

<https://spql.ru>

Инструкция к интерактивной системе ФВиЗ (ИС ФВиЗ)

Чуев А. С., Мартыненко А. Д.



2025 год

Содержание

1. Введение	4
1.1. Об инструкции	4
1.2. О системе ФВиЗ	4
1.2.1. Краткий экскурс	7
1.2.2. Режим	17
1.2.3. Связь уровней	24
1.2.4. Построение закономерностей в системах ФВиЗ	33
1.2.5. Обзоратель	39
1.3. Об интеративной системе ФВиЗ	63
1.3.1. Обзор рабочего пространства	64
1.3.2. Об авторах	65
2. Базовое взаимодействие с системой	66
2.1. Файл	66
2.1.1. Открыть	66
2.1.2. Сохранить локально	68
2.1.3. Сохранить локально как	69
2.2. Правка	71
2.2.1. Назад	71
2.2.2. Вперёд	74
2.3. Скриншот	75
2.4. Сбросить всё	77
2.5. Регистрация, авторизация	78
3. Серверное взаимодействие с системой	79
3.1. Сохранить	79
3.2. Сохранить как	82
3.3. Мои файлы	84
3.3.1. Открытие	85

3.3.2.	Следующий проект	86
3.3.3.	Предыдущий проект	87
3.3.4.	Удаление проекта	88
3.4.	Выйти	89
3.5.	Удалить аккаунт	90
4.	Функциональное взаимодействие с системой	92
4.1.	Добавить комплект	92
4.1.1.	Добавление сверху	93
4.1.2.	Добавление справа	94
4.1.3.	Добавление снизу	96
4.1.4.	Добавление слева	97
4.1.5.	Добавление по периметру	98
4.2.	Ноль уровня в центр	100
4.3.	Шаг	101
4.3.1.	Режим M	106
4.3.2.	Режим L	108
4.3.3.	Режим T	110
4.3.4.	Режим I (только в режиме « MLTI »)	112
4.3.5.	n	113
4.3.6.	m	115
4.3.7.	Синхронизировать	116
4.3.8.	Применить	120
4.4.	Добавление новых уровней	122
4.4.1.	Режим G	123
4.4.2.	Режим k (только в режиме « MLTI »)	126
4.4.3.	Режим M	127
4.4.4.	Режим I (только в режиме « MLTI »)	129
4.4.5.	$G^n(k^m)$	131

4.4.6.	$\mathbf{M}^n(\mathbf{I}^m)$	133
4.4.7.	n	136
4.4.8.	m (только в режиме « MLTI »)	137
4.4.9.	Цвет уровня	138
4.4.10.	Создать	140
4.5.	Выбор уровня	142
4.6.	Построение закономерностей	143
4.6.1.	Первая величина	145
4.6.2.	Вторая величина	146
4.6.3.	Третья величина	148
4.6.4.	Четвёртая величина	151
4.6.5.	Добавить	152
4.6.6.	Новый	153
4.6.7.	Визуализация (только в режиме « MLT »)	155
4.7.	Законы	157
5.	Взаимодействие с базой данных	159
5.1.	Обозначение	159
5.2.	Наименование	159
5.3.	Единицы измерения кратко	160
5.4.	Единицы измерения полностью	160
5.5.	Сохранение данных, проход по данным	160
5.5.1.	Следующие данные	160
5.5.2.	Предыдущие данные	161
5.5.3.	Редактирование, сохранение	162

1. Введение

В данном разделе приведена общая информация о системе физических величин и закономерностей (ФВиЗ), а также рассмотрены базовые принципы работы системы ФВиЗ и их программная реализация.

1.1. Об инструкции

Настоящая Инструкция состоит из пяти разделов, в которых рассмотрены теоретические основы систем ФВиЗ и возможности интерактивной системы ФВиЗ (ИС ФВиЗ). Основной акцент сделан на функциональные кнопки и действия, которые происходят вследствие взаимодействия с рассматриваемыми кнопками в ИС ФВиЗ.

1.2. О системе ФВиЗ

Система физических величин и закономерностей (ФВиЗ) представляет собой многоуровневую систему на **LT**-размерностных элементах, содержащих физические величины, выраженные в привычной системе размерностей (**MLTI** или **MLT**, где **М** — масса, **Л** — длина, **Т** — время, **И** — электрический ток). Системные **LT**-размерностные элементы располагаются строго упорядоченно и связаны между собой *кинематическими связями*. Кинематическими принято называть связи, осуществляемые через *длину (Л)* и *время (Т)*. Для каждого раздела физики: механики, электромагнетизма, молекулярной физики и термодинамики, квантовой физики — удобно создать свои системы ФВиЗ, см. рисунок 1, рисунок 2, рисунок 3, рисунок 4.

(Механические ФВ образуют два системных уровня общих базовых величин)

Характер размерностных связей ФВ на каждом системном уровне:

Volume, V , L^3

Flow of volume, Vv , $L^4 T^{-1}$

Moment of inertia, $I = mr^2$, ML^2

Impulse, $L = mvr = nh$, $ML^2 T^{-1}$

Area, S , L^2

Change of volume, V/t , $L^3 T^{-1}$

?

Mass, m , M

Impulse, $P = mv$, $ML T^{-1}$

Energy, W , $ML^2 T^{-2}$

Time, t , T

Length, l , L

Viscosity kinematic, $L^2 T^{-1}$

Mass, m , M

Impulse, $P = mv$, $ML T^{-1}$

Force, F , $ML T^{-2}$

Power, N , $ML^2 T^{-3}$

Dimensionless constant, $L^0 T^0$

Velocity, v , LT^{-1}

Volume density of momentum, ρ_1 , ML^{-1}

Mass flow, m/t , MT^{-1}

Force, F , $ML T^{-2}$

Power, N , $ML^2 T^{-3}$

Curvature of space, L^{-1}

Angular velocity (frequency), T^{-1}

Acceleration, a , LT^{-2}

Dynamic viscosity, $ML^{-1} T^{-1}$

Tension, $f = F/l$, MT^{-2}

Change of force, F/t , $ML T^{-3}$

Gradient of frequency (ang. velocity), $L^{-1} T^{-1}$

Volume mass density, ρ_m , ML^{-3}

Volume impulse density, $\rho_m v$, $ML^{-2} T^{-1}$

Pressure, $p = F/S$, $ML^{-1} T^{-2}$

Vector of Umov-Poynting, s , MT^{-3}

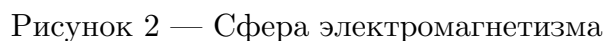
Gradient of mass density, ML^{-4}

Change of mass density, $ML^{-3} T^{-1}$

Gradient of pressure, $ML^{-2} T^{-2}$

Законмерные связи обнаруживаются по равенству отношений размерностей ФВ на смежных вершинах выделенного параллелограмма.

