массе*, является физической величиной, называемой в механике *кинематической вязкостью* (в термодинамике это *коэффициент диффузии*).

### Изоэнергетические и изоимпульсные поверхности атомов и молекул

В формулах и соотношениях квантовой механики (см. разделе 8.3) часто встречается отношение квадрата рационализованной постоянной Планка к удвоенному значению массы электрона (8.23 и другие). По размерности это отношение равно произведению *энергии* на

площадь. В системе ФВ этой величине, а также величине, равной произведению импульса на площадь, соответствующие места находятся (см. рис.9.4).

Попробуем разобраться, что могут означать эти величины и существуют ли они в действительности. Исследуем опять область микромира, поскольку в макромире такие величины, вроде бы, не встречаются.

В разделе 8.3 мы рассмотрели ФВ *действие потенциальное*, являющейся в микромире величиной, сохраняющейся для любой  $n$  – ой электронной орбиты водородоподобного атома. Определим на примере той же модели водородоподобного атома, что собой будет представлять ФВ, равная произведению энергии электрона, находящегося на  $n$  – ой орбите, на площадь сферы, имеющей радиус, равный радиусу этой электронной орбиты.

Необходимые расчетные формулы и результаты вычислений сведены в таблицу 26.

Таблица 26

Значение $n$	Энергия одного электрона $E = \frac{Z^2 m_e c^2 \alpha^2}{n^2}$	Площадь сферы $S = 4\pi \cdot r_n^2 = 4\pi \cdot a^2 \cdot n^4 / Z$	Произведение $E \cdot S = Z m_e c^2 a^2 \alpha^2 n^2$	Сравнение с результатом $\frac{1}{2} (E \cdot S)_{n=1}$
1	$Z^2 m_e c^2 \alpha^2$	$4\pi \cdot a^2 / Z$	$Z m_e c^2 a^2 \alpha^2$	2
2	$Z^2 m_e c^2 \alpha^2 / 4$	$64\pi \cdot a^2 / Z$	$4 Z m_e c^2 a^2 \alpha^2$	8
3	$Z^2 m_e c^2 \alpha^2 / 9$	$324\pi \cdot a^2 / Z$	$9 Z m_e c^2 a^2 \alpha^2$	18
4	$Z^2 m_e c^2 \alpha^2 / 16$	$1024\pi \cdot a^2 / Z$	$16 Z m_e c^2 a^2 \alpha^2$	32
5	$Z^2 m_e c^2 \alpha^2 / 25$	$2500\pi \cdot a^2 / Z$	$25 Z m_e c^2 a^2 \alpha^2$	50

Как видно из таблицы, ФВ, равная произведению энергии электрона на площадь сферы с радиусом, равным орбитальному радиусу электрона, имеет вполне ясный физический смысл. Эта величина определяет максимальное количество электронов, которые могут быть размещены на том или ином энергетическом уровне. Как известно, это количество равно  $2n^2$ , где  $n$  – номер энергетического уровня электронной орбиты.

Однако от общепринятого представления об увеличении радиуса электронных орбит, соответствующих большим энергетическим уровням, скорее всего, надо отказаться. Из опытных данных известно, что размеры атомов не позволяют электронам находиться на столь отдаленных расстояниях от ядра.

На основе данных приводимой выше таблицы, можно сделать предположение, что константной величиной, единой для всех электронных энергетических уровней, является произведение энергии одного электрона на их максимальное число, соответствующее определенному энергетическому уровню. Таким образом, мы выходим на представление о существовании в каждом атоме одной или нескольких *изоэнергетических поверхностей*, которые следует отнести к наиболее сохраняющимся физическим величинам.

По всей видимости, эта новая не совсем привычная величина определяет те внешние пространственные поверхности атома или молекулы (не обязательно сферические по форме), на которых размещаются электроны всех или отдельных энергетических уровней. Тогда *изоэнергетическая поверхность* атома, если она одна (или, лучше сказать, едина) вероятнее всего должна выступать в роли константы, определяющей свои собственные соотношения неопределенностей, наподобие ранее рассмотренных. Часть системных соотношений, иллюстрирующих эту мысль, можно увидеть на рис. 9-5.

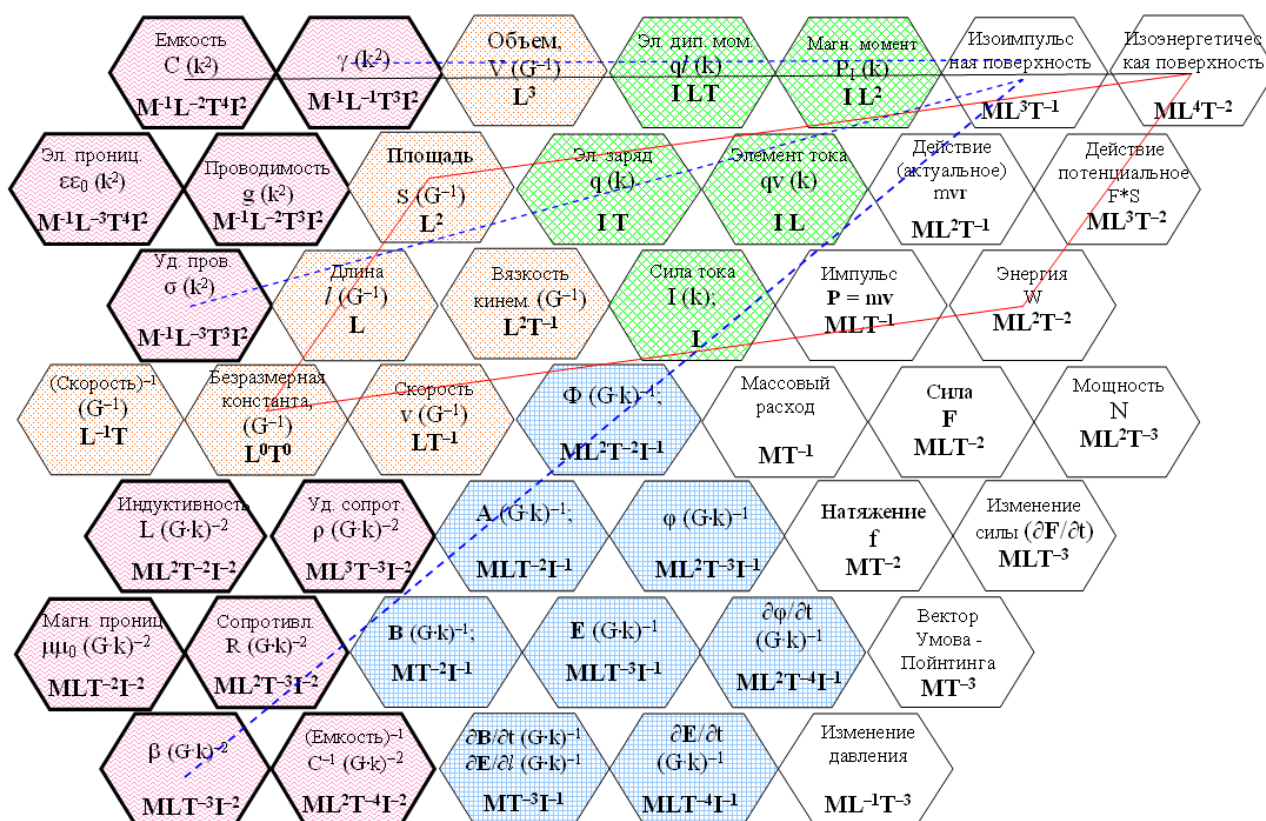


Рис.9-5. ФВ, предположительно существующие в микромире, и их системные связи

Подобные поверхности в атомных структурах для электронов с минимальной энергией (при температуре, равной абсолютному нулю) предсказаны и рассматриваются в квантовой механике уже давно. Этот энергетический уровень назван уровнем Ферми, а сама поверхность - поверхностью Ферми.

Из опытных данных известно, что с увеличением количества электронов на внешней электронной оболочке происходит уменьшение атомного радиуса [49], а значит и уменьшение поверхностной площади (своеобразное сжатие) атома. С ростом порядковых номеров атомов в таблице Д.И. Менделеева наблюдается периодическое изменение размера атомов. При этом, судя по всему, произведение суммарной энергии электронов на площадь электронной оболочки, в определенных пределах, остается величиной сохраняющейся. Поэтому, вполне возможно, что *изоэнергетическая поверхность* является также и квантуемой величиной в ранее обозначенном нами понимании.

Очень возможно, что так называемые электроны атома, с физической точки зрения, представляют собой своеобразные моды колебательных движений, существующие всего лишь на одной или нескольких (немногих) пузырьреподобных изоэнергетических электронных оболочках атома. По-видимому, эти изоэнергетические электронные оболочки могут иметь многолепестковый вид или размещаться одна в другой - наподобие матрешек. Во всяком случае, компьютерные модели, основанные на решении уравнений Шредингера, дают примерно такие картинки.

Аналогично *изоэнергетическим поверхностным* величинам в микромире вполне возможно существование и *изоимпульсных поверхностных* величин. По крайней мере, на возможность существования таких величин указывает система ФВ.

На рис.9-5 показаны некоторые очень интересные системные связи прогнозируемых в существовании *изоэнергетических* и *изоимпульсных поверхностей* с электромагнитными величинами. Эти системные связи способны помочь в уяснении физического смысла как новых, так и уже известных ФВ. Кроме того, вновь обнаруживаемые системные взаимосвязи ФВ представляют собой еще неизученные природные закономерности. Отметим, что связи этих новых ФВ проходят через *электрический заряд* и *магнитный поток* – квантуемые величины.

Теперь отойдем от представлений об изоэнергетических и изоимпульсных поверхностных величинах и обратимся к более привычным ФВ, в том числе к волне де Бройля.

В квантовой механике используются представления об энергии Ферми, а также об импульсе, скорости и температуре Ферми. Однако совсем не употребляется термин «длина волны Ферми». Хотя этот термин, по нашим представлениям, должен быть первичен среди других понятий. По сути, мы говорим о той же волне де Бройля.

Энергия Ферми при абсолютном нуле температуры определяется известным выражением:

$$E_F(0) = \frac{h^2}{8m_0} \left( \frac{3n}{\pi} \right)^{2/3} . \quad (9.32)$$

Преобразуем это выражение с выявлением длины волны де Бройля, соответствующей этой энергии:

$$\begin{aligned} \frac{E_F(0) * 2m_0}{h^2} &= \frac{1}{4} \left( \frac{3n}{\pi} \right)^{2/3} \\ \left( \frac{2}{\lambda_B} \right)^2 &= \left( \frac{3n}{\pi} \right)^{2/3} \\ \left( \frac{2}{\lambda_B} \right) &= \left( \frac{3n}{\pi} \right)^{1/3} \\ \frac{2}{\lambda_B} &\approx \sqrt[3]{n} . \end{aligned} \tag{9.33}$$

Если энергия Ферми представляет собой максимальную энергию электронов, то соответствующая этой энергии длина волны де Бройля (которую можно называть длиной волны Ферми) представляет собой минимально возможную из всех волн, присущих данной совокупности электронов. Эта минимальная длина волны (вернее ее половина) полностью определяется лишь объемной плотностью электронов.

Этот факт весьма примечательный – оказывается, минимальная длина волны не зависит ни от массы, ни от скорости, ни от чего-либо иного, кроме пространственной плотности ансамбля микрочастиц.

Хорошо, а что мы можем сказать о максимальной длине волны де Бройля? Распределение Ферми-Дирака обозначает наличие меньших и совсем малых, даже нулевого значения, энергии электронов. Такие же меньшие значения, по сравнению с импульсом Ферми, будут значения остальных импульсов и волновых векторов.

Тогда, исходя из соотношения неопределенностей, можно говорить о возможности существования для электронной или иной совокупности микрочастиц очень больших и даже бесконечно больших длин волн де Бройля. Применительно к электронному газу в проводниках это находит подтверждение практикой – когда маленькая антенна радиоприемника реагирует на длинные радиоволны километровой длины.

Однако, с привычной точки зрения как-то трудно воспринимается существование вокруг атомов или электронов стоячих волн больших размеров. Заметим, что для приема радиосигналов антенной используется не только пространственный (в полуволновом вибраторе), но и частотный (в  $LC$  – контуре) резонанс.

Обычно поверхность Ферми трактуется как граница, разделяющая электроны, находящиеся в вырожденном состоянии, и свободные электроны, приобретшие тепловую кинетическую энергию, превышающую уровень, называемый энергией Ферми.

Одновременно мы знаем, что свободными становятся внешние электроны атома, но более глубоко расположенные электроны атома характеризуются еще большей кинетической энергией и, значит, еще меньшей длиной волны. Это означает, что привычное распределение Ферми-Дирака с энергией от нулевого значения до уровня Ферми соответствует лишь свободным электронам, не входящим в состав атомов. Это их скорости лежат в диапазоне от нулевой скорости до скорости Ферми. А электроны, входящие в состав атомов и подчиняющиеся тому же распределению Ферми-Дирака, скорее всего, образуют свои внутриатомные изоэнергетические поверхности, расположенные внутри общей (для всех атомов) изоэнергетической поверхности Ферми.

Тогда поверхность Ферми, в традиционном ее понимании, это наименее энергоемкая (в удельном значении) поверхность, находящаяся внутри проводящего или полупроводящего материального образования. Другие изоэнергетические поверхности располагаются внутри данной поверхности Ферми и они, в сравнении с ней, более энергоемки.

Вполне возможно, что свободные электроны, находящиеся внутри проводящих тел, следует воспринимать - как своеобразные колебания изоэнергетической поверхности Ферми. А связанные электроны, входящие в составе атомов и молекул, – в виде колебаний внутренних пузырькоподобных изоэнергетических поверхностей. Указанные колебания не следует отождествлять с чисто механическими. Это могут быть особые параметрические колебания натяжения, плотности или иных параметров.

#### Возможные соотношения неопределенностей в группе электромагнитных величин

Известные соотношения неопределенностей Гейзенберга связывают физические величины, системно относящиеся к общим базовым. Это *энергия и время, импульс и пространственная протяженность*. Рассмотренные системные соотношения (9.30) и (9.31) касаются ФВ, тоже относящихся к общим базовым. Возникает вопрос, а могут ли участвовать в подобных соотношениях физические величины из группы электромагнитных величин. Системные иллюстрации таких возможных соотношений представлены на рисунке 9-6.

По рисунку 9-6 видно, что таких соотношений, определяемых постоянной Планка, всего два и их физический смысл не очень понятен. В одном соотношении участвуют две квантуемые величины – *заряд и магнитный момент*, в другом - обе величины не квантуемы. Это *электрический дипольный момент и векторный потенциал*.

Таким образом, в блоке электромагнитных величин соотношений неопределенностей, подобных соотношению неопределенностей Гейзенберга, по всей видимости, нет.

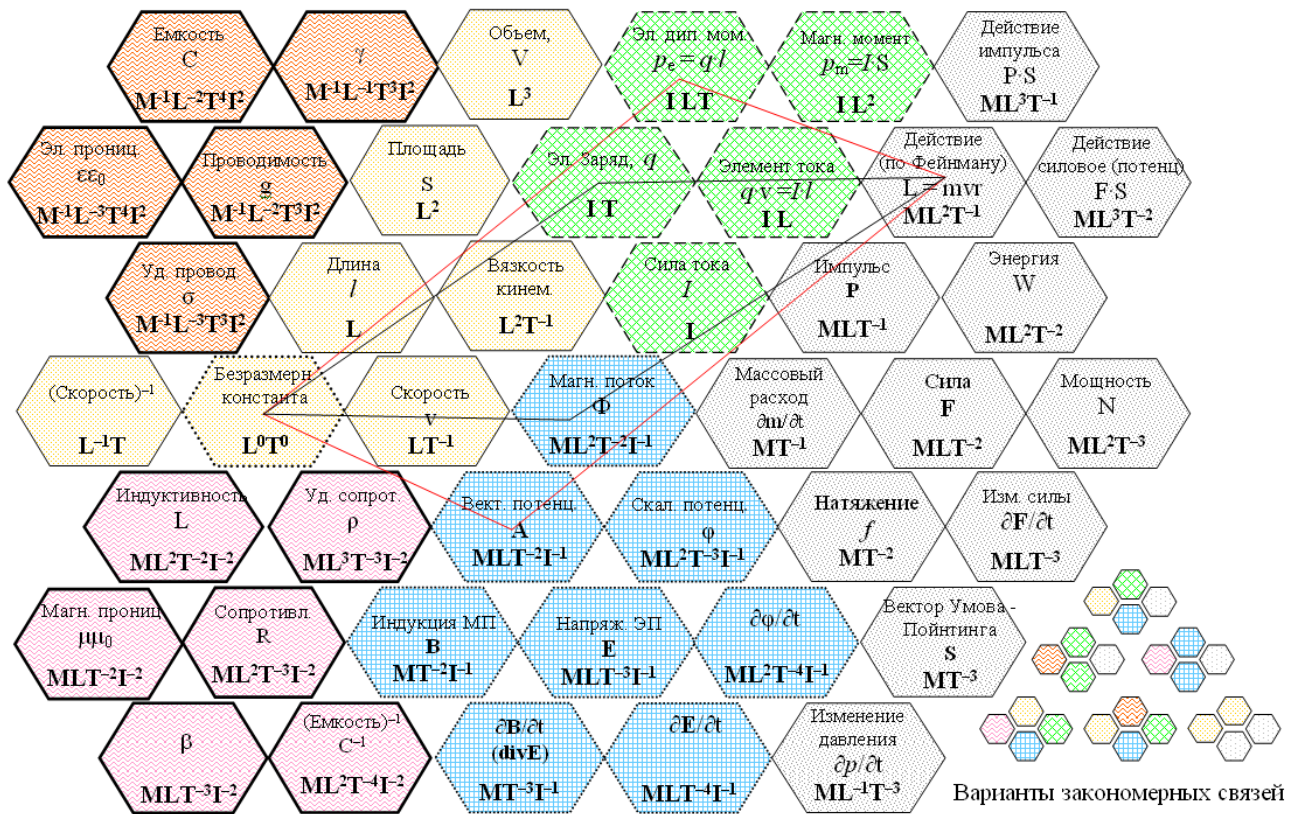


Рис.9-6. Поиск возможных соотношений неопределенностей среди электромагнитных величин

Анализ системных взаимосвязей фундаментальных физических констант

В разделе 6 были подробно исследованы системные взаимосвязи константных и квантуемых величин, которые расположены в одном системном ряду. В системе размерностных взаимосвязей физических величин (см.рис.7-24) обнаруживаются [115] и другие закономерные взаимосвязи фундаментальных физических констант, именуемых также фундаментальными физическими постоянными (ФФП).