Рисунок 2 — Сфера электромагнетизма



СИСТЕМА ТЕПЛОВЫХ И ИЗЛУЧАТЕЛЬНЫХ ВЕЛИЧИН

(Размерности температуры и частоты приняты совпадающими)

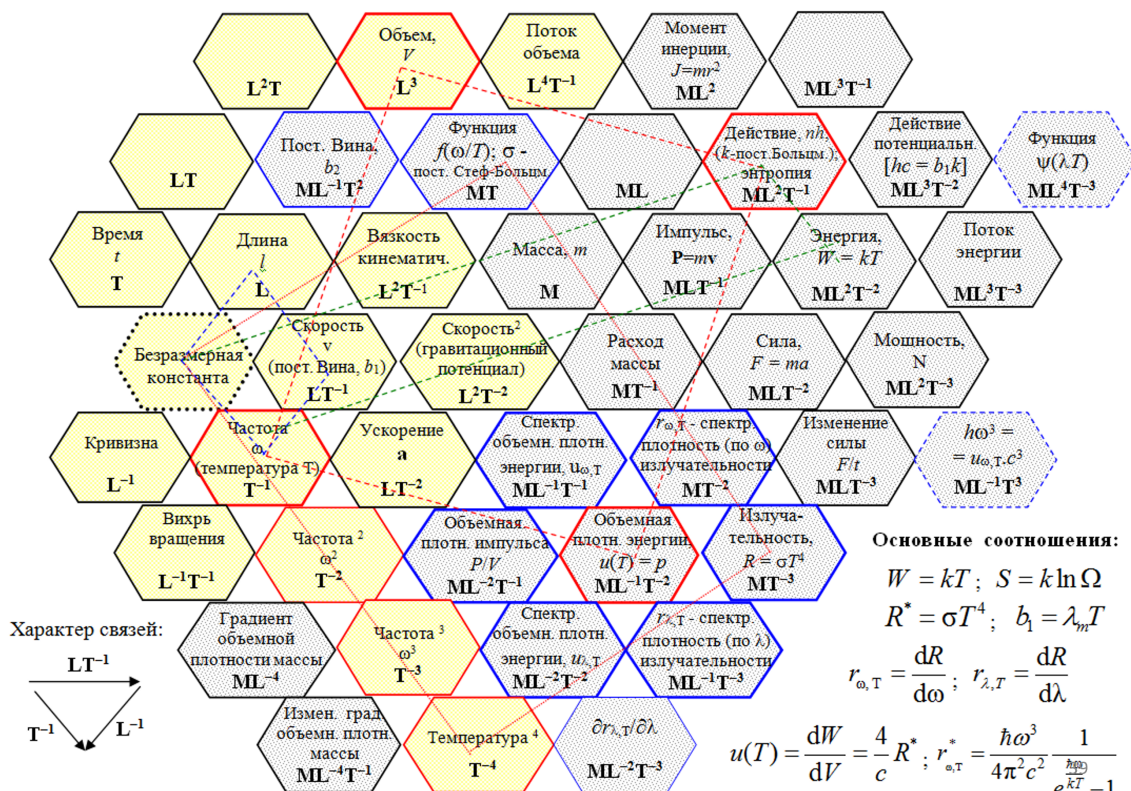


Рисунок 3 — Сфера молекулярной физики и термодинамики

СИСТЕМНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ ВОЛНОВОЙ ФУНКЦИИ И СВЯЗАННЫХ С НЕЙ ВЕЛИЧИН

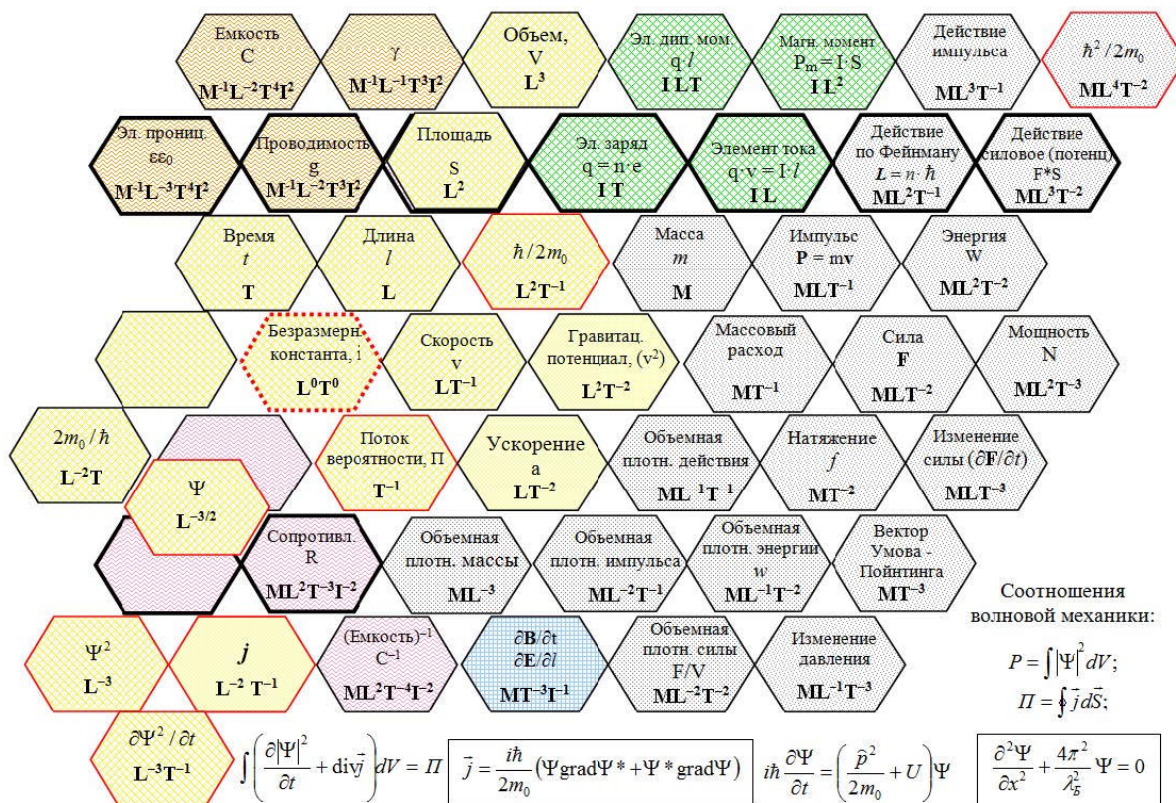


Рисунок 4 — Сфера квантовой физики

Система ФВиЗ имеет много общего с системой пространственно-временных величин Бартини-Кузнецова, см. рисунок 5. Однако система ФВиЗ, в силу использования шестиугольников для физических величин, позволяет лучше видеть кинематические связи.

**Система пространственно-временных величин
(LT-система Р.Бартини — П.Г.Кузнецов)**

$T^S \backslash L^R$	L^{-3}	L^{-2}	L^{-1}	L^0	L^1	L^2	L^3	L^4	L^5	L^6
T^{-6}							$L^3 T^{-1}$	$L^4 T^{-6}$	ИЗМЕНЕНИЕ МОЩНОСТИ	СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ МОЩНОСТИ
T^{-5}						ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ	ПОВЕРХНОСТНАЯ МОЩНОСТЬ	СКОРОСТЬ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛЫ	МОЩНОСТЬ	СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ
T^{-4}					ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ТОКА	ДАВЛЕНИЕ	УГЛОВОЕ УСКОРЕНИЕ МАССЫ	СИЛА	МОМЕНТ СИЛЫ. ЭНЕРГИЯ	СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДЕЙСТВИЯ
T^{-3}				ИЗМЕНЕНИЕ УГЛОВОГО УСКОРЕНИЯ	ПЛОТНОСТЬ ТОКА	НАПРЯЖЕННОСТЬ эл.-маг. ПОЛЯ ГРАДИЕНТ	ТОК МАССОВЫЙ РАСХОД	СКОРОСТЬ СМЕЩЕНИЯ ЗАРЯДА. ИМПУЛЬС	МОМЕНТ КОЛИЧЕСТВА ДВИЖЕНИЯ. ДЕЙСТВИЕ	МОМЕНТ ДЕЙСТВИЯ