Математические выражения, связывающие между собой известные ФФП, приведены также на рис.9-7. Этот вариант ФВиЗ в своем исполнении несколько отличается от ранее приводившегося варианта по рис.7-24. Утолщенной окантовкой на рис.9-7 выделены рассматриваемые здесь величины.

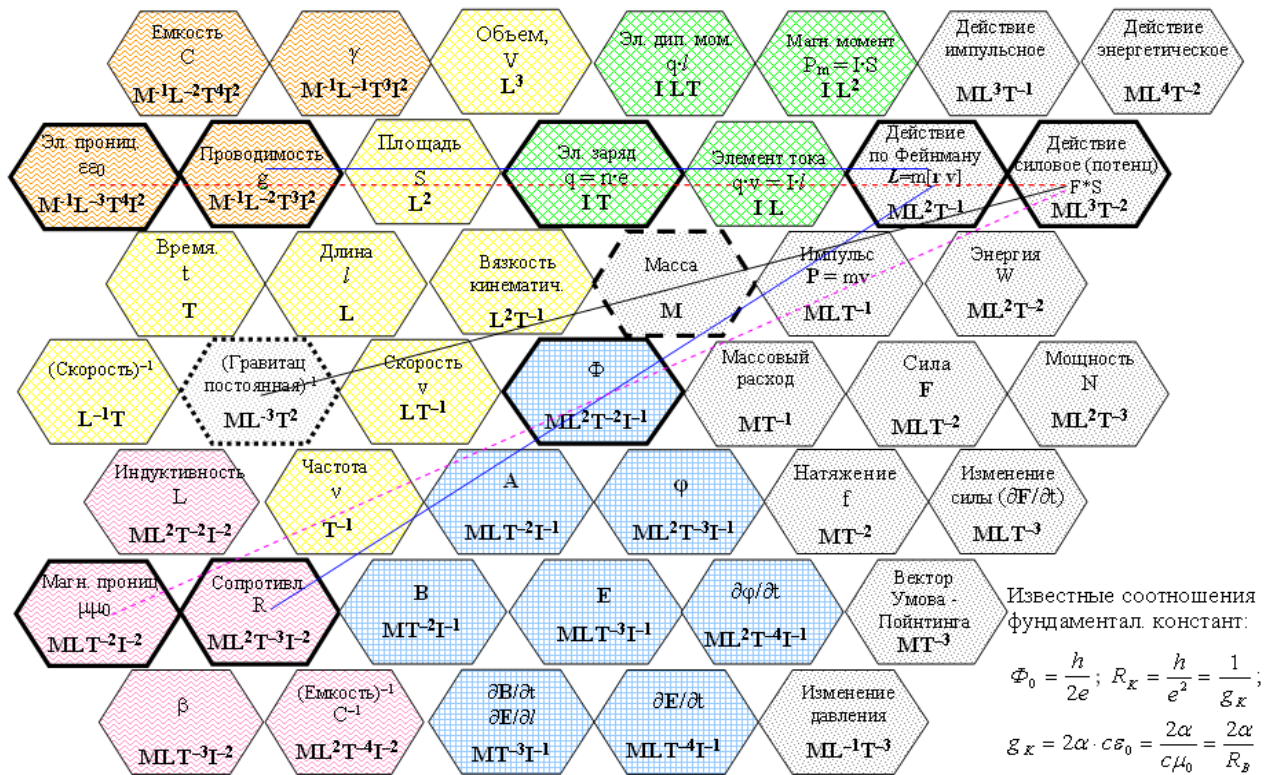


Рис.9-7. Отдельные взаимосвязи квантуемых и константных физических величин

При рассмотрении будем использовать общепринятые обозначения и значения фундаментальных физических постоянных [49, 50]:

$c$  – скорость света,  $c = 299792458$  м/с;

$\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума (магнитная постоянная),  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м;

$\epsilon_0$  – электрическая проницаемость вакуума (электрич. постоянная),  $\epsilon_0 = 1/(\mu_0 \cdot c^2)$ ;

$h$  – постоянная Планка,  $h = 6,6260693(11) \cdot 10^{-34}$  Дж·с;

$e$  – заряд электрона,  $e = 1,60217653(14) \cdot 10^{-19}$  Кл;

$R_K$  – постоянная фон Клитцинга,  $R_K = R_B/\alpha = 25812,807449(86)$  Ом;

$R_B$  – сопротивление вакуума,  $R_B = c \cdot \mu_0 = \alpha \cdot R_K$ ;

$g_K$  – величина, обратная постоянной фон Клитцинга;

$\alpha$  – постоянная тонкой структуры,  $\alpha^{-1} = 137,03599911(46)$ ;

$G$  – гравитационная постоянная,  $G = 6,6742(10) \cdot 10^{-11}$  м<sup>3</sup>/(с<sup>2</sup> кг);

$\Phi_0$  – квант магнитного потока,  $\Phi_0 = h/(2e) = 2,06783372 \cdot 10^{-15}$  Вб;

$K_J$  – величина, обратная  $\Phi_0$ , называемая постоянной Джозефсона,

$K_J = 483597,879(41) \cdot 10^9$  Гц/В.

Математические выражения взаимосвязей известных на сегодня ФФП приведены на рис. 9-7. Новые ФВ, системно относящиеся к ФФП, а также их еще не рассматривавшиеся системные связи, будут проанализированы далее.

Среди новых квантуемых и константных ФВ, уже приводившихся ранее, это *потенциальное* или *силовое* (см. раздел 9.4) *действие*, представляющее собой (по размерности) произведение *силы* на *площадь*. Принадлежность данной ФВ к ФФП по рис. 9-7 подтверждается тем, что на системной ячейке с данной ФВ сходятся три выделенные линии, обозначающие ее принадлежность к квантуемым величинам. Одна линия соответствует электростатической силе (закон Кулона), другая линия соответствует силе гравитационного взаимодействия масс, третья линия соответствует силе взаимодействия магнитных потоков. Минимальные значения этой ФВ в каждой области действующих сил, по идее, должны представлять собой одну или несколько ФФП. Попробуем найти значения этих ФФП.

Самое простое и очевидное решение этой задачи имеется в области действия электрических сил. Квант *потенциального действия* электрических сил определяется из закона Кулона:

$$F \cdot 4\pi \cdot r^2 = \frac{q^2}{\varepsilon_0} = N \left( \frac{e^2}{\varepsilon_0} \right). \quad (9.34)$$

Этот квант представляет собой отношение квадрата *заряда* электрона -  $e$  к *электрической постоянной*  $\varepsilon_0$ . Здесь, как обычно, относительные проницаемости (электрическую и магнитную) для упрощения записи в формулах не используем.

В области действия гравитационных сил ситуация более сложная. Неизменность или пространственное постоянство *потенциального действия* гравитационных сил следует из закона всемирного тяготения:

$$P_{ГП} = F \cdot 4\pi \cdot r^2 = G \cdot m^2. \quad (9.35)$$

Согласно этому выражению *потенциальное действие* гравитационных сил скорее относится к дискретным, а не к квантуемым ФВ, поскольку целочисленно кратного изменения массы элементарных частиц мы не наблюдаем.

Одна из выделенных линий, проходящих через ФВ магнитный поток, иллюстрирует известное соотношение (с участием постоянной Планка и заряда электрона), другая линия очевидно выражает потенциальное силовое взаимодействие двух *магнитных потоков*:

$$F \cdot 4\pi \cdot r^2 = \frac{\Phi^2}{\mu_0}. \quad (9.36)$$

Известно, что силовое взаимодействие *магнитных потоков* зависит от их ориентации, поэтому выражение (9.36), по идее, должно содержать единичные вектора при каждом из потоков:

$$F \cdot 4\pi \cdot r^2 = \frac{\Phi_1 \vec{n}_1^0 \cdot \Phi_2 \vec{n}_2^0}{\mu_0}. \quad (9.37)$$

Величины *магнитных потоков*  $\Phi_1$  и  $\Phi_2$  должны быть кратны элементарному кванту *магнитного потока*  $\Phi_0$ , а максимальное значение *силы* взаимодействия наблюдаться при соосной направленности единичных векторов. Минимальное значение кванта действия магнитных сил (при соосном взаимодействии двух элементарных *магнитных потоков*), очевидно, составит величину:

$$P_M = \frac{\Phi_0^2}{\mu_0}. \quad (9.38)$$

Проведенные расчеты показали, что в сравнении с квантом *потенциального действия* электрических сил,  $P_M$  отличается на коэффициент величиной  $16\alpha^2$ :

$$\frac{\Phi_0^2}{\mu_0} = (16\alpha^2) \frac{e^2}{\epsilon_0}. \quad (9.39)$$

Этот коэффициент очень схож с соотношением энергии расщепления тонкой структуры атома водорода и его энергии ионизации ([88] формула 31.8):

$$\Delta E = \frac{\alpha^2}{16} E_i. \quad (9.40)$$

Не исключено, что имеется какая-то связь явлений, описываемых этими выражениями.

Поскольку значения и взаимосвязь квантов *потенциального действия* для электрических и магнитных *сил* примерно установлены, попробуем из этих условий определить по рисунку 9-7 возможные значения *массы*, которая расположена на середине выделенной линии, связывающей *гравитационную постоянную* (в степени минус единица) и *потенциальное действие*.

Расчет *массы* из кванта *потенциального действия* магнитных сил дает величину:

$$m_0 = \frac{\Phi_0}{\sqrt{4\pi G_{СИ} \mu_0}} = 6,37028 \cdot 10^{-8} \text{ кг}. \quad (9.41)$$

Это значение близко к планковскому значению *массы*.

Если расчет производить из кванта *потенциального действия* электрических сил, то искомая *масса* будет равна:

$$m_0 = \frac{e}{\sqrt{4\pi G_{СИ} \epsilon_0}} = 1,85945 \cdot 10^{-9} \text{ кг.} \quad (9.42)$$

Это величина тоже порядка планковского значения массы. Соотношение двух последних выражений точно равно  $\frac{1}{4\alpha}$ , где  $\alpha$  - постоянная тонкой структуры. В этом соотношении мы, по сути, пришли к выражению (9.39).

Планковское значение массы происходит из гипотетического условия: какой должна быть масса электрона, чтобы гравитационное взаимодействие двух электронов было равновелико их электромагнитному взаимодействию. Скорее всего, это фиктивная величина.

Если подойти к системному определению возможного кванта *массы* не со стороны *потенциального действия* сил, а со стороны постоянной Планка – кванта *фeyнмановского действия*, то тоже получаем результат, близкий к планковскому значению массы:

$$m_0 = \sqrt{\frac{hc}{4\pi G_{СИ}}} = 1,53917 \cdot 10^{-8} \text{ кг.} \quad (9.43)$$

Отличие нашей формулы (9.43) от планковской лишь в коэффициенте  $4\pi$  в подкоренном выражении. Это дополнение оправдано тем, что для правильного описания *потенциального действия* гравитационной силы требуется *силу* умножить на *площадь* сферы ( $S = 4\pi r^2$ ). А чтобы известный закон всемирного тяготения оставался неизменным приходится, в этом случае, известную гравитационную постоянную -  $G_{СИ}$  умножать на  $4\pi$ .

Можно заметить, что в системе ФВиЗ *гравитационная постоянная*, вернее ее обратное значение -  $G^{-1}$ , занимает особое положение. Она не имеет системных связей (выделенной линией) с известными ФФП, к тому же, расположена она в системной ячейке, где размещается *безразмерная константа* системного уровня кинематических ФВ (выделены желтым цветом). Вполне возможно, что *гравитационная постоянная* в истинной системе физических величин, к которой многие относят  $LT$ - размерностную систему [8, 13], должна быть именно безразмерной.

В системных связях кванта *элемента тока*, относящегося по нашей системе (рис.9-8) тоже к ФФП, принимает участие *магнитная постоянная* в минус первой степени, поэтому она частично показана на рис.9-8 как бы прячущейся за ФВ *площадь*. Системные связи ФВ, показанные на этом рисунке, в основном выполнены по правилу выделенного параллелограмма. Здесь действует правило равенства произведений (отношений) размерностей ФВ, располагаемых на противоположных (смежных) вершинах этого параллелограмма.

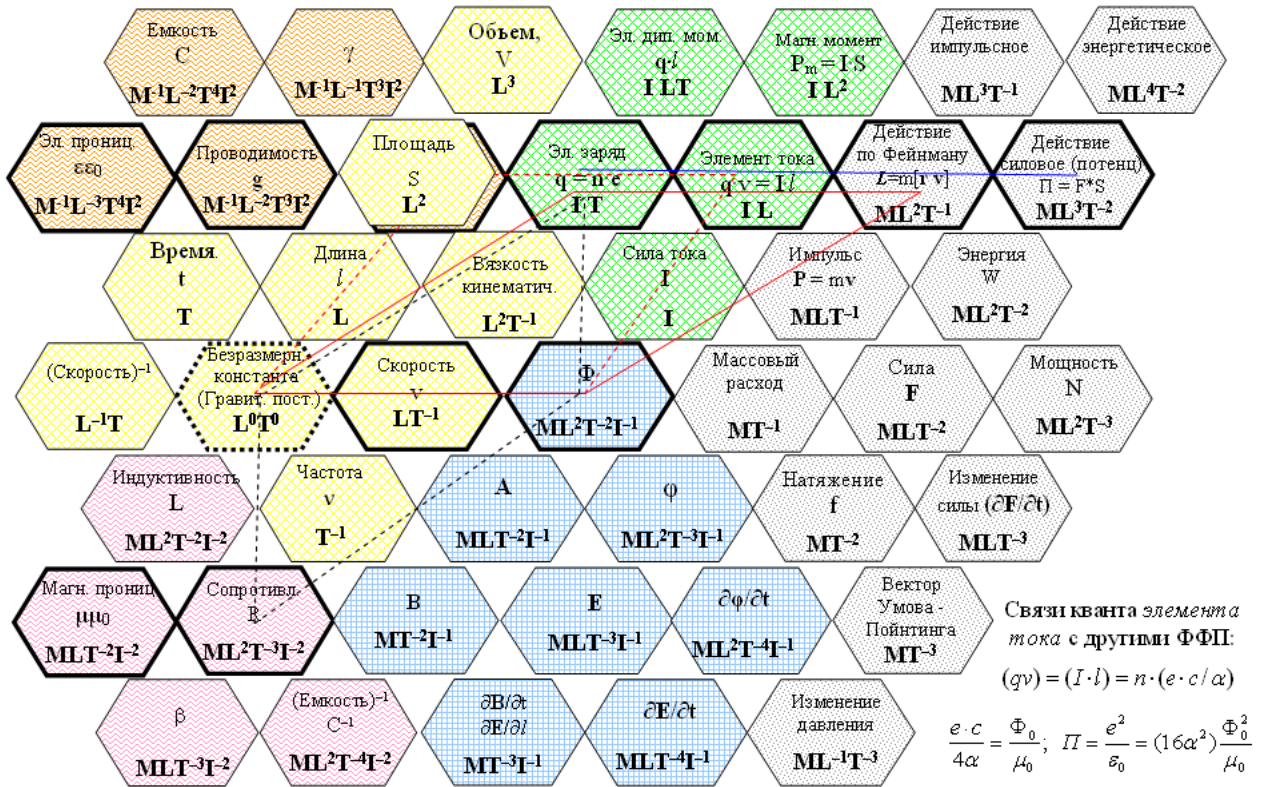


Рис.9-8. Системные взаимосвязи некоторых фундаментальных физических констант

В работе [50] (формула 24) указывается на наблюдаемый эффект квантования ФВ *сила тока*. Однако это, скорее всего, методическая ошибка измерений. В нашей системе ФВиЗ наличие закономерных взаимосвязей *силы тока* с другими квантуемыми и константными ФВ не подтверждается.

В нашей системе ФВиЗ обнаруживаются закономерные соотношения с другими ФФП кванта *элемента тока*. Эти связи показаны на рисунке 9-8. Системные взаимосвязи иллюстрируют следующие соотношения, обнаруживаемые по правилу выделенного параллелограмма или выделенной линии:

$$\frac{\Pi_0}{h} \sim \frac{(I \cdot l)_{\text{КВ}}}{e} \quad (9.44)$$

$$\frac{\Phi_0}{\mu_0} \sim 1 \cdot (I \cdot l)_{\text{КВ}} \quad (9.45)$$

$$2\Phi_0 = e \cdot R_K \quad (9.46)$$

Выражение (9.46) вытекает из известных соотношений для кванта холловского сопротивления и кванта магнитного потока (см. формулы на рис.9-7). Два других соотношения образуют равенства, если для кванта *пространственного элемента электрического тока* принять значение (см. раздел 4):

$$(I \cdot l)_{\text{КВ}} = \frac{ec}{\alpha} = \frac{4\Phi_0}{\mu_0} . \quad (9.47)$$

При этом квантом *потенциального действия* в выражении (9.44) будет являться квант *потенциального действия* электростатических сил по выражению (9.34).

Не исключено, что выражение (9.47) на самом деле будет в два раза меньшим:

$$(I \cdot l)_{\text{КВ}} = \frac{ec}{2\alpha} = \frac{2\Phi_0}{\mu_0} . \quad (9.48)$$

Оно выглядит более симметричным. Но это можно будет выяснить только экспериментом.

В заключение данного раздела отметим, что *элемент тока*, целочисленно кратный квантовому значению (9.46) или (9.47), в действительности может иметь два различных варианта представления – в виде *линейного элемента электрического тока*:

$$(I \cdot l) = N(I \cdot l)_{\text{КВ}} . \quad (9.49)$$

и в виде *объемного элемента электрического тока*:

$$qv = \int j dV = N \frac{ec}{\alpha} . \quad (9.50)$$

По мнению автора, открытие эффекта квантуемости и точное измерение значений квантов *линейного и объемного элементов электрического тока* имеют большое методологическое значение. Выражение (9.49) помогает физическому объяснению таких явлений как электроконтактная разность потенциалов, термоэлектричество, параметры электронных атомных орбит, энергетический спектр электронов в металлах. Видимо, можно использовать эту зависимость при объяснении и других явлений.

#### **9.4 Использование системы физических величин и закономерностей в объяснении отдельных явлений и эффектов**

##### *Анализ энергетических превращений в механических волновых процессах*

Современные физические представления о волновых процессах: механических, соответствующих явлениям в твердых телах и газовых средах, а также электромагнитных, соответствующих явлениям иного рода, исходят из представления о синфазности изменений двух видов энергии. При этом игнорируется опыт изучения простейших механических колебаний – маятника, где все объяснимо достаточно просто. Колебательный процесс существует тогда и только тогда, когда имеет место переход энергии из одного вида в другой и обратно.

Итак, начнем наш анализ с рассмотрения простейших волн – механических в твердых телах. Кинетическая энергия и ее объемная плотность в механической бегущей волне определяются известными соотношениями:

$$W = \frac{mv^2}{2}, \quad (9.51)$$

$$w = \frac{\rho_m v^2}{2}. \quad (9.52)$$

Энергия сжатий-растяжений, а также объемная плотность энергии, называемой потенциальной, выражаются подобным образом:

$$U = \frac{k \cdot x^2}{2}, \quad (9.53)$$

$$w = \frac{k \cdot x^2}{2} \frac{1}{V}. \quad (9.54)$$

В последних формулах обозначено:  $k$  - жесткость материала волновой среды;  $x$  - величина смещения частиц среды;  $V$  - объем.

Выражения объемных плотностей кинетической и потенциальной энергии в соотношениях (9.52) и (9.54) вполне соответствуют логике колебательного волнового процесса (в волне постоянно происходит смена двух видов энергии – кинетической и потенциальной). Если проанализировать изменения смещения и скорости частиц среды по приводимому рисунку 9-9 (рис.1.6 учебника [90], здесь  $x = \xi$ ), то так оно и есть. Смещение и скорость обязательно имеют относительно друг друга сдвиг по фазе на  $90^\circ$ . Аналогичное смещение должны иметь и объемные плотности двух энергий - кинетической и потенциальной.

Однако в книжном примере после совершения ряда математических преобразований плотность потенциальной энергии представляется в виде:

$$w = \frac{\rho}{2} \frac{1}{v^2} \left( \frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2, \quad (9.55)$$

при этом обозначенный сдвиг по фазе во времени исчезает и заменяется сдвигом по фазе в пространстве. Но эта замена явно не эквивалентна. Нельзя же в одних и тех же координатах изображать  $\left( \frac{\partial \xi}{\partial t} \right)$  и  $\left( \frac{\partial \xi}{\partial x} \right)$ , указывая при этом на их синфазность (вернее, противофазность) изменений. Не может быть, чтобы в одном выражении (9.54) объемная плотность энергии деформаций имела сдвиг по фазе относительно объемной плотности кинетической энергии, а в другом выражении (9.55) нет.

Опять же, с физической точки зрения, вариант синфазного изменения обеих объемных плотностей энергии (кинетической и потенциальной) - нелепость. Но эта нелепость упорно отстаивается и снова повторяется автором в работе [91] (рис.29 в ответе на задачу 3.186).

Описываемые рисунки из книг Иродова приводятся ниже.

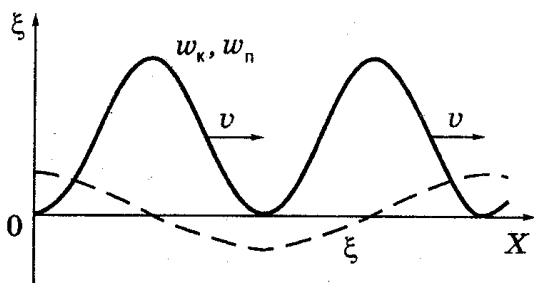


Рис. 1.6

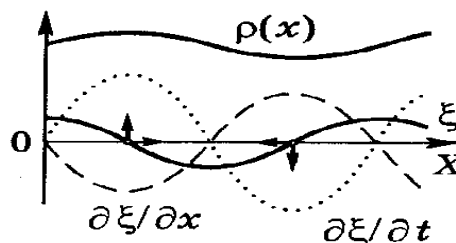


Рис. 29

Рис.9-9. Иллюстрации из книг И.Е. Иродова

На рисунке (рис.9-9) ясно видно, что смещение  $\xi(x)$  и его производные по времени  $\partial \xi / \partial t$  и по пространственной координате  $\partial \xi / \partial x$  изображены со сдвигом по фазе на  $90^\circ$ , что вполне естественно если приводить графики по отдельности во времени и в пространстве. Изображение же на одном рисунке делает два графика изменений ( $\partial \xi / \partial t$  и  $\partial \xi / \partial x$ ), на первый взгляд, противофазными, из-за чего квадраты их значений, входящие в выражения (9.52) и (9.55) воспринимаются как синфазно изменяющиеся. Но это не так.

Чем формула (9.55) предпочтительнее формулы (9.54) в выражении *плотности потенциальной энергии* и как возможно такое двойственное выражение одной и той же ФВ – не поясняется. К тому же на первом рисунке максимумы потенциальной энергии совпадают с нулевой амплитудой смещения, что весьма сомнительно для поперечных бегущих волн и трудно представимо для продольных волн.

Возможно, при описании механических бегущих волн в волновые уравнения следует вводить мнимую единицу, что применяют при описании волновых процессов в квантовой механике. При этом обеспечивается требуемый сдвиг по фазе между двумя разными по физической сути производными: по времени и по пространственной координате.

Таким образом, с энергетикой механических бегущих волн вроде бы разобрались – в учебниках Иродова допущена явная ошибка. В местах, где наблюдаются максимумы сжатий и растяжений, относительной скорости перемещения частиц нет, там кинетическая энергия равна нулю и, соответственно, должен быть максимум потенциальной энергии. И наоборот, максимум кинетической энергии имеет место при максимальной скорости перемещения частиц среды, когда силы сопротивления нулевые, при этом потенциальная энергия частиц сре-

ды должна быть минимальна. То есть в бегущей механической волне обе объемные плотности энергий (кинетической и потенциальной) на самом деле имеют сдвиг по фазе на  $\pi/2$ .

Теперь попробуем разобраться с энергетическими превращениями при распространении волн в газовых и жидкостных средах. Здесь тоже распространены представления о синфазности изменений потенциальной и кинетической энергий [92, 93]. Но разобраться здесь - оказалось гораздо сложнее. Если отбросить тезис о синфазности изменения двух видов энергии, происходящих в одних и тех же точках среды, как явную нелепицу, то сразу же возникает вопрос, а как объяснить ожидаемый сдвиг по фазе между изменениями давления в волне (потенциальной энергией) и скоростью движения молекул (энергией кинетической)? Ведь там никакого сдвига по фазе нет. Всем известна взаимосвязь: увеличение давления – это увеличение кинетической энергии движения частиц среды.

Зададимся для себя вопросом, а на каком основании мы считаем, что при увеличении давления скорость молекул газовой или жидкостной среды должна увеличиваться, а при уменьшении давления – уменьшаться, мы что – это видим или как-то по-иному чувствуем?

Ожидаемый ответ: ну как же, увеличиваем давление газа в сосуде – он нагревается, а уменьшаем – охлаждается. А температура – это кинетическая скорость движения молекул. Так сказать азы молекулярно-кинетической теории.

Находим возражение. Известно-то как раз прямо противоположное – это проверенное на практике уравнение Бернулли:

$$\frac{\rho v^2}{2} + p = const , \quad (9.56)$$

проявляющее себя, например, в действии пульверизатора. Это факт действительности и он наблюдаем.

Всем известно, что при увеличении скорости движения в части сплошной среды давление в этой части среды падает. О том, что верно и обратное: давление уменьшается – скорость частиц растет, не так очевидно для восприятия и понимания. Для убедительности приведем пример работы реактивного двигателя: в створе сопла двигателя давление падает, а скорость истечения газов возрастает. Ниже будут приведены другие примеры: с отливной волной перед цунами и дифференциальным вращением Солнца.

Скептики скажут, а как же известный классический пример с поршнем, который при движении в сторону газа создает давление за счет придания молекулам дополнительного импульса и скорости? Отвечаем: давление-то создается, но оно может иметь снижение у самого фронта волны, что подлежит анализу и внимательному изучению, или давление создается не увеличением линейной скорости молекул, а каким-то другим фактором, поскольку тезис об увеличении скорости частиц среды явно противоречит соотношению (9.56).

Если предположить, что бегущая волна в газе или жидкости имеет на переднем фронте меньшее давление, то механизм ее распространения можно представить как процесс выравнивания давлений – ближайšie молекулы с обычной средней скоростью устремляются в область меньшего давления и, приобретая большую скорость, приводят тем самым к понижению давления в своем месте нахождения. Далее процесс повторяется. Таков возможный механизм распространения пространственного волнового возмущения и в газах и в жидкостях.

Дополнительно можно отметить, что местное снижение давления в сплошной среде должно привлекать к себе молекулы со всевозможных направлений, чего не может быть в механизме передачи направленного импульса при столкновении молекул или возбуждении волны движущимся поршнем (иначе закон сохранения импульса не выполняется). Таким образом, становится легко возможным объяснить действие закона Паскаля в жидкостях и соблюдение принципа Гюйгенса в распространении волн.

В этом варианте объяснения все становится на свои места. В бегущих (звуковых) волнах, распространяющихся в газовых и жидкостных средах, кинетическая энергия увеличения или уменьшения скорости частичек среды постоянно сменяется энергией увеличения или уменьшения давления – объемной плотности энергии. Изменения этих двух видов энергии сдвинуты по фазе на  $90^\circ$  и происходит их естественное перетекание из одного вида в другой, как в маятнике. Однако данное положение нуждается в экспериментальных доказательствах, поскольку оно, прямо скажем, непривычно.

В качестве экспериментального подтверждения этого варианта объяснения можно привести наблюдаемый парадоксальный факт снижения давления на фронте волны цунами [94]. Многие очевидцы этого явления описывают как перед приходом набегающей волны цунами всегда возникает внеурочная волна отлива.

Теперь рассмотрим возможный вариант создания избыточного давления в бегущей волне не за счет увеличения скорости поступательного движения молекул, а за счет иных факторов. Экспериментальные факты показывают, что при увеличении скорости движения частиц среды давление в ней падает, поэтому можно предположить, что уменьшение давления газовой среды сопровождается возрастанием скорости движения отдельных частиц. Далее вполне логично следует предположение о максимальной скорости частиц в абсолютном вакууме. В защиту этого, вроде бы абсурдного предположения, можно привести то, что отдельные молекулы, находящиеся в космосе и испытывающие световое давление от ближайшей звезды в течение очень длительного времени, просто обязаны иметь скорость близкую к световой.

Попробуем во всем этом разобраться теоретически, призвав на помощь исследуемую систему ФВиЗ. Используемые далее системные соотношения изображены на рисунке 9-10.

Особое внимание будем обращать на системные связи *давления* (и, естественно, *силы*) с другими физическими величинами (ФВ). Известная связь *давления, плотности массы* и второй степени линейной *скорости* по выражению (9.52) здесь не показана, ввиду ее общеизвестности и чтобы не загромождать рисунок.

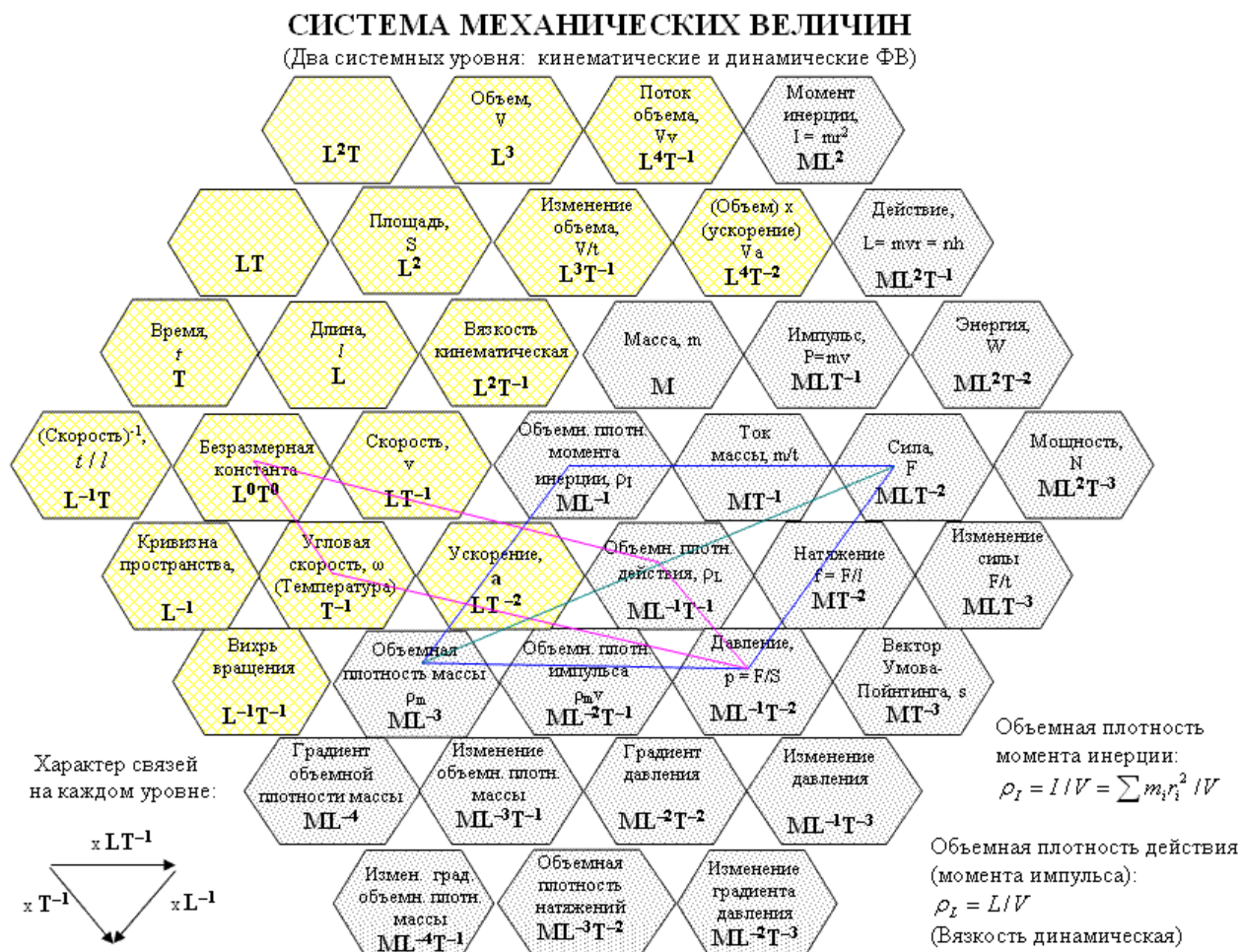


Рис.9-10. Системные взаимосвязи объемных плотностей действия (момента импульса) и момента инерции с физическими величинами давления и силы

Анализ системных связей позволяет установить следующие закономерности. *Давление* –  $p$  системно представимо как произведение *объемной плотности момента инерции* –  $\rho_I$  на квадрат *частоты* –  $\omega$ . Математическая зависимость, видимо, такова:

$$p = \frac{\rho_I \cdot \omega^2}{2}. \quad (9.57)$$

Давление есть также произведение *объемной плотности импульса*  $\rho_p$  на *скорость*  $v$ :

$$p = \rho_p \cdot v = \rho_m v^2. \quad (9.58)$$

Если последнюю часть выражения (9.58) поделить на два, то получаем соотношение (9.52). Выражение (9.58) говорит нам о том, что при увеличении давления и росте значений

$\rho_p$  и  $\rho_m$ , а это неизбежно происходит при сжатии газов и жидкостей, линейная скорость частиц  $v$  не обязательно должна увеличиваться. Что при этом будет происходить с температурой можно будет понять с помощью выражения (9.57).

Для дальнейшего анализа привлечем систему ФВиЗ в части тепловых и излучательных величин (см. рис.7-23, рис.8-1). В соответствии с системой ФВиЗ *температура* определяется не линейной *скоростью* молекул, а *частотой* вращений и внутренних колебаний атомов и молекул. Данная интерпретация температуры поддерживается и другими учеными [95]. Это дает дополнительное основание предполагать, что линейная *скорость* молекул в газовых и жидкостных средах с увеличением *давления* не возрастает, как общепринято считать, а уменьшается или, как минимум, остается неизменной.

Еще более достоверной для выражения *давления* смотрится системная взаимосвязь *давления* с *объемной плотностью действия* (*момента импульса*) и *частотой* в первой степени (*температурой*). Математически эта связь определяется так:

$$p = \rho_L \cdot T . \quad (9.59)$$

Прямая зависимость *давления* от *температуры* (*частоты*) при неизменной *объемной плотности действия* (проще говоря – *объема*) и обратно пропорциональная зависимость *давления* и *объемной плотности действия* в условиях постоянной *температуры* сомнений практически не вызывают.

На этом основании можно с уверенностью предполагать (а, по мнению автора, даже утверждать), что известное увеличение *температуры* при увеличении *давления* и уменьшении *объема* происходит главным образом не за счет увеличения линейной *скорости* (во втором случае, *плотности*) молекул, а за счет увеличения кинетической *энергии* вращательных и колебательных движений тех же молекул. Об этом нам говорит и ступенчато изменяющаяся (при росте температуры) *теплоемкость* газовых сред.

Высказанные соображения автору представляются гораздо более достоверными, чем известные представления об увеличении *температуры* при адиабатическом сжатии газовых сред со сколь угодно малой *скоростью*.