T^{-2}			ИЗМЕНЕНИЕ ОБЪЕМНОЙ ПЛОТНОСТИ	МАССОВАЯ ПЛОТНОСТЬ. УГЛОВОЕ УСКОРЕНИЕ	УСКОРЕНИЕ	РАЗНОСТЬ ПОТЕНЦИАЛОВ	МАССА КОЛИЧЕСТВО МАГНИТИЗМА. КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА	МАГНИТНЫЙ МОМЕНТ	МОМЕНТ ИНЕРЦИИ	
T^{-1}		$L^{-2} T^{-1}$	$L^{-1} T^{-1}$	ЧАСТОТА	СКОРОСТЬ	ОБЪЯВНОСТЬ 2-Х МЕРНАЯ	РАСХОД ОБЪЕМНЫЙ	СКОРОСТЬ СМЕЩЕНИЯ ОБЪЕМА		
T^0	$L^{-3} T^0$	$L^{-2} T^0$	ИЗМЕНЕНИЕ ПРОВОДИМОСТИ	БЕЗРАЗМЕРНЫЕ КОНСТАНТЫ	ДЛИНА ЕМКОСТЬ САМОИНДУКЦИЯ	ПОВЕРХНОСТЬ	ОБЪЕМ ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ			
T^1	$L^{-3} T^1$	ИЗМЕНЕНИЕ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ	ПРОВОДИМОСТЬ	ПЕРИОД	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ РАССТОЯНИЯ	$L^2 T^1$				
T^2	$L^{-3} T^2$	МАГНИТНАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ	$L^{-1} T^2$	ПОВЕРХНОСТЬ ВРЕМЕНИ	$L^1 T^2$					
T^3	$L^{-3} T^3$	$L^{-2} T^3$	$L^{-1} T^3$	ОБЪЕМ ВРЕМЕНИ						

Рисунок 5 — Система пространственно-временных величин Бартини-Кузнецова

1.2.1. Краткий экскурс

В рассматриваемых размерностных системах удобно принять *кинематический кластер* (совокупность физических величин, схожих по степеням при **М** и **І** компонентах их размерностей) за систему отсчёта, т. к. он наиболее *элементарный*, т. е. связать ячейки на любом кластере с «координатами», которые будем называть **LT**-размерностью ячейки или физической величины, см. рисунок 6. Таким образом, **LT**-размерностные элементы — это ячейки *кинематического* кластера, принятого за систему отсчёта систем ФВиЗ.