Зависимость *частоты* и *энергии* колебаний от *объемной плотности* числа микрочастиц хорошо известна в микромире. От *объемной плотности* частиц зависят *температура* и *энергия* Ферми. В макромире изменение интенсивности вращательного движения при изменении *момента инерции* и *момента импульса* мы тоже наблюдаем повсеместно. К сожалению на молекулярном уровне этот аспект как-то ускользал от внимания физиков. Все были магически заворочены известными простыми соотношениями (9.51) и (9.52) и других соотношений не замечали. Исследуемая система ФВиЗ этот пробел восполняет.

В системе ФВиЗ обнаруживаются и другие интересные взаимосвязи с участием *объемной плотности действия (момента импульса)* и *объемной плотности момента инерции*. Математические выражения для этих закономерностей без возможного участия цифровых сомножителей следующие:

$$L = mvr = \frac{dV}{dt} \rho_l, \quad (9.60)$$

$$F = \frac{P \cdot \rho_l}{\rho_m} i, \quad (9.61)$$

$$F = \frac{\rho_L^2}{\rho_m}. \quad (9.62)$$

$$p = \frac{\rho_L^2}{\rho_l}. \quad (9.63)$$

Выражение (9.60) можно интерпретировать так: *момент импульса*, как сохраняющаяся и квантуемая ФВ, определяет то, что при изменениях *объема* происходит обязательное и прямо противоположное изменение *объемной плотности момента инерции*, а это возможно приводит к соответствующему изменению *температуры* среды. То есть, это своеобразное соотношение неопределенностей двух сопряженных величин. Для остальных соотношений (9.61 – 9.63) подобную интерпретацию получить не удастся.

В качестве дополнительного довода правильности нашего вывода об уменьшении взаимной линейной *скорости* перемещения частиц в газовых и жидкостных средах при увеличении *давления* можно привести известные явления сжижения и отверждения сред при высоких давлениях. Наконец можно привести и то, что в разреженных газах увеличивается средняя длина свободного пробега молекул, количество соударений меньше и торможений молекул тоже должно быть меньше. Подтверждение этому – параметры земной атмосферы. В самой верхней ее разреженной части (в термосфере) наблюдается значительный рост температуры.

Если верны высказанные представления о большей скорости движения частиц сплошных сред в условиях меньших давлений, то становятся легко объяснимы загадочные явления дифференциального вращения Солнца и жидкостно-газовых планет, а также суперротации (опережающего вращения) атмосфер планет [96].

На поверхности экваториальных частей Солнца и планет давление всегда меньше, чем на полюсах, за счет действия центробежных сил. Поэтому скорость движения частиц среды в этих районах больше, чем на полюсах. Повышенная кинетической энергии среды с пони-

женным давлением должна каким-то образом проявляться, вот она (среда) и начинает крутиться как вода в ванне при ее сливе.

Интересно, что для большинства планет направление поверхностного вращения или газовой оболочки атмосферы совпадает с направлением обращения вокруг Солнца, только у Венеры – наоборот. С выпускаемой водой в ванне тоже так, в одном случае вращение происходит в одну сторону, в другом - наоборот и разница практически незаметна. Причина этого безразличия в направлении вращения видимо в том, что кинетическая энергия вращения лишь компенсирует уменьшение давления вблизи центра воронки.

К выше изложенному анализу можно добавить следующее. Экваториальные и близкие к ним поясные части поверхностного содержимого вращающихся звезд и планет чем-то похожи на огромный пульверизатор. Пониженное (за счет центробежных сил) экваториальное давление приводит к большей скорости вращения подвижных масс на экваторе. Этим обеспечивается дополнительное притяжение поверхностных масс от полюсов к экватору, а их реальное перемещение увеличивает момент инерции Земли. Тем самым крутящий момент с одной стороны увеличивается, а с другой - уменьшается. Таким образом, устанавливается определенное динамическое равновесие, которое на Земле мы замечаем по периодическому изменению скорости вращения нашей планеты. Вне Земли этот процесс, видимо, проявляет себя в виде изменений (пятен и вихрей) в дифференциальном вращении поверхностного содержимого Солнца и планет [97].

#### Системная интерпретация физической сущности некоторых электромагнитных величин

Сущность электромагнитных величин до настоящего времени остается невыясненной. В выяснения этого вопроса определенным образом может помочь исследуемая система ФВиЗ. Работы автора по этому направлению опубликованы в источниках [98-101].

Начнем наше рассмотрение с электрического заряда. В специальном исследовании по изучению размерности электрического заряда в кинематической  $LT$ -системе размерностей (раздел 3) было определено, что размерность электрического заряда в исходной системе целесообразно установить значением  $-L^3T^{-1}$ . Не исключено, конечно, применение и иных вариантов, но тогда изменяется вся конфигурация системы ФВиЗ и возникают определенные неудобства для её пользователей. Эти неудобства связаны или с меньшей компактностью системы ФВиЗ, или, наоборот, с излишней компактностью, когда важнейшие ФВ наслаиваются друг на друга, что не очень удобно при плоском изображении системы на одном рисунке.

Кроме указанного, при выборе обозначенной  $LT$ -размерности электрического заряда, были приняты во внимание и другие соображения, включая чисто системные. Целесообразность произведенного автором выбора размерности электрического заряда значением  $L^3T^{-1}$  дополнительно подтверждается следующими обстоятельствами:

- рассматриваемый вариант системы ФВиЗ характеризуется определенной симметрией в ее строении, а красота внутренне присуща самой Природе;
- сохраняющиеся и квантуемые ФВ занимают в системе ФВиЗ вполне определенные места, образуя горизонтально расположенный системный ряд. А мы знаем общее системное свойство – местоположение элементов определяет их свойства;
- размерность *индуктивности* в  $LT$ -системе размерностей совпадает с размерностью *кривизны*, что имеет вполне понятный физический смысл;
- размерность  $L^3T^{-1}$  указывает на взаимосвязь электрического заряда с непрерывным изменением или пульсацией объема микрочастиц. Такая интерпретация электрического заряда встречается и у других исследователей [73, 74].

Шипицын Л.А. объясняет дистанционное взаимодействие электрических зарядов силой Бьеркнеса [61], которая обратно пропорциональна квадрату расстояния между пульсирующими телами. Положительный и отрицательный заряды объясняются здесь разнонаправленным вращением частиц, имеющим вид тороидально-подобных вихрей. Гришаев А.А., связывает электрический заряд с объемными пульсациями микрочастиц [73] и объясняет наличие разноименных зарядов - противофазным характером пульсаций.

Оставим пока на время *электрический заряд* и рассмотрим системные размещения и связи двух важнейших и непосредственно связанных с ним величин – это *скалярный* и *векторный электрические потенциалы*. Системные связи этих величин с *электрическим зарядом* и *действием* (по Фейнману) приведены на рисунке 9-11.

Из представленных на рис.9-11 системных связей можно заключить, что *скалярный электрический потенциал* определенным образом связан с *частотой*, а векторный потенциал связан с *пространственной кривизной* (надо понимать, с волновым вектором).

Предположим, что электрический потенциал определяется частотой пульсаций микрочастиц, не обязательно объемных, а, например, параметрических. К таким пульсациям можно отнести, скорее всего, пульсации внутренних натяжений во внешних оболочках микрочастиц. Но если *потенциал* – это *частота* пульсаций, то чем же определяется знак потенциала минус и плюс? Скорее всего – ничем. На практике мы имеем дело лишь с разностью потенциалов – напряжениями. Это похоже на отрицательные и положительные значения температуры. Интересно, что слова *напряжение* и *натяжение* очень похожи по фонетике.

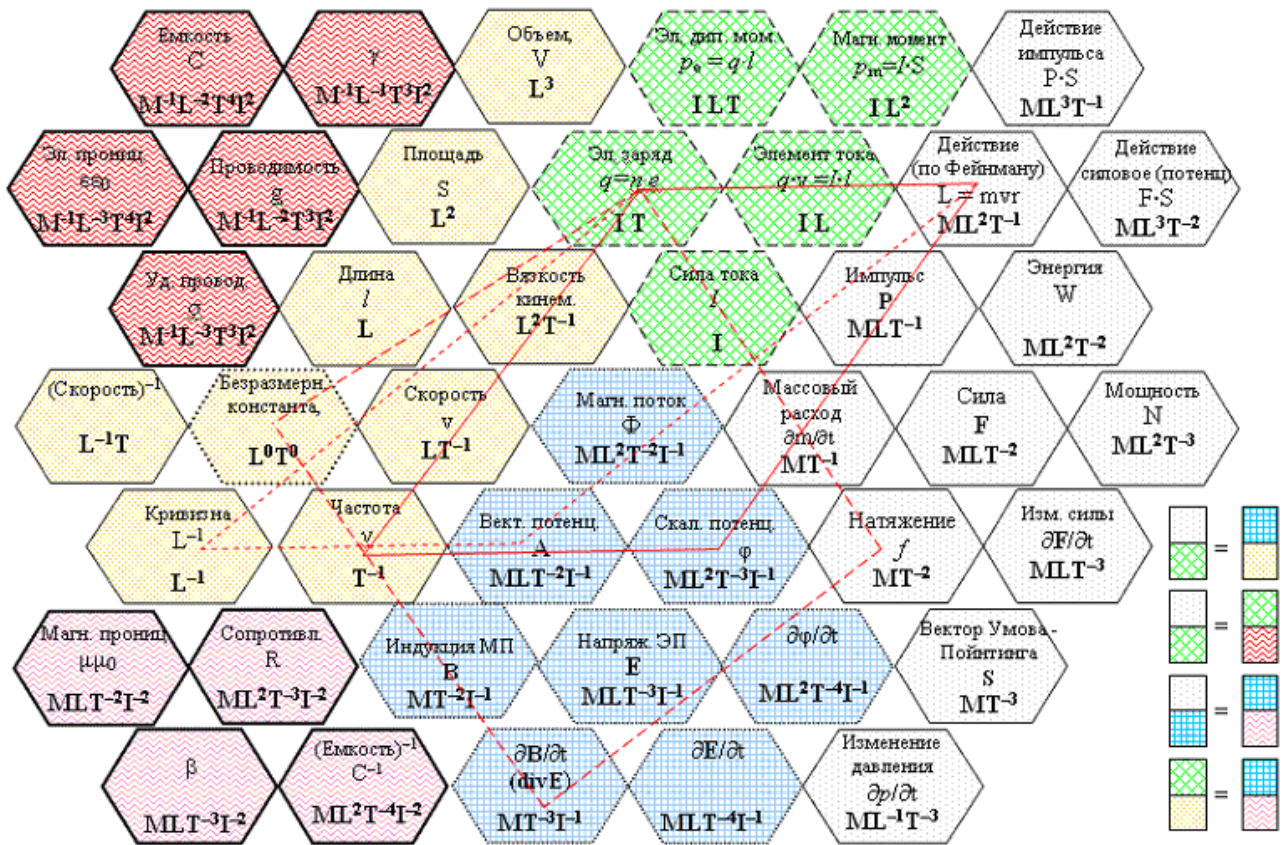


Рис.9-11. Системные взаимосвязи некоторых полевых электромагнитных величин

Оказывает ли потенциал влияние на электрический заряд? Разность потенциалов, создавая напряженность электрического поля, как мы знаем, влияет. Она приводит к силовому внешнему воздействию на заряд. Влияние потенциала не столь заметно, но оно, несомненно, существует, поскольку потенциал поля определяет энергию помещенного в это поле заряда, а энергия, согласно представлениям квантовой механики, определяет частоту волнового процесса, связанного с микрочастицей.

Как вариант, можно предположить, что потенциал электрического поля определяет не частоту пульсаций, а частоту вращения электрического заряда в этом поля. Этот вариант тоже имеет смысл рассмотреть подробнее. Одновременно будем рассматривать влияние на электрический заряд и векторного потенциала.

Математические выражения для скалярного и векторного потенциалов, получаемые путем решения системы уравнений Максвелла, без учета влияния среды имеют вид:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} \int \rho_q \cdot dV . \quad (9.64)$$

$$\vec{A} = \mu_0 \frac{1}{r} \int \vec{j} \cdot dV . \quad (9.65)$$

Однако физически более ясными представляются определения этих параметров со стороны пробного заряда и пробного элемента тока:

$$\varphi = -\frac{W}{q_{np}}. \quad (9.66)$$

$$A = -\frac{W}{q \cdot v} = -\frac{W}{(I \cdot l)_{np}}. \quad (9.67)$$

Со стороны заряда  $q_0$  и элемента тока  $(I \cdot \vec{l})_0$ , создающих электромагнитное поле, выражения для скалярного и векторного потенциалов несколько иные:

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_0}{r}. \quad (9.68)$$

$$\vec{A} = \mu_0 \frac{q_0 \cdot \vec{v}}{4\pi \cdot r} = \mu_0 \frac{(I \cdot \vec{l})_0}{2\pi \cdot r}. \quad (9.69)$$

Еще более ясное представление о характере скалярного и векторного потенциалов можно получить из квантовой механики. В фейнмановских лекциях по физике приводятся известные выражения по влиянию параметров электромагнитного поля на изменение фазы  $\Delta\Phi$  дебройлевской волны, приходящей в определенную точку дифракционной картины [102].

Для векторного потенциала:

$$\Delta\Phi = \frac{q}{\hbar} \int \vec{A} \cdot d\vec{l}. \quad (9.70)$$

Для скалярного потенциала:

$$\Delta\Phi = -\frac{q}{\hbar} \int \varphi \cdot dt. \quad (9.71)$$

Из этих выражений тоже следует, что скалярный потенциал, скорее всего, имеет размерность частоты, а векторный потенциал – размерность длины в минус первой степени. Если с первым более или менее ясно, это частота пульсаций или вращений заряженных частиц, то со вторым понять сложнее. Размерность длины в минус первой степени имеет *кривизна* и *волновой вектор*. Для векторного потенциала, имеющего направление, скорее всего, верно второе.

Формулы (9.70) и (9.71) можно представить в виде:

$$\Delta\Phi = \frac{1}{\hbar} \int q\vec{A} \cdot d\vec{l} = \frac{1}{\hbar} \int p d\vec{l} = \int \vec{k} \cdot d\vec{l} \quad (9.72)$$

$$\Delta\Phi = -\frac{1}{\hbar} \int q\varphi \cdot dt = \frac{1}{\hbar} \int W dt = \int \omega \cdot dt \quad (9.73)$$

В выражении (9.72)  $\vec{k}$  - волновой вектор, модуль которого определяется выражением:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda}, \quad (9.74)$$

где, в свою очередь,

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{2\pi\hbar}{p} \quad (9.75)$$

длина волны де Бройля.

Частота этой волны (или изменение частоты), определяемая величиной заряда и потенциала, видимо, определится выражением:

$$\omega = \frac{W}{\hbar} = \frac{q\varphi}{\hbar}. \quad (9.76)$$

Таким образом, скалярный электрический потенциал определяет энергию заряженной частицы, вернее сказать, добавок энергии, а векторный потенциал определяет добавок ее импульса. Полная энергия микрочастиц, в частности электронов, будет складываться из кинетической энергии движения массы, потенциальной электрической энергии, тепловой энергии и внутренней энергии покоя, не считая еще потенциальной энергии частицы в поле гравитации.

Есть мнение о существовании еще одного вида энергии – электрокинетической, связанной с движением электрического заряда [103]. Но, на наш взгляд, этот вид энергии должен учитываться движением заряда (или расположением элемента тока) в поле векторного потенциала и с этой стороны учитываться в добавке к импульсу.

В упрощенном виде энергию и импульс заряженной частицы, имеющей массу, скорость и заряд можно выразить так:

$$W = \frac{mv^2}{2} + q\varphi \quad (9.77)$$

$$\vec{p} = m\vec{v} + q\vec{A} \quad (9.78)$$

Силовое взаимодействие зарядов описывается известным законом Кулона, а дополнительное магнитное взаимодействие движущихся зарядов или токовых элементов токов -

законом Ампера. Закон Ампера в двух видах и в векторной форме можно, видимо, записать так:

$$\vec{F} = \mu_0 \frac{(q\vec{v})_1 \cdot (q\vec{v})_2}{4\pi \cdot r^2} \quad (9.79)$$

$$\vec{F} = \mu_0 \frac{(I \cdot \vec{l})_1 \cdot (I \cdot \vec{l})_2}{2\pi \cdot r^2} . \quad (9.80)$$

В этих выражениях силу взаимодействия между двумя движущимися зарядами или токовыми элементами обычно представляют - как воздействие индукции магнитного поля, создаваемого одним объектом, на другой, при этом, представление о векторном потенциале как-то теряется. Где он и что собой представляет – никому не ведомо. Частично этот вопрос автор пытался затрагивать в работе [98].

Для движущихся зарядов сила магнитного взаимодействия в сравнении с электростатической силой определяется формулой [72, формула 6.42]

$$\frac{F_M}{F_\varepsilon} = \frac{v^2}{c^2} \quad (9.81)$$

Это соотношение чрезвычайно мало, но с точки зрения теории относительности, объясняющей магнитные явления, тут все нормально. Магнитных сил на самом деле нет, а есть только один вид взаимодействия – электростатическое, то есть кулоновское, действующее между электрическими зарядами. Это объяснение наиболее широко распространено, но страдает явной натяжкой.

Подойдем к объяснению электромагнитных явлений с учетом выше изложенных представлений об электрическом и векторном потенциалах. Эти два полевых параметра, как мы выяснили, определяют (неизбежно взаимосвязанные) частотный (во времени) и волновой (в пространстве) процессы для частиц, несущих электрический заряд и находящихся в поле, описываемом этими двумя потенциалами.

Зададимся самыми простыми вопросами:

- почему течет электрический ток в проводниках при приложении к ним разности потенциалов?

- почему скорость распространения тока сравнима со скоростью света, а скорость перемещения самих носителей тока - электронов составляет миллиметры в секунду?

- если векторный потенциал, как и магнитное поле, окружает проводник с током, то почему не замечается его воздействие на близко расположенные неподвижные частицы, имеющие электрический заряд?

- почему наблюдается высоковольтная поверхностная электризация диэлектриков при трении друг о друга?

Последний вопрос и много других подобных («детских» по простоте и наивности) вопросов в области электромагнетизма сформулированы в работах Скакодуба Г.А. [104, 105], но объяснение этим вопросам автор дает со своих позиций.

Свое объяснение начнем с последнего вопроса. Если электрический скалярный потенциал - это частота колебаний (в веществе, будем считать, это колебания внешних электронных, (как принято считать) поверхностей атомов), то этим объясняется наличие контактной разности потенциалов для диэлектриков и полупроводников и электризация непроводящих тел трением. Колебания соприкасающихся атомов передаются друг другу, а далее по телу они не передаются. Возникает разность потенциалов.

Электрический ток в проводниках это, по сути, выравнивание разночастотных колебаний электронных оболочек атомов. В проводниках соприкасающиеся друг с другом оболочки атомов образуют единую поверхность Ферми, по которой распространяется электрическое возмущение и течет ток в виде движения носителей тока (электронов) в поле векторного потенциала. Само поле векторного потенциала, видимо, распространяется со скоростью света как внутри, так и вне проводника.

Исключительно интересным представляется вопрос о взаимосвязи тепловых колебаний оболочек атомов и рассматриваемых здесь потенциальных электрических колебаний. При этом неизбежно всплывают темы формулирования новых объяснений химических реакций и фазовых превращений веществ, темы создания новой модели строения атомов, темы образования и превращений атомов и молекул.

Распространение электрического сигнала в проводниках во много раз превосходит скорость выравнивания температуры. Поэтому тепловые колебания это, скорее всего, колебания отдельных атомов, как целого, а потенциальные электрические колебания это колебания *натяжения* во внешних оболочках атомов, контактирующих друг с другом и образующих в проводниках непрерывную поверхность Ферми.

Термоэлектрические явления вероятно можно объяснить наложением и взаимным влиянием двух видов колебаний – механических тепловых и потенциальных электрических.

По рисунку 9-11 электрический заряд можно трактовать как ступенчатое изменение поверхностного натяжения оболочки микрочастицы в условиях дивергенции напряженности электрического поля или изменений магнитной индукции. Положительный и отрицательный заряды, при этом, можно понимать как увеличение или уменьшение степени внутреннего натяжения в оболочках микрочастиц при изменениях частоты пульсаций, определяемых внешним (скорее всего, еще и внутренним) скалярным электрическим потенциалом.

Интересным представляется постановка следующего проверочного эксперимента. Известно, что некоторые металлы показывают в качестве носителей тока положительные заряды [72, раздел 11.3]. Если наши рассуждения верны, то тип носителей электрического тока

будет определяться общим электрическим потенциалом данного проводника. Тогда, может быть, регулируя величину электрического потенциала проводника, мы сможем изменять тип носителей электрического тока в нем.

Системные представления о векторном потенциале проводника с током

В размерностной системе физических величин (ФВ), отдельный частный вариант которой представлен на рисунке 9-12, показаны хорошо известные взаимосвязи *скалярного электрического потенциала* с другими ФВ. Эти связи призваны служить нам ориентиром в поиске подобных взаимосвязей для искомого *векторного потенциала* и подтверждением правильности всей системы, с которой мы работаем.

Закономерные связи физических величин в приводимых изображениях системы обнаруживаются по правилу выделенного параллелограмма. Согласно этому правилу, в закономерных взаимосвязях наблюдается равенство произведений размерностей ФВ, оказывающихся в системе на противоположных вершинах выделенного параллелограмма. По иному это правило можно трактовать и как равенство отношений размерностей ФВ, оказывающихся на смежных вершинах выделенного параллелограмма. Когда выделенный параллелограмм представляется в виде линии (наблюдается как бы сбоку), то это правило несколько видоизменяется, что легко понимается и обычно у пользователей системы трудностей не вызывает.

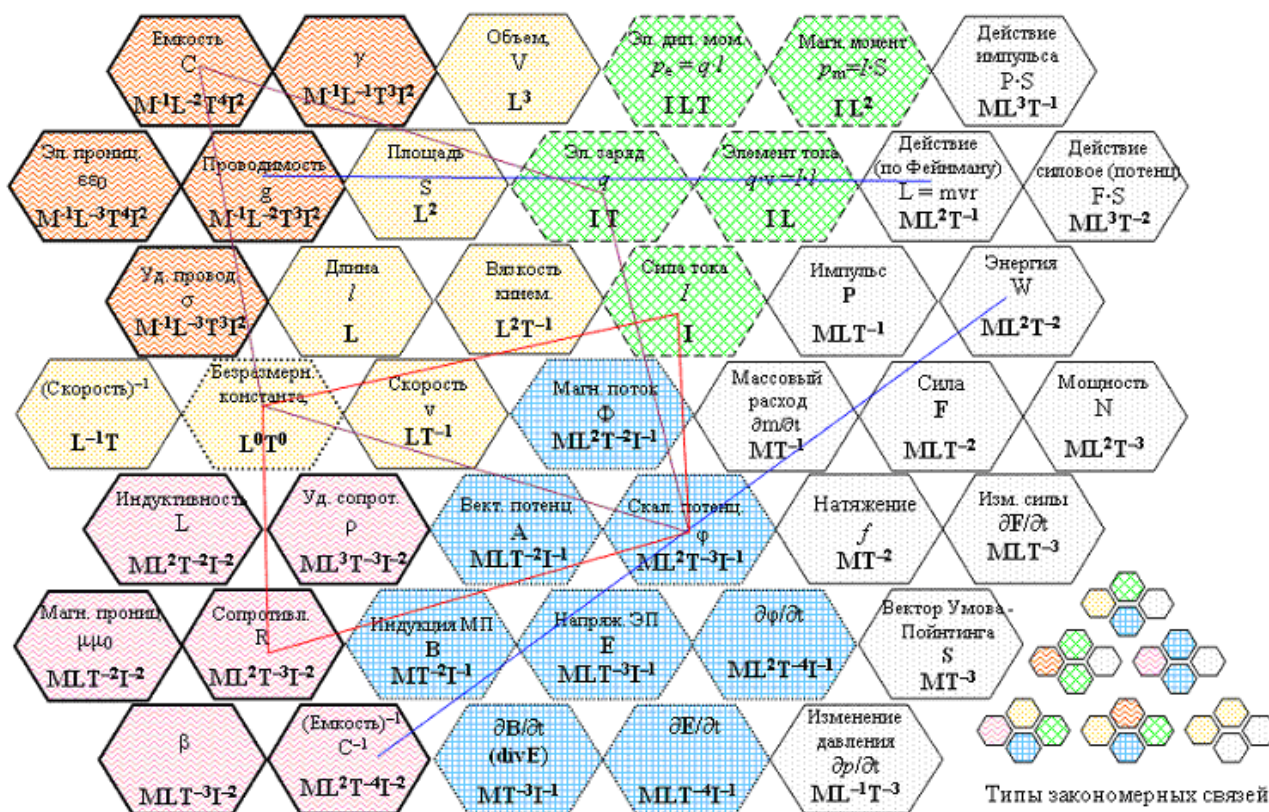


Рис.9-12. Системные связи скалярного электрического потенциала

Здесь и далее мы рассматриваем классический вариант представления *векторного потенциала*. В работах Ф.Ф. Менде [106], В.В. Ерохина [76], В.В. Сидоренкова В.В. [107] и других ученых поднимаются вопросы об изменении этого понятия или о существовании еще одного векторного потенциала, называемого электрическим векторным потенциалом.

Более классических позиций во взглядах на векторный потенциал, называемый им обязательно магнитным векторным, придерживается З.И. Докторович [108].

Известны математические выражения, описывающие *векторный потенциал* в виде поля вектора  $\vec{A}$ , существующего в окрестности *объемного* или *линейного токовых элементов* (относительная магнитная проницаемость среды не учитывается):

$$\vec{A} = \mu_0 \frac{1}{r} \int \rho_q \cdot \vec{v} \cdot dV \quad (9.82)$$

$$\vec{A} = \mu_0 \frac{1}{r} \int \vec{j} \cdot dV = \mu_0 \frac{1}{r} \int Id\vec{l} . \quad (9.83)$$

Однако мало кто из ученых способен дать наглядное представление о поле векторного потенциала, особенно для одиночно движущегося заряда. Напряженность электрического поля вокруг ускоренно движущегося заряда представил Р. Фейнман в работе [102].

Представления автора о поле *векторного потенциала* для отдельно движущегося *электрического заряда* изложены в работе [100]. В указанной работе предложен иной, отличный от классического представления, подход. Кратко опишем его.

Ввиду того, что *векторный потенциал* по размерности и по системному расположению связан с *силой тока смещения* через *магнитную постоянную*, то, по мнению автора, они оба имеют совпадающее направление. То есть, у *векторного потенциала* то же направление, что и у вектора *плотности тока смещения*. Задача о токах смещения, создаваемых в пространстве движущимся с постоянной скоростью зарядом представлена и решена И.Е. Иродовым в работе [109] (пример 10.1 на стр. 281).

На основании того, что *магнитная индукция* – это ротор *векторного потенциала*, а произведение *магнитной индукции* на *площадь* есть *магнитный поток*, то (по теореме Стокса) циркуляция *векторного потенциала* по контуру образует поток его ротора, проходящий через поверхность, натянутую на этот контур. Этот поток мы называем *магнитным потоком*. Ниже приводятся соответствующие математические выкладки.

Размерностная взаимосвязь физических величин *силы тока* и *векторного потенциала*, имеет вид:

$$A = \mu_0 I . \quad (9.84)$$

Размерностная связь дивергенции *векторного потенциала* с дивергенцией вектора *плотности тока* и другими электромагнитными величинами описывается выражениями:

$$\operatorname{div} \vec{A} = \mu_0 \mathcal{S} \cdot \operatorname{div} \vec{j} = \mu_0 \cdot \rho \cdot \operatorname{div} (\vec{v} \cdot \vec{S}) = \mu_0 \rho \cdot \operatorname{div} \frac{\partial V}{\partial t} \vec{e}_v . \quad (9.85)$$

$$\operatorname{div} \vec{A} = \mu_0 \cdot V \frac{\partial \rho}{\partial t} \vec{e}_v = \mu_0 \cdot \operatorname{div} \frac{\partial q}{\partial t} \vec{e}_v = \mu_0 \cdot \operatorname{div} (I \cdot \vec{e}_v) , \quad (9.86)$$

В этих выражениях  $\vec{e}_v$  - единичный вектор по направлению скорости движения заряда положительной полярности.

Связь векторного потенциала с магнитным потоком имеет вид:

$$\oint_{\Gamma} \vec{A} d\vec{l} = \int_S \operatorname{rot} \vec{A} \cdot d\vec{S} = \int_S \vec{B} d\vec{S} = \Phi \quad (9.87)$$

Указанные взаимосвязи частично показаны (или их можно легко обнаружить) на отдельных частных изображениях системы физических величин и закономерностей (ФВиЗ), приводимых в данной статье.

Поле *векторного потенциала* для электрического заряда, движущегося с постоянной скоростью, представляется как вихреподобный «бублик», образующийся в пространстве вокруг движущегося заряда [98]. Осевое сечение этого «бублика» плоскостью, проходящей через движущийся заряд, похоже на известную картинку распределения полей в окрестности неподвижных магнитного и электрического диполей.

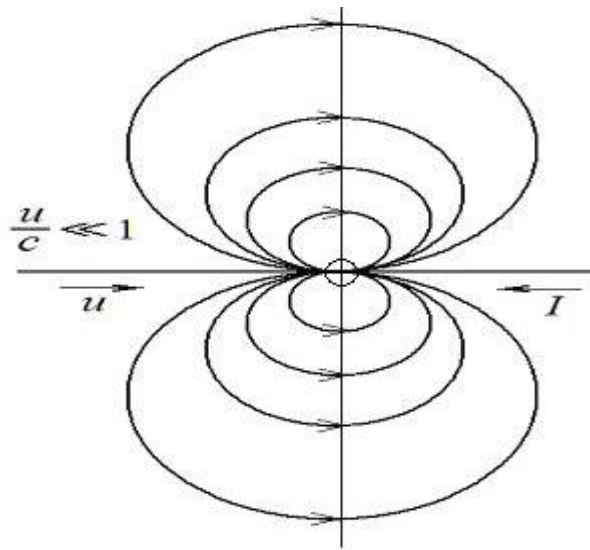


Рис.9-13. Поле токов смещения (магнитного векторного потенциала) от движущегося электрического заряда отрицательной полярности

Максимальное значение *векторного потенциала* в любой точке пространства в окрестности движущегося с постоянной скоростью электрического *заряда* будет наблюдаться при прохождении *зарядом* этой точки на ближайшем расстоянии. Причем, в этот момент, направление *векторного потенциала* в данной точке будет прямо противоположно направлению вектора *скорости* движения заряда, имеющего положительный знак.

Описанная картина основана на выдвинутом автором предположении о совпадении (в данных условиях движения заряда) направлений *векторного потенциала* и *тока смещения*, образуемых движущимся *зарядом*.

Но поскольку наблюдать отдельно движущийся электрический заряд и окружающие его (предполагаемые) поля *тока смещения* и *векторного потенциала* еще никому не удавалось, все это выглядит достаточно умозрительно. Хотя с научной точки зрения эта картина представляет, по мнению автора, определенный познавательный интерес.

Совершенно иная ситуация имеется в отношении изучения полей *тока смещения* (*векторного потенциала*), образуемых проводниками с током. Проводники с током, создаваемые ими поля и различные их силовые взаимодействия можно изучать как бы в статике и это дает огромные преимущества.

Приведем некоторые известные закономерности и факты. Проводники с током (постоянным и переменным) окружены магнитным полем. Постоянное магнитное поле никак не влияет на располагаемые вблизи них неподвижные *электрические заряды*. Переменное магнитное поле оказывает силовое воздействие как на движущиеся, так и на неподвижные *электрические заряды*. Указанные закономерности не изображены на приводимых рисунках, но они известны и при желании легко обнаруживается в системе.

Кроме описанных эффектов приведем удивительные теоретические выводы, касающиеся энергетики электромагнитного поля и электрических токов. В электромагнитном поле, создаваемом переменным электрическим током, векторы *электрической напряженности* и *магнитной индукции* взаимно перпендикулярны и изменяются синфазно. То есть, колебания электромагнитной энергии поля то возрастают до максимального значения, то бесследно исчезают. Абсурд? Естественно, но иной альтернативной теории, признаваемой всеми, пока нет. Однако голоса ученых, выступающих за пересмотр устоявшихся представлений электромагнетизма, становятся все многочисленнее и слышнее. Общеизвестны имена и фамилии ученых, имеющих свои взгляды в этой области физики- Докторович З.И., Канн К.Б., Менде Ф.Ф., Николаев Г.В., Руднев А.Д. (уже цитировавшиеся) и многие другие.

Другой вопиющий случай нелепости в электромагнетизме, к сожалению, освященной авторитетом Р. Фейнмана, - это представление о потоке энергии, втекающей в проводник с током (вектор Пойнтинга) и обеспечивающей в нем движущуюся электрическую силу. Этот



заканчивающихся в одних и тех же системных ячейках, но с разными ФВ. В одну системную ячейку попадают *плотность тока с векторным потенциалом*, а в другую *площадь с физической величиной, обратной абсолютной магнитной проницаемости*. По этой причине данная взаимосвязь затруднительна для обнаружения и визуализации даже в электронном многоуровневом варианте системы ФВиЗ [34]. Хотя попадание ФВ в одну системную ячейку, по мнению автора, служит дополнительной подсказкой о родстве и системной близости данных физических величин.

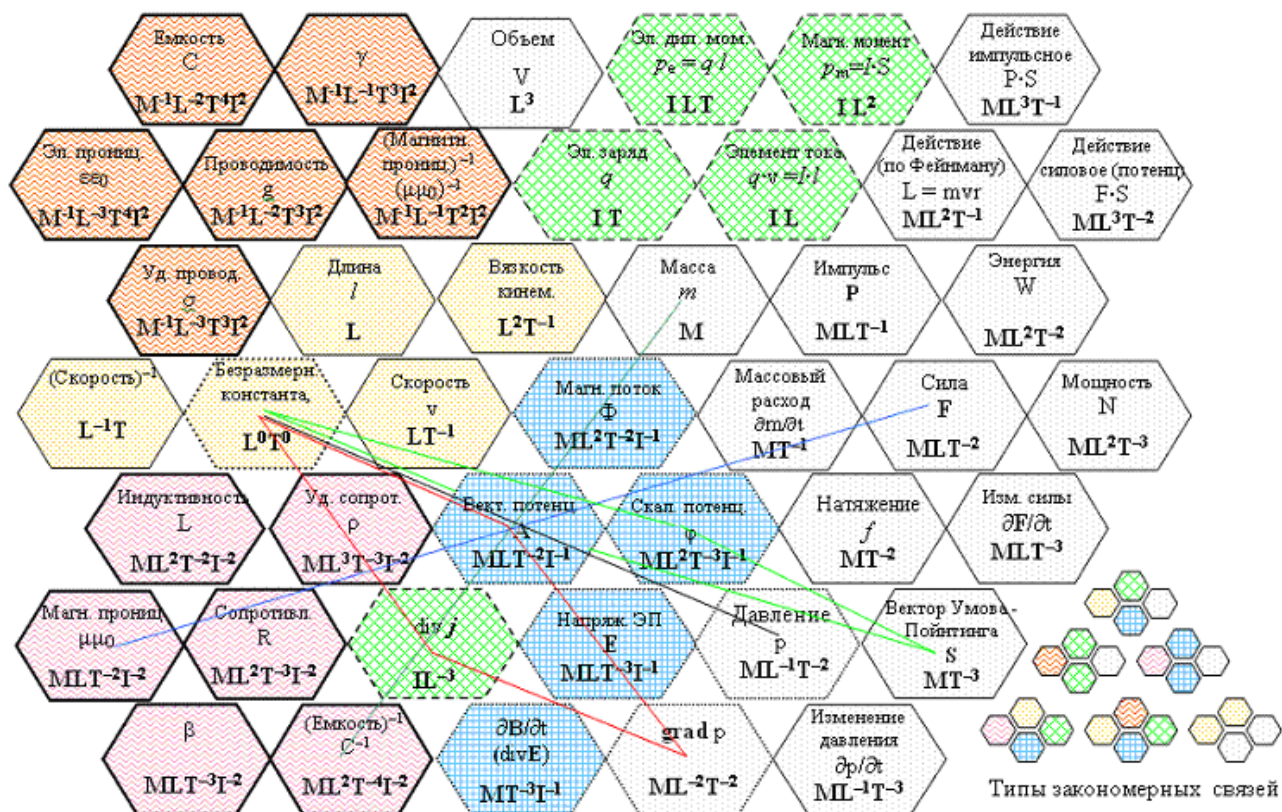


Рис.9-15. Другие системные связи векторного магнитного потенциала

В работе [98] автором высказывалась мысль о возможном отсутствии поля *векторного потенциала* вне проводника с током, но это предположение, скорее всего, является ошибочным. В этом случае становится невозможным описать связь *векторного потенциала* с *индукцией магнитного поля* и *магнитным потоком*, существующих вне проводника с током.