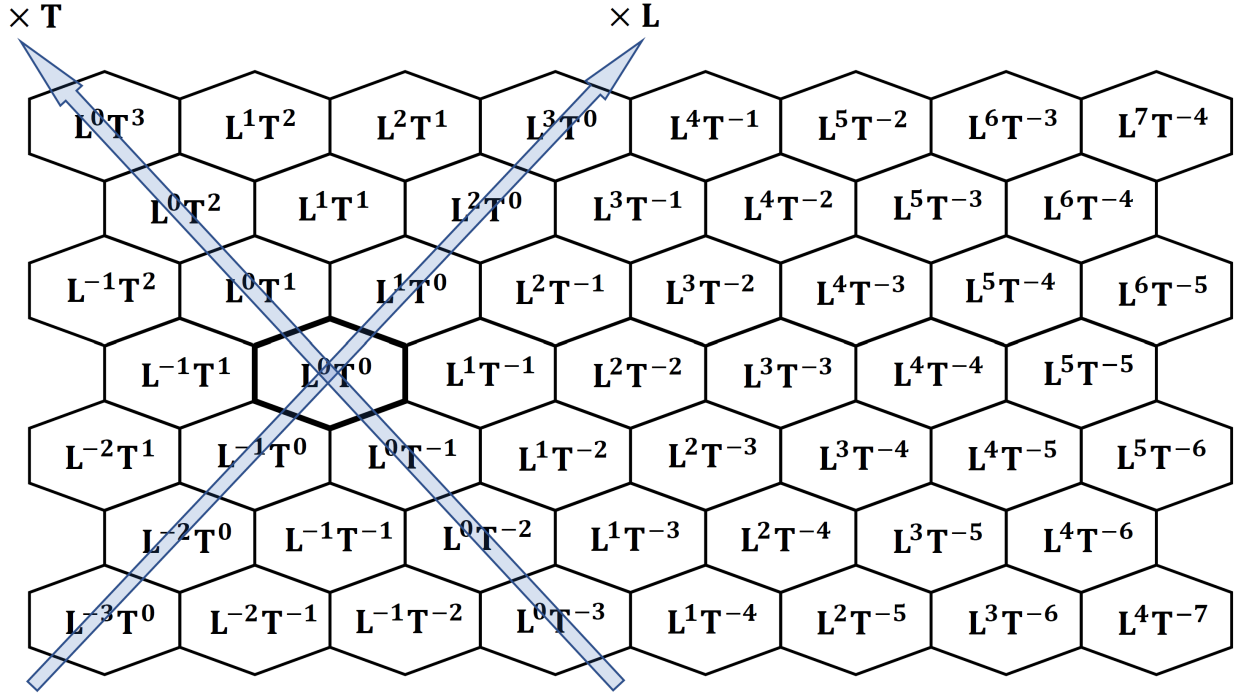


Рисунок 6 — Построение системы отсчёта для систем ФВиЗ

В стандартной **MLTI**-размерностной системе ФВиЗ все кластеры задаются через комбинацию $G^n k^m$, где G — гравитационная постоянная ($G = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2}$), k — некоторое дополнительное соотношение (оно имеет варианты, но в ИС ФВиЗ: $\dim k = \mathbf{M} \mathbf{T}^{-1}$). Данная комбинация называется **характеристикой кластера**.

Физические величины с одинаковыми компонентами размерности, *отличными от основной размерности*, образуют **системные уровни** (кластеры), см. рисунок 7. Важно понимать, что кластеров (т. е. комбинаций $G^n k^m$) бесконечное количество. Таким образом, *основная размерность* — это два компонента размерности физических величин, которые меняются в рамках одного кластера. Обращаем внимание, что в системах ФВиЗ — это **LT**.

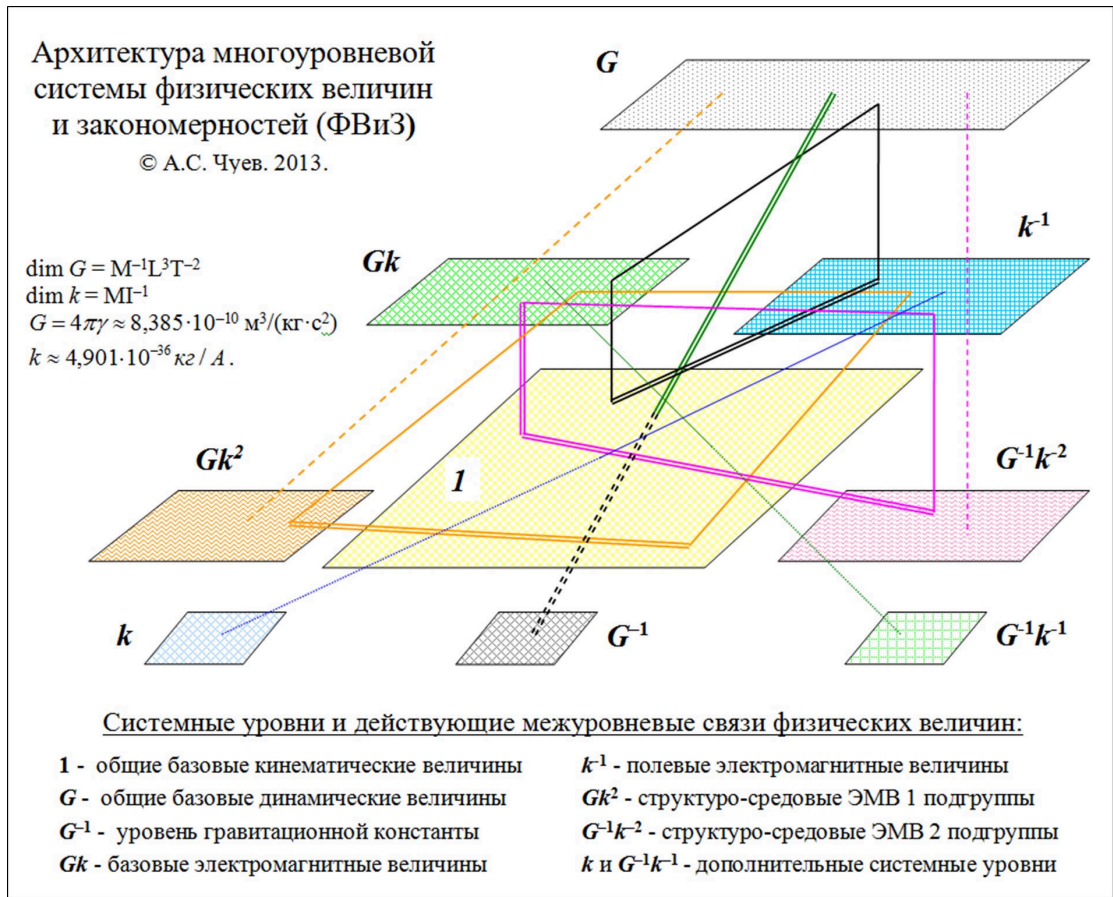


Рисунок 7 — Кластеры четырёхразмерной системы ФВиЗ

Рассмотрим кинематический кластер "1" (G^0k^0), см. рисунок 8.