Картина распределения токов смещения и, на наш взгляд, *векторного потенциала* внутри и вне проводника с током лучше всего представлена в работах С.Б. Алеманова [78, 110]. Выражения (1) и (2), описывающие поле векторного потенциала вне проводника с током, в этом случае, по-видимому, должны иметь знак минус.

Внутри проводника как сверхпроводящий и так обычный электрический ток, по всей видимости, могут быть представимы как встречное перемещение двух компонент. Аналог – двухкомпонентная модель сверхтекучей жидкости. Только в нашем случае такими компо-

нентами будут ток проводимости и ток смещения. Вне проводника с током существуют только токи смещения, образуя при этом поле *векторного потенциала*.

О том, что ток смещения (и *векторный потенциал*) в пространстве вокруг проводника направлен прямо противоположно направлению тока в проводнике, можно судить по направлению и условию возникновения индукционного тока в окружающих проводниках. В перпендикулярно расположенных проводниках индукционный ток не возникает, а в параллельно расположенных проводниках он противоположен исходному току (правило Ленца).

Далее проанализируем системные закономерные взаимосвязи *векторного потенциала* с другими ФВ, особенно с *вектором Пойнтинга*, пытаясь понять действительное направление потока энергии внутри и вне проводника с током, если таковой существует (вне проводника). Начнем с системной взаимосвязи, показанной на рис. 9-15 зеленым цветом, которая *векторный потенциал* и вовсе не содержит. Математическая запись этой закономерности очевидно такова:

$$\vec{s} = \vec{j} \cdot \Delta\varphi = \vec{j}U . \quad (9.89)$$

Энергетический поток в проводнике с электрическим постоянным током (*вектор Пойнтинга*) определяется произведением *плотности тока* в нем и действующей разности *потенциалов* на концах этого проводника. Поскольку ФВ *плотность тока* расположена в той же системной ячейке, что и *векторный потенциал*, то эта связь в системе не очень хорошо наблюдается.

Из опыта известно, что от проводника с током в окружающее пространство возникает поток электромагнитной *энергии* при изменениях направления и *плотности тока* в нем. Во-вне, а не в проводник - как считают ортодоксы. Причем, этот поток *энергии* следует представлять не как векторное произведение синфазно изменяющихся *напряженностей* магнитного и электрического полей, а по иному – с участием *векторного потенциала*. Направление *векторного потенциала* перпендикулярно направлению распространения электромагнитной волны и *напряженности* электрического поля в ней, но они сдвинуты по фазе относительно друг друга на  $90^\circ$ . Это обстоятельство подтверждается и их математической взаимосвязью посредством производной по времени:

$$\vec{E} = \frac{d\vec{A}}{dt} . \quad (9.90)$$

*Векторный потенциал* и *напряженность электрического поля*, сдвинутые относительно друг друга на 90 градусов и переходящие из одной ФВ в другую, если и образуют поток *энергии*, то только вихревой. Этот поток обязательно связан с *волновым сопротивлением R* (*проводимостью*) среды, чего, кстати, нет в определении *s* через векторы *E* и *H*. Систем-

ные закономерности, описывающие эти соотношения, следующие (на рисунке 9-14 не показаны, поскольку легко определяемы):

$$s = \frac{E^2}{R}. \quad (9.91)$$

$$s = \frac{1}{R} \frac{dA}{dt} E, \quad (9.92)$$

На рисунке 9-15 показано еще несколько системных закономерных взаимосвязей *векторного потенциала* с другими ФВ. Часть из них имеют вид выделенных линий, означающих, что *векторный потенциал*, располагаясь на середине линии между двумя крайними ФВ, участвует в этих связях во второй степени. Например,

$$F = A^2 \mu \mu_0, \quad (9.93)$$

$$f = A^2 \cdot L^{-1}. \quad (9.94)$$

Очень интересна системная взаимосвязь *массы, векторного потенциала и электрической емкости*:

$$m = A^2 C. \quad (9.95)$$

Что означает эта взаимосвязь – сказать затруднительно.

Еще одну интересную взаимосвязь можно обнаружить между *векторным потенциалом* и *силой тока* (на рисунке 9-15 не показано):

$$F = A \cdot I. \quad (9.96)$$

Амперовское взаимодействие между проводниками с током можно объяснить и этой формулой.

Парадоксальный (с точки зрения традиционной электромагнитной теории) опыт №32 Г.В. Николаева [111, 112] легко объясним системной закономерностью, связывающей ФВ *векторный потенциал, плотность тока* (обе ФВ расположены в одной системной ячейке), *давление* и *безразмерную константу*. Закономерность условно показана на рис. 9-15 выделенной линией черного цвета. Математическое выражение этой закономерности:

$$p = \vec{A} \cdot \vec{j}. \quad (9.97)$$

Данное выражение по иному трактует действующую в этом опыте силу.

Близкие по смыслу и системному расположению закономерности, в которых возможно обнаружение силовых эффектов электромагнитного взаимодействия с участием *векторного потенциала*, следующие:

$$\text{grad } p = \text{div} \vec{A} \cdot \vec{j} \quad (9.98)$$

$$\text{grad } p = \vec{A} \cdot \text{div} \vec{j} . \quad (9.99)$$

Последняя закономерность показана на рисунке 9-14 выделением линий красным цветом.

Системная противоречивость в трактовке физических величин динамическая вязкость и кинематическая вязкость

В физике используют два понятия для обозначения физических величин, именуемых термином *вязкость*. *Вязкость динамическая*, именуемая также *коэффициентом вязкости* или *коэффициентом внутреннего трения* [47], и *вязкость кинематическая*.

Размерность первой физической величины в системе СИ имеет вид:

$$\dim \eta = L^{-1} M T^{-1} . \quad (9.100)$$

*Динамическая вязкость* в книге А.Г. Чертова [47] определяется как *сила* внутреннего трения при единичных значениях *градиента скорости*  $\frac{\Delta u}{\Delta l}$  и *площади*  $\Delta S$  поверхностного слоя, на которую рассчитывается сила внутреннего трения:

$$\eta = \frac{F}{\frac{\Delta u}{\Delta l} \cdot \Delta S} . \quad (9.101)$$

Имеется иное определение *динамической вязкости* – как тангенциального напряжения  $\tau$ , возникающего в ламинарном потоке жидкости или газа при разности скоростей слоев 1 м/с, находящихся на расстоянии 1 м по нормали к направлению скорости [46]. Определяющее уравнение для такого определения динамической вязкости следующее:

$$\eta = \tau / \text{grad } u = \tau / [(u_2 - u_1) / l] . \quad (9.102)$$

Единицей измерения динамической вязкости является Паскаль-секунда (Па·с).

Вроде бы – все тоже самое. *Сила*, деленная на *площадь*, есть *напряжение*, в данном случае, *касательное*. Однако при трактовке направления сил или ориентации в пространстве касательных напряжений, характеризующих проявление *динамической вязкости* (сокращенно *вязкости* [46]), возникают (на наш взгляд) недоразумения.

Наиболее ярко это проявляется при попытках представить силовое взаимодействие слоев вязкой среды как процесс, в ходе которого от одного слоя к другому передается в единицу времени *импульс*, по величине равный *силе* [113, стр. 403]. Направление этого импульса считается перпендикулярным (!?) направлению потока жидкости или газа и, следовательно, перпендикулярным направлению силы вязкого трения.

С напряжением (не только касательным) возникающим между разноскоростными слоями движущейся среды следует согласиться. В этом случае возникает хорошо известное давление (согласно уравнению Бернулли) и сила, имеющая боковую направленность к направлению основного движения вязкой среды.

Но ведь сила вязкого трения, о которой мы здесь рассуждаем, это другая сила. Она всегда будет направлена против движения - это понятно даже ребенку. Потом, о каком импульсе, перпендикулярном движению можно говорить, если боковая сила неизменна во времени. Например, книга, неподвижно лежащая на столе, оказывает на него силовое давление. Но мы же не говорим о непрерывном потоке импульса от книги к столу. Это будет очевидный бред.

Уравнение, определяющее оспариваемый здесь боковой поток импульса, (по определению равному произведению силы на время -  $(F \cdot t)$  или массы на скорость -  $(m \cdot u)$ ) имеет вид [114, формула (6.11)]:

$$j_p = -\eta \frac{du}{dx}, \quad (9.103)$$

где « $j_p$  - импульс, передаваемый ежесекундно от слоя к слою через единицу площади поверхности, то есть плотность потока импульса (здесь и далее в абзаце цитируем учебник Иродова). Знак минус обусловлен тем, что поток импульса противоположен по направлению градиенту  $\frac{du}{dx}$  (рис. 6.5). На рисунке показаны силы, действующие в плоскости площадки  $S$ :

левая  $f$  - сила, с которой действуют слои справа от площадки  $S$  (они движутся в данном случае быстрее), правая  $f$  - сила, с которой действуют слои слева от  $S$ . Эти силы взаимно противоположны и одинаковы по модулю. Вопрос, куда действует сила в плоскости  $S$ , не имеет смысла, пока не указано, со стороны каких слоев на какие».

Рисунок из книги Иродова приведен ниже.

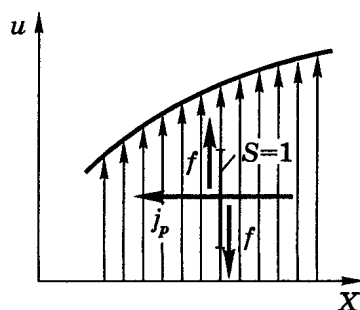


Рис. 6.5

Рис.9-16. Рисунок 6.5 из книги Иродова

Анализируя этот рисунок и его описание невозможно не заметить противоречий. Во-первых, нельзя говорить о боковом потоке импульса, если в этом направлении нет никакого движения вязкой среды. Во-вторых, если показанные на рисунке силы действуют в одной плоскости, противоположны и равны, то в сумме они никак не могут препятствовать направленному течению вязкой среды. В третьих, векторы *сил* и *плотности потока импульса* показаны взаимно перпендикулярными, что противоречит первоначальному утверждению о их взаимной обусловленности, а показанное направление потока импульса противоположно действию силы давления, направленной всегда в сторону больших скоростей потока.

Не менее загадочное объяснение вязкости приведено в физическом справочнике [49, стр.364]. Вязкость тел  $\eta_{xy}$  определяется соотношением Ньютона

$$F_x = -\eta_{xy} \nabla u_y,$$

связывающим силу внутреннего трения  $F_x$ , которая действует на единичную площадку в направлении, противоположном градиенту скорости течения вязкого вещества (газа, жидкости), с градиентом скорости  $\nabla u_y$ . Если рассматриваемый объем, заполненный текучим веществом, не имеет выделенных направлений, которые могут быть обусловлены либо наличием внешних полей, либо преимущественной ориентацией частиц вещества, все компоненты тензора вязкости равны друг другу и вязкость является скаляром.

Приведенное выражение можно понимать двояко.

Первый вариант: градиент модуля скорости течения вязкого вещества, направлен по оси  $y$ , то есть поперек направления течения вещества, а сила внутреннего трения  $F_x$  направлена по оси  $x$  и имеет направление против течения. Но этому противоречит фраза о том, что она действует на единичную площадку в направлении, противоположном градиенту скорости.

Второй вариант: под градиентом скорости понимают дивергенцию вектора скорости, направление и скорость течения вязкого вещества это ось  $x$ , а сила трения направлена перпендикулярно течению по оси  $y$ . Однако такому пониманию опять же противоречит фраза о том, что сила внутреннего трения  $F_x$  действует на единичную площадку в направлении, противоположном градиенту скорости.

В общем, путаница с объяснением сил вязкого трения - полнейшая. А то, что вязкость представляет собой скаляр, это здесь и не оспаривается.

Не меньше логических противоречий встречается при описании другой физической величины – кинематической вязкости, обозначаемой буквой -  $\nu$  [46].

Определяющим уравнением для кинематической вязкости считается отношение динамической вязкости  $\eta$  среды к ее плотности  $\rho$ :

$$\nu = \frac{\eta}{\rho}. \quad (9.104)$$

. *Кинематическая вязкость* по размерности представляет собой произведение *скорости* на *длину*:

$$\dim \nu = L^2 T^{-1}. \quad (9.105)$$

В русском языке понятие *вязкость* ассоциируется с понятиями *густота* и *сгущение*. Чем больше значение вязкости – тем больше сгущение среды и тем труднее ей самой или внутри нее двигаться. Это вполне очевидно. Однако если анализировать размерность кинематической вязкости, представляющей собой произведение *скорости* на *длину* (пространственную протяженность), то возникает логическое противоречие - большему значению кинематической вязкости соответствуют большие значения *скорости* и *длины*, а по физическому смыслу должно быть наоборот.

С величиной *кинематическая вязкость* по размерности совпадает другая физическая величина, именуемая *коэффициентом диффузии* и обозначаемая буквой -  $D$ . *Коэффициент диффузии* связывает *поток массы*  $j_m$  с *градиентом объемной плотности*  $\rho$  в законе Фика [113, стр.402; 114, стр.176]:

$$j_m = -D \frac{d\rho}{dx}. \quad (9.106)$$

Здесь с логикой дела обстоят вполне нормально. Чем больше *коэффициент диффузии* – тем больше *скорость* распространения неоднородностей среды и тем *длиннее* их путь распространения за одно и то же время.

Таким образом, из всех используемых терминов, для наименования физической величины с размерностью  $\dim \nu = L^2 T^{-1}$  наиболее подходит термин *диффузия* или *коэффициент диффузии*. По смыслу диффузия сродни проницаемости, чем больше этот коэффициент, тем больше скорость распространения (рассасывания) неоднородностей среды. На этом основании вполне возможно и логически необходимо заменить существующий термин *кинематическая вязкость* на термин *проницаемость*.

Если посмотреть иначе на физическую величину, имеющую размерность  $\dim \nu = L^2 T^{-1}$ , то ее можно представить и как отношение *массы* к *скорости*. Поскольку произведение *массы* на *скорость* есть *импульс* (количество движения) - величина сохраняющаяся, то физическая величина, представляющая собой отношение *массы* к *скорости* тоже должна быть величиной сохраняющейся. На первый взгляд, здесь тоже имеется логическое противоречие: *проницаемость* будет величиной, обратной *скорости*. Но, вдумавшись, *проницаемость* более массивного тела всегда больше, если начальные значения скорости и

геометрические параметры двух тел одинаковы. Так что логика и физический смысл здесь не противоречат друг другу.

Теперь снова обратимся к понятию *динамическая вязкость* (или просто *вязкость*). Согласно нашему предложению, если его реализовать, *вязкость* будет представлять собой произведение *плотности* среды на ее *проницаемость*. Но эти два термина по своему влиянию на *вязкость* будут прямо противоположны. Из опыта известно: чем больше *плотность* – тем больше *вязкость* и чем больше *проницаемость* – тем меньше *вязкость*. Как объяснить возникающее противоречие? Объяснения вполне возможны.

Во-первых, возможно, что вклад этих двух составляющих не одинаков и влияние *плотности* на *вязкость* превалирует над влиянием *проницаемости*.

Во-вторых, когда мы говорим о *проницаемости*, то подразумеваем не только процесс течения вязкой среды, но и процесс проникания в эту среду инородного тела. В этом случае в *вязкости*, представленной произведением *плотности* на *скорость*, под *скоростью* надо понимать ее изменение, которое пропорционально *вязкости*.

В третьих, возможно дать определение *вязкости* и без привязки к *проницаемости*. Для иллюстрации этого привлечем к анализу систему физических величин и закономерностей (ФВиЗ), представленную в части механических величин (рис.9.17).

На рисунке приведены системные взаимосвязи *вязкости* (динамической) с *коэффициентом диффузии*, который предложено называть *проницаемостью*, и с *плотностью потока импульса*.