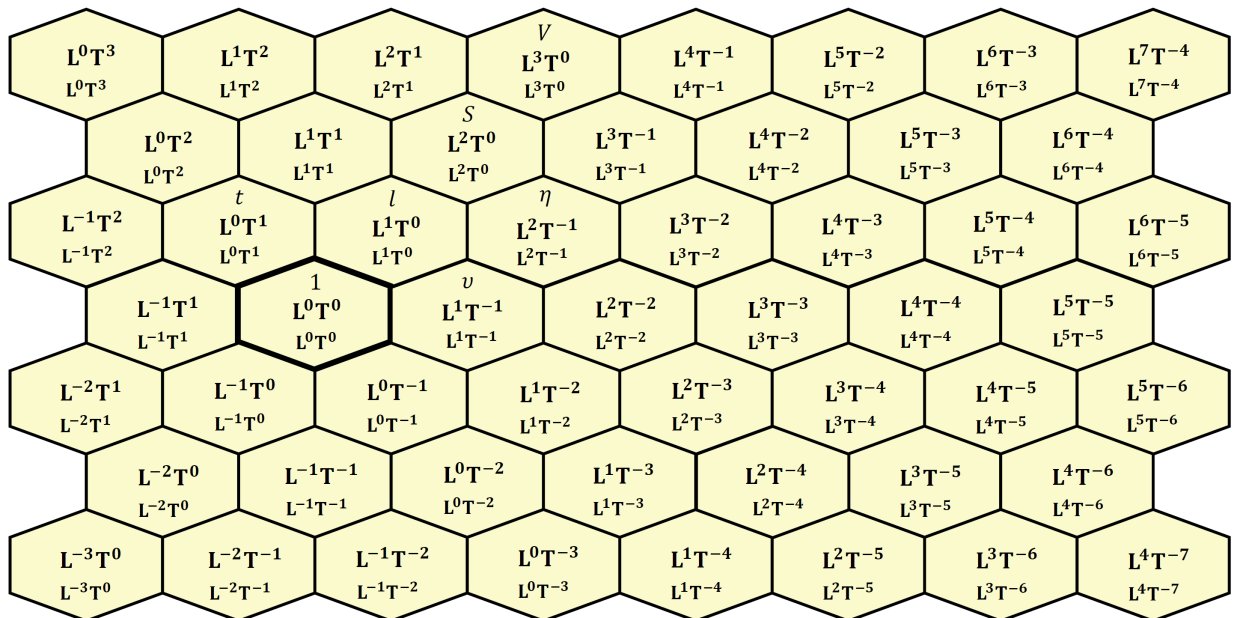


Рисунок 8 — Кинематический кластер

Рассмотрим надписи в ячейке с размерностью $\mathbf{L}^1\mathbf{T}^0$ сверху вниз (данный порядок надписей используется во всех ячейках на рисунке выше и далее):

- l — длина, **название физической величины (при наличии)**;
- $\mathbf{L}^1\mathbf{T}^0$ — **размерность физической величины**;
- $\mathbf{L}^1\mathbf{T}^0$ — **LT-размерность физической величины** (совпадает с размерностью только в *кинематическом* кластере).

Проведём анализ размерности характеристики кинематического кластера "1":

$$\dim(G^0 k^0) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^0 (\mathbf{M}^1\mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^0 k^0) = \mathbf{M}^0\mathbf{L}^0\mathbf{T}^0\mathbf{I}^0.$$

Из размерности характеристики *кинематического* кластера видно, что показатели степеней при всех компонентах — *нули*, это единственный кластер, обладающий данным свойством, в этом и заключается его *элементарность*. Для построения с помощью системы ФВиЗ закономерностей, связывающих величины из разных системных уровней (кластеров), последние необходимо частично наложить друг на друга. В качестве поля для наложения следует использовать кинематический кластер "1" ($G^0 k^0$), т. к., в силу своей *элементарности*, он является системой отсчёта для всех остальных кластеров. С точки зрения топологии, системные уровни (кластеры) располагаются в пространстве размерностей друг над другом и «параллельны» (никогда не пересекаются), см. рисунок 9. Утверждение выше очевидно, поскольку никакая физическая величина, в силу *однозначности* своей размерности, в рамках одной *архитектуры системы ФВиЗ* не может одновременно принадлежать двум и более кластерам.

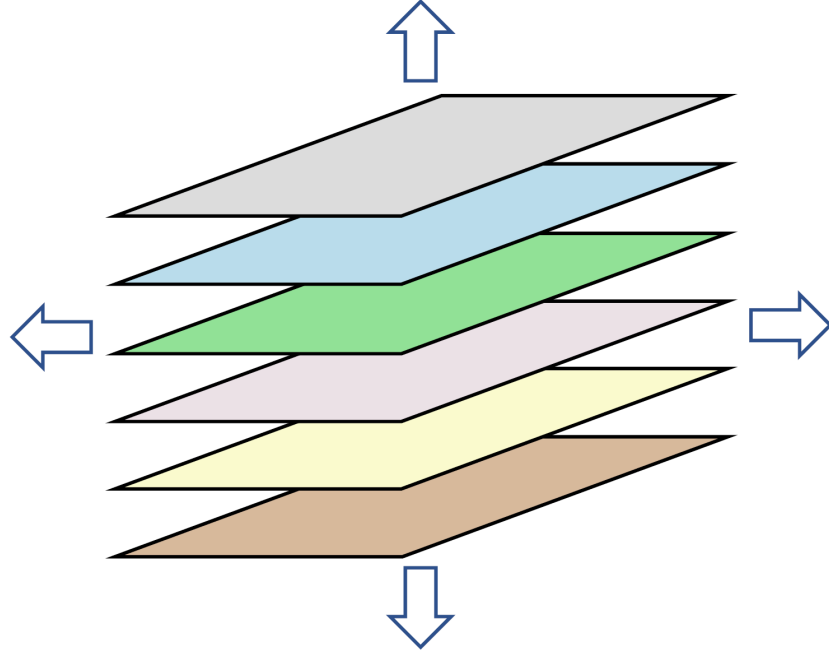


Рисунок 9 — Расположение кластеров в пространстве размерностей

Проведём анализ размерности характеристики динамического кластера G :

$$\dim(G^1 k^0) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^1 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^1 k^0) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0.$$

Чтобы узнать размерность величины X , которая должна быть в ячейке с $\mathbf{LT}$ -размерностью $\mathbf{L}^a \mathbf{T}^b$ в кластере с характеристикой $G^n k^m$, необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$\dim X = \frac{\mathbf{L}^a \mathbf{T}^b}{\dim(G^n k^m)}. \quad (1)$$

Для ячейки с $\mathbf{LT}$ -размерностью $\mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0$ в кластере с характеристикой $G^n k^m$ формула (1) принимает следующий вид:

$$\dim X_0 = \frac{\mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0}{\dim(G^n k^m)} = (\dim(G^n k^m))^{-1}. \quad (2)$$

Наложим частично динамический кластер G на кинематический кластер "1". Начнём с нуля уровня X_0 для этого кластера, воспользуемся формулой (2), см. рисунок 10:

$$\dim X_0 = (\dim(G^n k^m))^{-1} = (M^{-1}L^3T^{-2}I^0)^{-1} = M^1L^{-3}T^2I^0 = \dim(G^{-1}).$$

Таким образом, размерность физической величины, имеющей LT -размерность L^0T^0 , (нуля уровня) обратна размерности характеристики кластера.

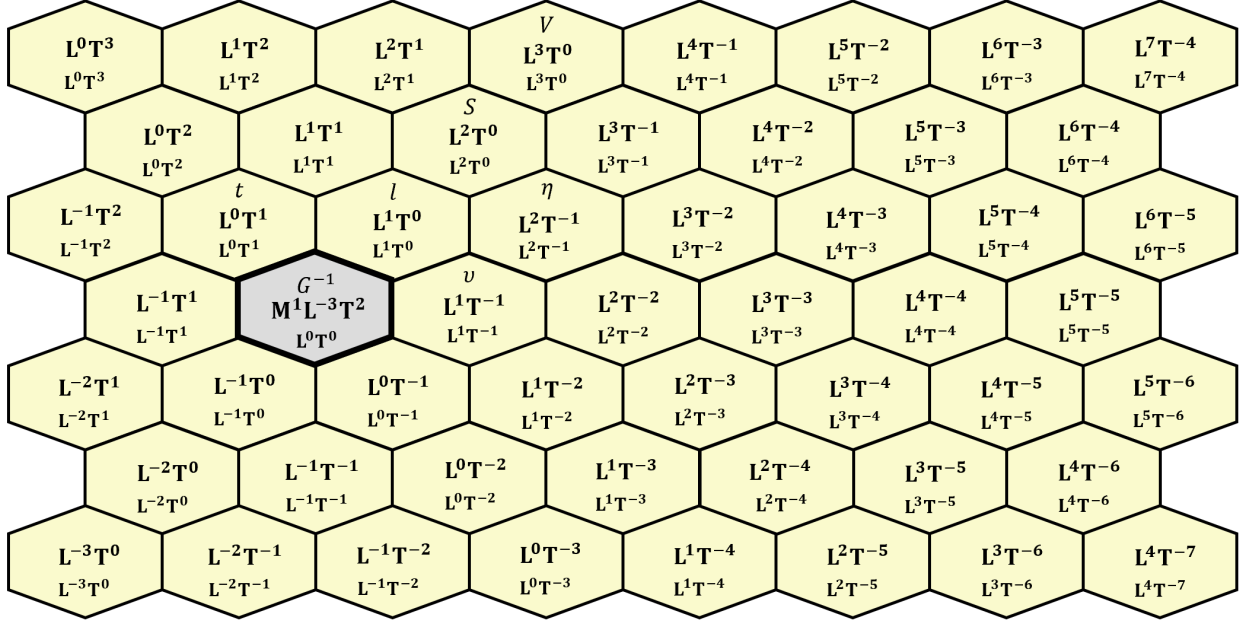


Рисунок 10 — Наложение нуля уровня динамического кластера на кинематический кластер

Отметим, что в динамическом кластере G в ячейке с LT -размерностью, L^0T^0 расположена физическая величина с размерностью LT компонент которой не L^0T^0 , а $L^{-3}T^2$. Назовём такой LT компонент **гравитационным сдвигом**, т. к. его порождает гравитационная постоянная G .

Чтобы узнать LT -размерность физической величины X в кластере с характеристикой $G^n k^m$, необходимо воспользоваться преобразованной формулой (1):

$$L^aT^b = \dim X \cdot \dim(G^n k^m). \quad (3)$$

Из приведённой выше формулы видно, что степени при M и I компонентах размерности характеристики кластера и степени при M и I компонентах размерностей физических величин, *входящих* в данный кластер, имеют

противоположные знаки. Данная формула является своего рода *проверкой*: если при алгебраическом вычислении правой части формулы (3) получается не **LT**-размерность (т. е. помимо **LT** компонента есть **M** компонент или **I** компонент), значит, физическая величина X , размерность которой была подставлена в формулу (3) не относится к кластеру, характеристика которого была задана в формуле (3).

На данном этапе изучены все формулы: (1), (2), (3) — (фактически одна формула) для построения систем ФВиЗ.

Приведём примеры применения формул (1) и (3) в формате постановки задач и их решений.

Задача 1

Пусть задана **LT**-размерность $\mathbf{L}^6\mathbf{T}^{-3}$. Необходимо определить размерность физической величины X по заданной **LT**-размерности, если она принадлежит динамическому кластеру G .

Решение

Найдём размерность характеристики динамического кластера G :

$$\dim(G^1 k^0) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^1 (\mathbf{M}^1\mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^1 k^0) = \mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}\mathbf{I}^0.$$

Согласно формуле (1) находим искомую размерность физической величины:

$$\dim X = \frac{\mathbf{L}^6\mathbf{T}^{-3}}{\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}\mathbf{I}^0} = \mathbf{M}^1\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-1}\mathbf{I}^0.$$

$$\dim X = \mathbf{M}^1\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-1}\mathbf{I}^0.$$

Такой размерностью обладает действие импульса pS , наложим данную физическую величину из динамического кластера G на кинематический кластер, см. рисунок 11.