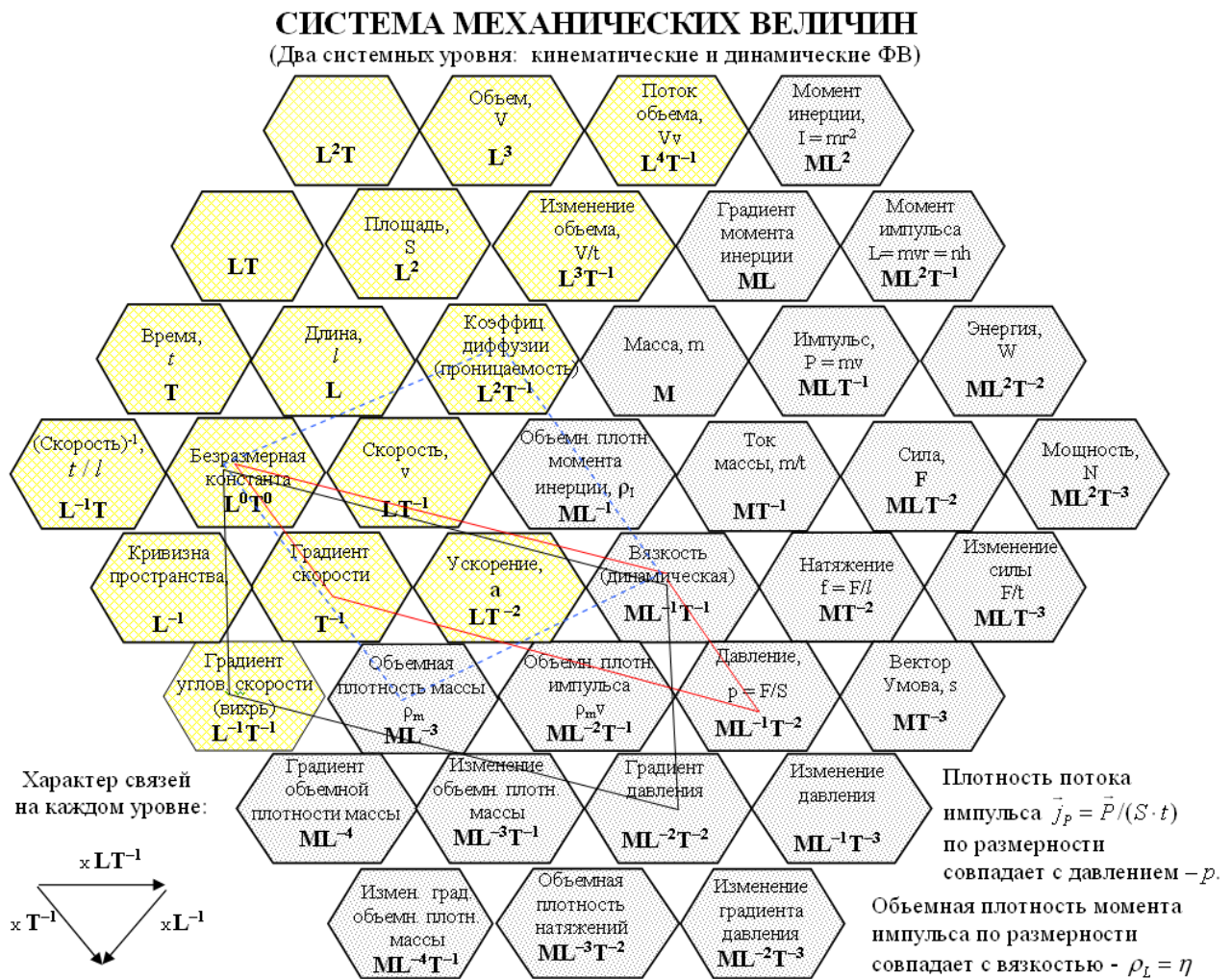


Рис.9-17. Вязкость в системе механических физических величин

Из приведенного рисунка и поясняющей на нем надписи видно, что *плотность потока импульса* по размерности совпадает с *давлением* – величиной скалярной. Если в формуле (9.103) использовать физическую величину *давление*, то всякие недоразумения, связанные с определением направленности действующих в вязкой среде *сил* и *импульсов* – исчезают.

*Вязкость* по размерности совпадает с *объемной плотностью момента импульса*. Это говорит о том, что *вязкость* определяется не только градиентом *скорости* ламинарного течения среды, но также определяется и турбулентностью этой среды. Турбулентность характеризуется наличием вихревых структур. Если градиент угловой скорости обозначить –  $\xi$ , то определяющее уравнение для вязкости (видимо, турбулентной составляющей вязкости) будет следующим:

$$\eta = \frac{\text{grad } p}{\xi} \quad (9.107)$$

Для случая ламинарного течения вязкость  $-\eta$ , скорее всего, будет присутствовать в двух уравнениях связи. Первое уравнение определяет осевое давление  $-p_{oc}$ , возникающее

по осевому направлению (ось  $z$ ) течения вязкой среды или спереди движения в нем инородного тела. Роль этого давления - препятствовать указанному осевому движению и его значение будет тем больше, чем больше осевое изменение (дивергенция) скорости:

$$p_{\text{ос}} = \eta \frac{du}{dz}. \quad (9.108)$$

Другое уравнение будет определять боковое давление -  $p_{\text{бок}}$ , которое проявляет себя в виде статической боковой силы, направленной (пор оси  $x$ ) внутрь движущегося потока жидкости или газа. Это давление хорошо известно, оно входит в уравнении Бернулли. Выражение для давления очевидно такое:

$$p_{\text{бок}} = \eta \frac{du}{dx}. \quad (9.109)$$

Уравнение Бернулли без участия перепада высот имеет вид [113, стр.249]:

$$\frac{\rho u_1^2}{2} + p_1 = \frac{\rho u_2^2}{2} + p_2. \quad (9.110)$$

Объединяя выражения (9.109) и (9.110) можем записать:

$$p_{\text{бок}} = p_2 - p_1 = -\frac{\rho}{2}(u_2^2 - u_1^2). \quad (9.111)$$

В дифференциальной форме объединенное выражение видимо можно представить так:

$$p_{\text{бок}} = \eta \frac{du}{dx} = -\frac{\rho u^2}{2}, \quad (9.112)$$

где  $u$  – относительная скорость соседних слоев жидкости или газа.

Решая дифференциальное уравнение (9.112) разделением переменных:

$$\frac{du}{u^2} = -\frac{\rho}{2\eta} dx, \quad (9.113)$$

при постоянном значении плотности  $\rho$  получаем почти тривиальный результат:

$$\frac{1}{u \cdot x} = \frac{\rho}{2\eta}. \quad (9.114)$$

Это, по сути, известное соотношение для *коэффициента диффузии*, по-нашему предложению, *проницаемости*:

$$D = u \cdot x = \frac{2\eta}{\rho}. \quad (9.115)$$

Рассмотренные давления  $p_{oc}$  и  $p_{бок}$  не равны. Они, судя по всему, должны различаться на составную часть уравнения Бернулли, содержащую линейную скорость во второй степени.

Таким образом, по изложенному материалу можно сформулировать следующие два вывода:

1. Термин *кинематическая вязкость*, обозначающий физическую величину с размерностью *скорости*, помноженной на *длину*, применен неудачно. Этот термин логически противоречив. Сущность данной физической величины наиболее ясно выражает прямо противоположное понятие - *проницаемость*. Возможно использование термина *коэффициент диффузии*, но он мало подходит для описания процесса течения однородных жидкостей или газов.

2. Представление физической величины *динамическая вязкость* (или просто *вязкость*) как коэффициента, связывающего *поперечный градиент скорости* течения вязкой среды и *плотности потока импульса*, имеющего тоже боковую направленность, логически несостоятельно. Взамен термина *плотность потока импульса* целесообразно оперировать понятием *давление*. Указанные физические величины имеют одинаковую размерность, но они принципиально разные по характеру, первая величина – векторная, а вторая – скалярная.

#### О разновидности физических величин «действия» и их названиях

Древние греки считали, что пока вещь, объект или субъект не названы - они не существуют. Примерно тоже самое можно сказать и в отношении физических величин, которыми мы оперируем.

Надо отметить, что ввод любых новых терминов в сложившийся понятийный аппарат физики является делом и трудным и очень ответственным. Любые новые понятия требуют всестороннего обсуждения и их добровольного принятия научно-педагогическим сообществом. В докладе ставится и обсуждается вопрос о возможности и целесообразности наименования нескольких новых, с точки зрения автора, физических величин, которым можно присвоить общее название «действия».

Впервые название физической величины (ФВ) «*действие*» ввел в понятийный аппарат физик Р. Фейнман. Этим термином он назвал ФВ, представляющую собой по размерности: произведение *энергии* на *время* или произведение *импульса* на *длину* (*пространственную протяженность*). Надо сказать, что это название прижилось и сейчас используется в физике повсеместно.

В современных работах разных авторов [5, 66, 73, 87], изучающих строение атомных структур, стали использоваться ФВ, представляющие собой по размерности: произведение *энергии* на *длину*, произведение *энергии* на *площадь* и другие. Судя по всему эти новые ФВ

не только реально существуют (в смысле, используются в физических публикациях и входят в систему физических величин [35]), но и очень важны ввиду им приписываемых (а скорее всего, действительных) свойств квантуемости и сохраняемости.

Одну из таких ФВ, представленную по размерности произведением энергии на длину, автор в своих работах неоднократно именовал «потенциальным действием» - дабы не было путаницы с общепризнанным фейнмановским действием. Фейнмановское же действие предлагалось именовать действием актуальным. Две другие ФВ автор именовал *изоэнергетической поверхностью* и *изоимпульсной поверхностью*, что и самому не очень нравилось, но ведь как-то надо было их называть. Термин *изоэнергетическая поверхность* был заимствован из общепринятого названия «изоэнергетическая поверхность Ферми», которую вообще-то к ФВ трудно причислить. Это, скорее, некая характерная область пространства конкретного объекта микромира.

В защиту выдвигаемого тезиса о существовании нескольких разновидностей ФВ под общим названием «действие» можно привести следующие соображения [116]. Во-первых, рассматриваемые ФВ расположены в системе ФВ в одном месте, изображенном на рисунке 9-18. Это системное место характерно присутствием важнейшей и широко известной ФВ - *действие*, название которой целесообразно сохранить и в названии рядом расположенных ФВ.

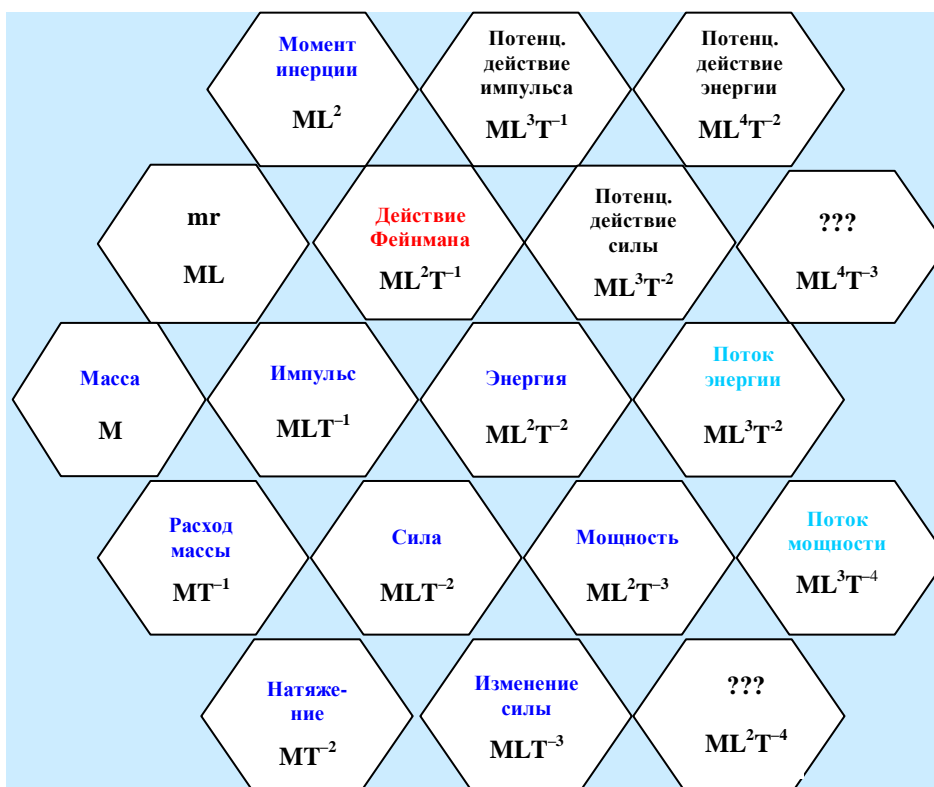


Рис.9-18. Рассматриваемый фрагмент системы физических величин

Во-вторых, размерностные соотношения рассматриваемых ФВ по своей структуре очень схожи с фейнмановским *действием*, что показано в таблице 27. В этой же таблице приведены ранее использовавшиеся автором и вновь предлагаемые (для обсуждения) названия ФВ. Из таблицы видно, что название конкретного *потенциального действия* происходит от наименования ФВ, умножаемой по размерности на *площадь*.

Таблица 27

Размерность ФВ в СИ	Выражение данной ФВ через другие	Используемое название	Предлагаемое новое название
$ML^2T^{-1}$	(энергия · время) = (импульс · длина) = (вращение или расход массы · площадь)	<i>Действие, (действие актуальное)</i>	<i>Действие Фейнмана, (фейнмановское действие), (ДФ, ФД)</i>
$ML^3T^{-2}$	(сила · площадь) = (энергия · длина) = (натяжение · объем)	<i>Действие потенциальное</i>	<i>Потенциальное действие силы (ПДС или СПД)</i>
$ML^4T^{-2}$	(энергия · площадь) = (сила · объем)	<i>Изоэнергетическая поверхность</i>	<i>Потенциальное действие энергии (ПДЭ или ЭПД)</i>
$ML^3T^{-1}$	(импульс · площадь) = (расход массы · объем)	<i>Изоимпульсная поверхность</i>	<i>Потенциальное действие импульса (ПДИ или ИПД)</i>

Для подтверждения объективности существования ФВ, приводимых в таблице, можно привести формулы некоторых параметров в атомной модели Резерфорда-Бора. Например, произведение потенциальной, кинетической или полной энергии электрона на радиус его орбиты - есть величины постоянные. Для водородоподобных атомов действуют следующие соотношения [5]:

$$\frac{1}{2} m_e v_n^2 r_n = Z \hbar \alpha = \frac{Z m_e c^2 \alpha}{n^2} = h 2 \alpha c \frac{Z}{4 \pi} = \frac{e^2}{\epsilon_0} \cdot \frac{Z}{4 \pi}. \quad (9.116)$$

Эти выражения определяют ФВ, называемую *потенциальным действием силы* (ПДС). Можно называть ее и по иному: *силовое потенциальное действие* (СПД). Это сохраняющаяся и квантуемая ФВ, так как ее числовое значение одинаково для любых электронных орбит конкретного (по Z) водородоподобного атома.

#### ВЫВОДЫ ПО ГЛАВЕ:

Показано, что исследуемая система физических величин, благодаря свойствам регулярности ближайших размерностных связей и формализуемости правил определения простейших закономерных соотношений позволяет производить целенаправленный поиск новых физических величин и закономерностей. В частности, определено, что:

- в системе гравитационных величин имеются системные предпосылки наличия динамических силовых взаимодействий движущихся и вращающихся масс;
- известные на сегодня четыре типа силовых физических взаимодействий представимы с единых позиций как электромагнитные;
- вполне возможно, что квантово-механический принцип соотношения неопределенностей распространим и на другие пары сопряженных величин;
- проведенными расчетами обосновано существование новых физических величин, представляющих собой по размерности произведение: *силы на площадь*, *силы на длину*, *энергии на площадь* и др. Указанные величины являются сохраняющимися и, возможно, квантуемыми; для обсуждения научной общественности предложены рабочие названия этих величин;
- системные характеристики подтверждают физичность и полевой характер векторного магнитного потенциала.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ:

1. Системное представление физических величин на основе их размерностных взаимосвязей с использованием кинематической ( $LT$ - размерностной) системы было предложено, в свое время, Р. Бартини. Он также предсказал, что правильно найденная система физических величин должна порождать и систему законов физики. Однако Бартини в своей системе не удалось обнаружить систему законов физики, к тому же она обладала рядом недостатков, особенно в части системного представления электромагнитных величин.

2. Анализ системного представления физических величин в различных размерностных выражениях системных элементов, включая  $MLT$ -размерностное представление, позволил выявить ее многоуровневую (по иному, многослойную) структуру, вариативность системной структуры в зависимости от выбора исходной размерности электрического заряда, возможность формально-алгоритмического определения и визуализации в системе физических закономерностей в виде выделенных параллелограммов и выделенных линий.

3. Детальным исследованием варианта представления системы с исходной размерностью электрического заряда  $L^3T^{-1}$  установлено, что масса является выражением силы электрического тока, существующего в микрочастицах. На этой основе выявлено принципиальное единство известных на сегодня силовых взаимодействий - как исключительно электромагнитных. В естественной кинематической системе размерностей (ЕКСП), где единицы длины и времени имеют примерно планковские значения, проявляется единство известных фундаментальных физических констант, все они получают размеры, определяемые числовым значением постоянной тонкой структуры.

4. Ввиду многоуровневости (многослойности) структуры системы физических величин и закономерностей, целесообразно представлять ее в отдельных изображениях для механических, тепловых (с излучательными) и электромагнитных величин. Наибольшими функциональными возможностями для учебных и исследовательских целей обладает электронный вариант исполнения системы.

5. Практическое использование системы физических величин уже на сегодня позволило предсказать вероятное существование новых физических величин, таких как *силовое потенциальное действие* и *энергетическое потенциальное действие*. Предсказано вероятное существование многих новых физических закономерностей, а также квантуемость физической величины *линейный (объемный) элемент электрического тока*. Система апробирована применением в учебном вузовском процессе.

## Справочные значения константных физических величин в системе СИ [49]:

Скорость света  $C = 299792458$  м/с.

Заряд электрона  $q_e = 1,60217733 \cdot 10^{-19}$  Кл.

Магнитная постоянная  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн/м.

Электрическая постоянная  $\varepsilon_0 = 8,854187818 \cdot 10^{-12}$  Ф/м.

Гравитационная постоянная  $G^{\text{СИ}} = 6,67259 \cdot 10^{-11}$  м<sup>3</sup> кг<sup>-1</sup> с<sup>-2</sup>.

Планка постоянная  $h = 6,6260755 \cdot 10^{-34}$  Дж с.

Квант холловского сопротивления  $R_K = h/q_e^2 = 25812,8056$  Ом.

Постоянная тонкой структуры  $\alpha = 7,297353106 \cdot 10^{-3}$ .

Масса электрона  $m_e = 9,1093897 \cdot 10^{-31}$  кг.

Классический радиус электрона  $r_e = 2,81794092 \cdot 10^{-15}$  м.

Бора магнетон  $\mu_B = q_e h / (4\pi m_e) = 9,2740154 \cdot 10^{-24}$  Дж/Тл.