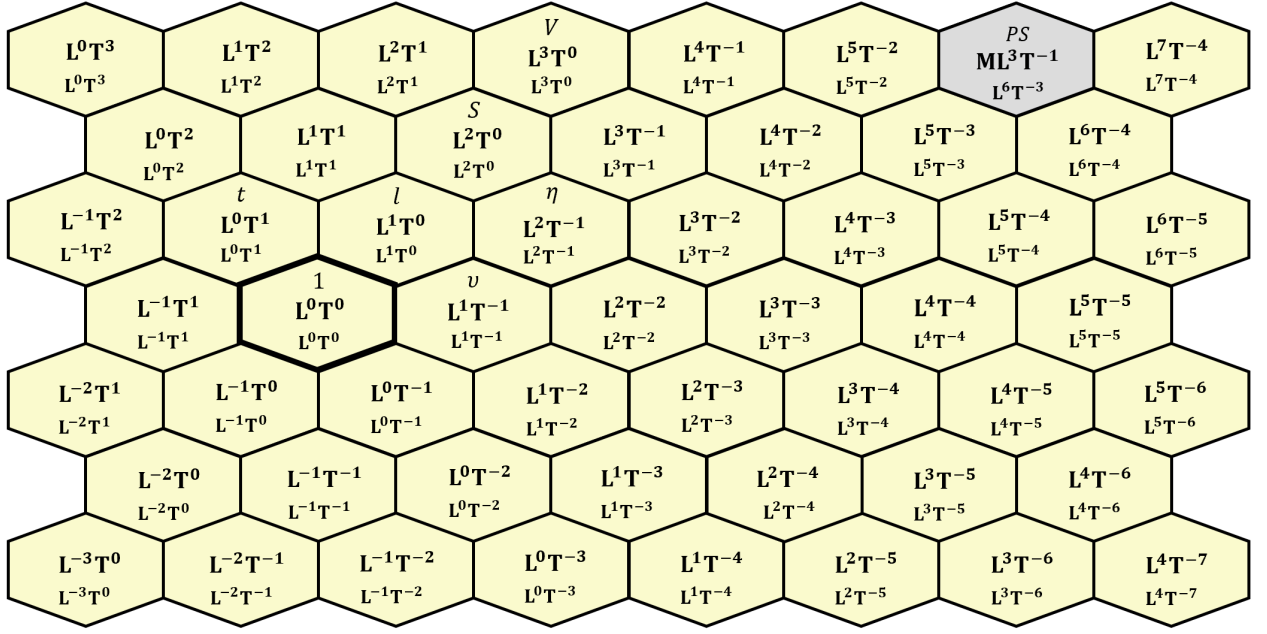


Рисунок 11 — Наложение физической величины динамического кластера

Задача 2

Необходимо определить **LT**-размерность физической величины L (действие (классическое)) по известной размерности $\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^2 \mathbf{T}^{-1} \mathbf{I}^0$ и её принадлежности к динамическому кластеру G .

Решение

Найдём размерность характеристики динамического кластера G :

$$\dim(G^1 k^0) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^1 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^1 k^0) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0.$$

Согласно формуле (3) находим искомую **LT**-размерность физической величины в динамическом кластере G :

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^2 \mathbf{T}^{-1} \mathbf{I}^0 \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0 = \mathbf{L}^5 \mathbf{T}^{-3}.$$

Получена **LT**-размерность, значит действие (классическое) L принадлежит динамическому кластеру G , наложим данную физическую величину из динамического кластера G на кинематический кластер, см. рисунок 12.

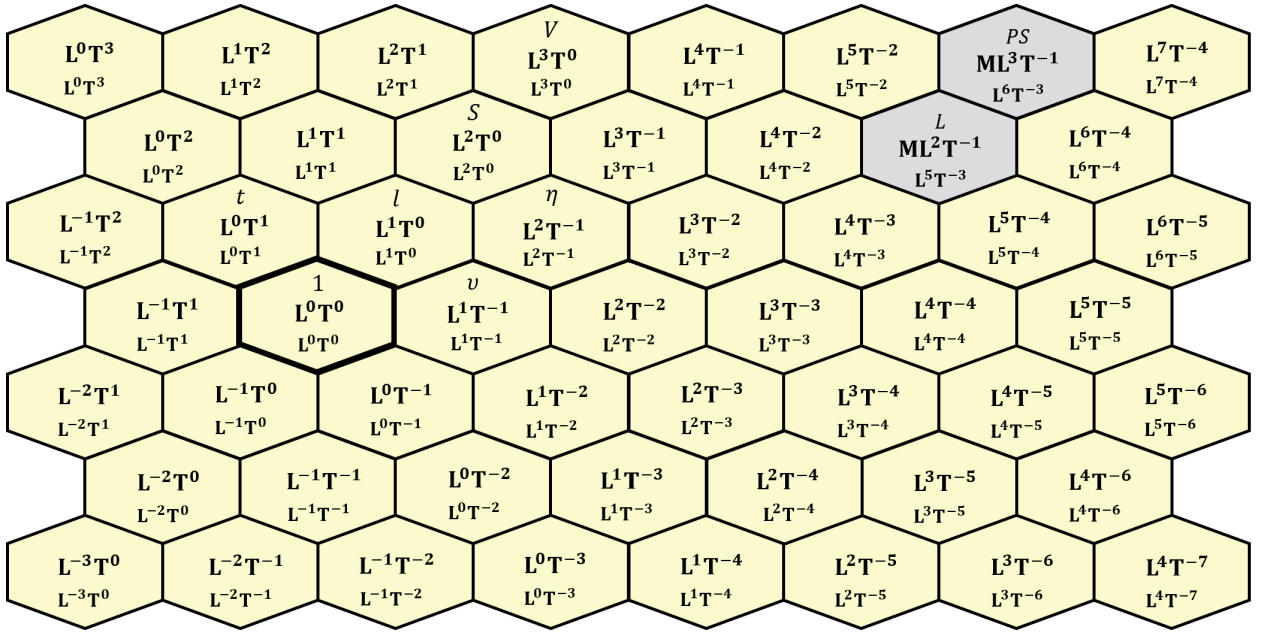


Рисунок 12 — Наложение физической величины динамического кластера

Задача 3

Необходимо определить **LT**-размерность физической величины q (электрический заряд) по известной размерности $\mathbf{M}^0\mathbf{L}^0\mathbf{T}^1\mathbf{I}^1$ и её принадлежности к динамическому кластеру G .