Ядерный магнетон  $\mu_N = q_e h / (4\pi m_p) = 5,0507866 \cdot 10^{-27}$  Дж/Тл.

Планковская масса  $m_{pl}^{\text{СИ}} = \sqrt{hc / (2\pi G^{\text{СИ}})} = 1,61605 \cdot 10^{-8}$  кг.

Планковская длина  $l_{pl}^{\text{СИ}} = \sqrt{h / (2\pi m_{pl}^{\text{СИ}} C)} = 1,61605 \cdot 10^{-35}$  м.

Планковское время  $t_{pl}^{\text{СИ}} = l_{pl}^{\text{СИ}} / C = 5,39056 \cdot 10^{-44}$  с.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Сена Л.А. Единицы физических величин и их размерности. – М.: Наука. 1988. 432 с.
2. Брянский Л.Н., Дойников А.С., Крупин Б.Н. О терминах «единицы величин» и «единицы физических величин». «Законодательная и прикладная метрология». 1995. №1.
3. Брянский Л.Н., Дойников А.С., Крупин Б.Н. О необходимости исключения прилагательного «физическая» из метрологической практики. «Метрология». 1996. №4.
4. Брянский Л.Н., Дойников А.С., Крупин Б.Н. О «размерности» безразмерных величин. «Законодательная и прикладная метрология». 1999. №1.
5. Чуев А.С. Физическая картина мира в размерности «длина-время». Серия «Информатизация России на пороге XXI века». – М.: СИНТЕГ, 1999 – 96 с.
6. Парсел Э. Электричество и магнетизм. Учебное руководство: Пер. с англ./Под ред. А.И. Шальникова и А.О. Вайсенберга, - 3-е изд., испр. – М.: Наука. глав. ред. ф.-м. литер., 1983. – (Берклеевский курс физики). – 416 с.
7. Роберт Орос ди Бартини. Некоторые соотношения между физическими константами./ Доклады Академии наук СССР. 1965. Том 163, № 4. С. 861- 864.
8. Роберт Орос ди Бартини. Соотношение между физическими величинами. // Проблемы теории гравитаций и элементарных частиц. Под редакцией д.т.н. К.П. Станюковича и к.ф.-м.н. Г.А. Соколика. – М.: Атомиздат. 1966. Вып.1. с.249-266.
9. Р.О. ди Бартини, П.Г. Кузнецов. Множественность геометрий и множественность физик. В сб. Труды семинара "Кибернетика электроэнергетических систем". Вып.2 – Моделирование динамических систем. – Брянск. 1974. С. 18-29.
10. Смирнов Г.В. Числа, которые преобразили мир. «Техника молодежи». 1999. №1.
11. Никоненко К.Л. Что же такое материя? Труды Конгресса-98 «Фундаментальные проблемы естествознания». Том 1. С-Пб. 1999.
12. Новицкий В.Н. «Камень преткновения» в физике. Журн. Техника молодежи. Доклады лаборатории ИНВЕРСОР, доклад №98. 1990.
13. Большаков Б.Е. Закон природы или как работает Пространство-Время. РАЕН, Международный университет природы, общества и человека «Дубна», 2002 г. 265 с.
14. Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа- общество – человек. Учебник. С-Пб.- М.-Дубна. 2002. 616 с.
15. Чуев А.С. Системность физических величин в  $LT$ - системе размерностей// Приложение 2 книги Кузнецов О.Л., Большаков Б.Е. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа- общество – человек. Учебник. С-Пб.- М.-Дубна. 2002. С. 525-573.

16. Чуев А.С. Фундаментальные физические постоянные – взаимосвязь размерностей и единство числовых значений в системе размерностей - *ЛТ*. [http://rusnauka.narod.ru/lib/autor/chuev\\_a\\_s/1/index.html](http://rusnauka.narod.ru/lib/autor/chuev_a_s/1/index.html) , 2001 г.
17. Чуев А.С. Система физических величин в размерности *MLT* (СИ), особенности и свойства. [http://rusnauka.narod.ru/lib/autor/chuev\\_a\\_s/2/](http://rusnauka.narod.ru/lib/autor/chuev_a_s/2/) , 2002 г.
18. Чуев А.С. О системной размерностной взаимосвязи физических величин. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4725.html> ,2003.
19. Чуев А.С. Взаимосвязь размерностей и единство числовых значений фундаментальных физических констант в системе размерностей – *ЛТ*. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4726.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4726.html) , 2003 г.
20. Чуев А.С. О необходимости раздельного представления систем механических (гравитационных) и электромагнитных физических величин. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5113.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5113.html) , 2003 г.
21. Чуев А.С. О существующих и теоретически возможных силовых законах, обнаруживаемых в системе физических величин. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5811.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/5811.html) . 2003 г.
22. Чуев А.С. О многоуровневой системе физических величин, выражающей законы природы, в частности, структуру и взаимосвязи электромагнитных величин. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7335.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7335.html) . 2004 г.
23. Чуев А.С. Интерпретация квантово-механических представлений с позиций волнового описания и системности физических величин. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8622.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8622.html) , 2007 г.
24. Чуев А.С. О системной взаимосвязи физических величин в размерности "длина-время" и природе гравитации. Материалы Международного Конгресса "ИнтерЭНИО-99". Научные основы и прикладные проблемы энергоинформационных взаимодействий в природе и обществе. Москва. 2000.
25. Чуев А.С. О системной взаимосвязи физических величин, единой природе сил и единстве числовых значений фундаментальных констант. Тезисы междунар. Конференции. 2000 г. ( <http://www.physical-congress.spb.ru> ).
26. Чуев А.С. О естественно-научных основах формирования целостного (органического) миропонимания у студентов общественно-экономических специальностей. Материалы международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления - 2000". 25-26 октября 2000 г. Выпуск 5. Москва. ГУУ-2000.
27. Чуев А.С. Физическая картина мира в идеальной (*LT*) системе размерностей. Материалы международной научной конференции «Проблема идеальности в науке», г. Москва, 17-18 марта 2000 г.- М., 2001. Стр.201-205.

28. Чуев А.С. Система физических величин в размерности  $MLT$  (СИ), особенности и свойства. Тезисы междунар. Конференции. 2002 г. <http://www.physical-congress.spb.ru>
29. Чуев А.С. Использование системы физических величин в объяснении принципа органичности мироустройства по предмету «Концепции современного естествознания». Материалы международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления - 2002". 23-24 октября 2002 г. Выпуск 6. Москва. ГУУ-2002.
30. Чуев А.С. О зарядо-полевым представлении сил инерции. Материалы международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления - 2003". 22-23 октября 2003 г. Выпуск 6. Москва. ГУУ-2003.
31. Чуев А.С. О целостном подходе в преподавании естественно-научных закономерностей с использованием системы физических величин. Материалы международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления - 2004". 10-11 ноября 2004 г. Выпуск 4. Москва. ГУУ-2004.
32. Чуев А.С. Преподавание и изучение природных закономерностей с использованием системы физических величин (целостный подход). Необратимые процессы в природе и технике: Тезисы докладов Третьей Всероссийской конференции 24-26 января 2005 г. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005.
33. Чуев А.С. О формировании диалектического миропонимания у студентов при изучении курса «Концепции современного естествознания». Материалы международной научно-практической конференции "Актуальные проблемы управления - 2006". 26-27 октября 2005 г. Выпуск 2. Москва. ГУУ-2005.
34. Чуев А.С., Легейда А.С. Система физических величин в электронном исполнении. Необратимые процессы в природе и технике: Тезисы докладов Четвертой Всероссийской конференции 29-31 января 2007 г. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, ФИАН, 2007. С. 626-630.
35. Чуев А.С. Система физических величин и закономерных размерностных взаимосвязей между ними. «Законодательная и прикладная метрология». 2007. №3. С 30-33.
36. Карпенков С.Х., Чуев А.С., Поляков П.А. и др. Исследование эффективности использования естественно-научной информации в управлении. Отчет по этапу 3 НИР «Естественно-научные и информационные аспекты проблем управления». Тема ГУУ №6013-01. С. 1-53.
37. Плотников Н.А. Система физических величин. Вологда. 1978. (Текст книги имеется на сайте: <http://www.plotnikovna.narod.ru/>).
38. Вейник А.И. Термодинамика. 3-е изд. – Минск. Высшая школа. 1968. 464 с.
39. Ермолаев Д.С. Обобщенные законы физики или физика для начинающих. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4959.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4959.html).

40. Коган И.Ш. Пути решения проблемы систематизации физических величин. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7073.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7073.html).
41. Коган И.Ш. Обобщение и систематизация физических величин и понятий. Израиль-Хайфа. «Рассвет». 2006. 207 с.
42. Вудынский М.М., Вудынский Ю.М. Устройство для получения зависимостей между размерными физическими величинами. А.С. на изобретение, СССР. №204034.
43. Вудынский М.М., Вудынский Ю.М. Устройство для определения зависимостей между размерными физическими величинами. А.С. на изобретение, СССР. №257880.
44. Кузнецов В.И., Идлис Г.М., Гутина В.Н. Естествознание. - М.: Агар, 1996, 384 с.
45. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Т 6. Электродинамика. – М.: Мир. 1966.- 343 с.
46. Стоцкий Л.Р. Физические величины и их единицы: Справ. Кн. Для учителя. – М.: Просвещение, 1984.- 239 с.
47. Чертов А.Г. Международная система единиц измерений. – М.: Высшая школа. 1967. – 288 с.
48. Максвелл Дж. К. Трактат об электричестве и магнетизме. В двух томах, т.1, 2. – М.: Наука, 1989.
49. Физические величины: Справочник/ А.Б. Бабичев и др.; Под ред. И.С. Григорьева, Е.З. Мейлихова. – М.: Энергоатомиздат, 1991. - 1232 с.
50. Каршенбойм С.Г. Фундаментальные физические константы: роль в физике и метрологии и рекомендованные значения. УФН. Том 175. №3.
51. Каршенбойм С.Г. О переопределении килограмма и ампера в терминах фундаментальных физических констант. УФН. Том 176. №9.
52. Переопределение килограмма, ампера, кельвина и моля: метод, предложенный для выполнения Рекомендации 1 МКМВ (SI-2005). Перевод. Metrologia 43 (2006) 227-246.
53. Галицкий И.М. Будущее физики, математики, науки. Некоторые футурологические следствия./«Клуб фундаментальных естественнонаучных идей». Выпуск 4. Гомель. 1992.
54. Нарликар Дж . Неистовая Вселенная. — М.: Мир. 1985. 256 с.
55. Чужов Е.Б. Геометризация физических величин. М. 2005.
56. Лосский Н.О. Избранное. Мир как органическое целое. — М.: Изд. Правда. 1991.
57. Гегель Г.В.Ф. Энциклопедия философских наук. В 3 т. -М.: Мысль, 1975.
58. Органицизм. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Органицизм>
59. Ацюковский В.А. Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 280 с.
60. Зоммерфельд А. Электродинамика. 1958.

61. Шипицын Л.А. Гидродинамическая интерпретация электродинамики и квантовой механики. – М.: Изд-во МПИ, 1990. – 49 с.
62. Яворский Б.М., Детлаф А.А.. Справочник по физике для инженеров и студентов вузов. М.: Наука, 1968. – стр. 527. (g- фактор).
63. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Наука. 1968. С – 432.
64. Матвиевская Г.П. Рене Декарт. М.: Просвещение. 1987. - (Люди науки).
65. Интернет сайт Чуева А.С.: <http://www.eksr.narod.ru/>
66. Голубев А.Н. Основы натуральной философии. М.: Изд-во РЭФИА. 1997.
67. Николаев Г.В. Непротиворечивая электродинамика. Теория, эксперимент, парадоксы. Книга 1. Томск, 1997.
68. Мартинсон Л.К., Смирнов Е.В. Квантовая физика: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
69. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х томах. Т. 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела Физика атомного ядра и элементарных частиц. – 3-е изд., испр. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
70. Трофимова Т.И. Физика в таблицах и формулах: Учеб. Пособие для студентов вузов. 2-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2004.
71. Сивухин Д.В. Общий курс физики: в 5 т. Т. 3: Электричество. М.: Наука, 1978.
72. Савельев И.В. Курс общей физики: В 5 кн.: Кн.2: Электричество и магнетизм: 2004.
73. Руднев А.Д. К вопросу об энергии покоя. <http://314159.ru/rudnev/rudnev5.htm> .
74. Гришаев А.А.. Разноименные электрические заряды, как противофазные квантовые пульсации. <http://newfiz.narod.ru/charge.html> .
75. Киржниц Д.А., Лозовик Ю.Е. Плазменные колебания электронной оболочки атома. УФН. Том 89, вып.1. 1966 г. Май. Стр. 39-47.
76. Чуев А.С. Модель атома с пузырьреподобной электронной оболочкой. Материалы 5-й Всероссийской конференции «Необратимые процессы в природе и технике». 26-28 января 2009 г. В 3-х частях. Часть III. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Москва. 2009. Стр. 138-141
77. Чуев А.С. Пузыреподобная модель атома.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9470.html>
78. Алеманов С.Б. Волновая теория строения элементарных частиц. - М.: "БИНАР", 2009 г. (текст книги имеется на сайте автора: <http://alemanow.narod.ru/theory.htm> )
79. Ерохин В.В. Главная ошибка электродинамики.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9912.html> , сентябрь 2009 г.
80. Самохвалов В.Н. Физические поля гравитационной природы.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8953.html>

81. Самохвалов В.Н. Гравитационное излучение и гравимагнитное взаимодействие при высокоскоростном вращении малых несбалансированных масс.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/9368.html>
82. Гибсон Э. Спокойное Солнце. Перевод с англ. М., Мир, 1997.
83. Куликов К.А. Вращение Земли. М., Недра, 1985.
84. Ильенков Э.В. Диалектическая логика. Очерки истории и теории. – М., Политиздат, 1974. 271 с.
85. Все астрофизические джеты похожи друг на друга.  
<http://science.compulenta.ru/578801/>
86. Шипов Г.И. Теория физического вакуума. – М. Изд. Н-Т-Центр, 1993. – 362 с.
87. Эффект ЭПР. [http://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс\\_Эйнштейна](http://ru.wikipedia.org/wiki/Парадокс_Эйнштейна) —  
[Подольского](#) — [Розена](#)
88. Сидоренков В.В. Единое поле силового взаимодействия материальных тел.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10791.html>
89. Козырев Н. А. Прикладная механика. Избранные труды. — Л.: из-во Ленингр. ун-та, 1991. С. 232-409.
90. Иродов И.Е. Волновые процессы. Основные законы: Учеб. пособие для вузов/- 2-е изд., дополн. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 263 с.
91. Иродов И.Е. Задачи по общей физике. Учеб. пособие для вузов/- 5-е изд., испр. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2003. – 432 с.
92. Лекции профессора Яковенко В.А. по механике.  
[http://phys.bspu.unibel.by/static/um/phys/meh/lekcii/lekmexpdf/lekmex\\_31.pdf](http://phys.bspu.unibel.by/static/um/phys/meh/lekcii/lekmexpdf/lekmex_31.pdf)
93. Физические параметры звука.  
<http://www.ciferton.ru/modules/smartsection/item.php?itemid=104>
94. Физика цунами. <http://www.elkin52.narod.ru/new/otvet37.htm>
95. Коган И.Ш. Естественная размерность температуры.  
<http://physicalsystems.narod.ru/index07.06.5.html>
96. Чуев . А.С. Причина саморазвития космических систем – в неполном тождестве инертной и гравитационной масс./ <http://filosof.net/disput/chuev/psks.htm>.
97. Чуев А.С. О причине дифференциального вращения центральных тел и механизме образования и саморазвития космических систем.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/7488.html>
98. Чуев А.С. О системной размерностной классификации физических величин и попытке осмысления некоторых электромагнитных величин.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10816.html>

100. Чуев А.С. О векторном потенциале одиночно движущегося электрического заряда. [www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10106.html](http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10106.html) .
101. Чуев А.С. О поле векторного потенциала проводника с током и некоторых закономерных соотношениях с его участием.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10951.html>
101. Чуев А.С. Система физических величин и закономерностей. Тезисы доклада. Международная школа-семинар «Физика в системе высшего и среднего образования в России». 28-30 июня 2010 г. <http://forum.physicsnet.ru/conference>
102. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике, т.3, т.4, М.-Мир. 1977.
103. Канн К.Б. К электродинамике здравого смысла. <http://www.electrodynamics.narod.ru/>,  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10798.html> .
104. Скакодуб Г.А.. Кризис традиционной физики.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10636.html>
105. Скакодуб Г.А. Еще раз об электричестве и магнетизме.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/10751.html>
106. Менде Ф.Ф. Непротиворечивая электродинамика. Монография. – Харьков: «НТМТ», 2008, – 152 с.
107. Сидоренков В.В. Полноправность и физическая значимость электромагнитных векторных потенциалов в классической электродинамике.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/8675.html>
108. Докторович З.И. Несостоятельность теории электромагнетизма и выход из сложившегося тупика. <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/4797.html> , 2003 г.
109. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы. – 4-е изд., испр. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003.
110. Алеманов С.Б. Волновая теория строения элементарных частиц. М.: «БИНАР», 2000 – 52с.
111. Николаев Г.В. Современная электродинамика и причины ее парадоксальности.  
<http://bourabai.narod.ru/nikolaev/electro05.htm>
112. Николаев Г.В. Экспериментальные парадоксы электродинамики.  
<http://www.trinitas.ru/rus/doc/avtr/01/0403-00.htm>
113. Савельев И.В. Курс общей физики: Учеб. пособие. В 3-х томах. Т. 1. Механика. Молекулярная физика. – 3-е изд., испр. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.– 432 с.
114. Иродов И.Е. Физика макросистем. Основные законы. – 3-е изд., стереотипное. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006.– 207 с.

115. Чуев А.С. О системной взаимосвязи фундаментальных физических констант.  
<http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/11152.html>

116. Чуев А.С. О разновидности физических величин «действие». Труды 6-й Всероссийской конференции «Необратимые процессы в природе и технике». 26-28 января 2011 г. Ч. III. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. Стр. 132-135.