Решение

Найдём размерность характеристики динамического кластера G :

$$\dim(G^1 k^0) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^1 (\mathbf{M}^1\mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^1 k^0) = \mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}\mathbf{I}^0.$$

Согласно формуле (3) находим искомую **LT**-размерность физической величины в динамическом кластере G :

$$\mathbf{M}^0\mathbf{L}^0\mathbf{T}^1\mathbf{I}^1 \cdot \mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}\mathbf{I}^0 = \mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-1}\mathbf{I}^1$$

Получена не **LT**-размерность, значит электрический заряд q не принадлежит динамическому кластеру G .

Таким образом можно накладывать на кинематический кластер физические величины не только из одного кластера, но и из нескольких, главное знать размерности характеристик этих кластеров. Согласно архитектуре многоуровневой системы ФВиЗ для **MLTI**-размерностной системы, см. рисунок 7, помимо базового кинематического и динамического кластеров можно выделить ещё 7 оригинальных системных уровней (кластеров), выпишем размерности характеристик всех кластеров архитектуры:

- 1) общие базовые кинематические величины $G^0 k^0$ (кинематический кластер "1")

$$\dim(G^0 k^0) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^0 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^0 k^0) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0.$$

- 2) общие базовые динамические величины $G^1 k^0$ (динамический кластер G)

$$\dim(G^1 k^0) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^1 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^1 k^0) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0.$$

- 3) уровень гравитационной константы $G^{-1} k^0$

$$\dim(G^{-1} k^0) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^{-1} (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^0.$$

$$\dim(G^{-1} k^0) = \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^0.$$

- 4) базовые электромагнитные величины $G^1 k^1$

$$\dim(G^1 k^1) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^1 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^1.$$

$$\dim(G^1 k^1) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-1}.$$

- 5) полевые электромагнитные величины $G^0 k^{-1}$

$$\dim(G^0 k^{-1}) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^0 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^{-1}.$$

$$\dim(G^0 k^{-1}) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1.$$

6) структурно-средовые электромагнитные величины 1 подгруппы $G^1 k^2$

$$\dim(G^1 k^2) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^1 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^2.$$

$$\dim(G^1 k^2) = \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-2}.$$

7) структурно-средовые электромагнитные величины 2 подгруппы $G^{-1} k^{-2}$

$$\dim(G^{-1} k^{-2}) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^{-1} (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^{-2}.$$

$$\dim(G^{-1} k^{-2}) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^2.$$

8) дополнительный системный уровень $G^0 k^1$

$$\dim(G^0 k^1) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^0 (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^1.$$

$$\dim(G^0 k^1) = \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^{-1}.$$

9) дополнительный системный уровень $G^{-1} k^{-1}$

$$\dim(G^{-1} k^{-1}) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^{-1} (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^{-1}.$$

$$\dim(G^{-1} k^{-1}) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^1.$$

Выявление системных связей между кластерами и алгоритмы построения физических закономерностей будут рассмотрены в следующих подразделах.

1.2.2. Режим

Интерактивная система ФВиЗ (ИС ФВиЗ) может работать в **четырёх** режимах, см. рисунок 13, рисунок 14. По умолчанию (сразу после запуска) система работает в режиме «**MLTI, Gk**» с отображением **LT**-размерностей ячеек. Для изменения режима или подрежима требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Режим: <Режим>, <Подрежим>**» (по умолчанию: «**Режим: MLTI, Gk**») и выбрать подходящий режим или подрежим путём нажатия на пустой кружок. Тогда Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства

изменится, слово или слова на месте многоточий в надписи «**Режим:** ..., ...» изменятся.

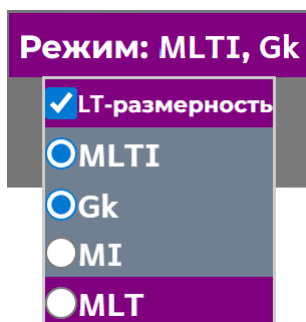


Рисунок 13 — Четырёхразмерностный режим

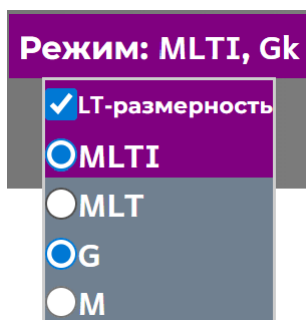


Рисунок 14 — Трёхразмерностный режим

Для изменения видимости **LT** размерностей ячеек требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Режим:** <Режим>, <Подрежим>», она подсветится *сиреневым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на квадратик с галочкой или без неё, справа от которого написано «**LT-размерность**», область вокруг подсветится *серым* цветом, и нажать на него. Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится. Для каждого режима («**MLTI**» и «**MLT**») запоминается параметр видимости **LT** размерностей ячеек, т. е. в случае выключения видимости **LT**-размерностей ячеек в режиме «**MLTI**». Параметр видимости в режиме «**MLT**» будет по умолчанию (если не был изменён).

Отличия подрежима «**Gk**» от «**MI**» в режиме «**MLTI**» заключается в том, что **LT** компоненты размерностей характеристик всех возможных кластеров — L^0T^0 (нет *гравитационного сдвига*). Таким образом, размерности характеристик кластеров в подрежиме «**MI**» будут отличны от размерностей характеристик в подрежиме «**Gk**»

в случае ненулевой степени гравитационной постоянной G . Выпишем размерности характеристик всех кластеров архитектуры в подрежиме «**MI**»:

- 1) общие базовые кинематические величины $G^0 k^0$ (кинематический кластер "1")

$$\dim(G^0 k^0) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0.$$

- 2) общие базовые динамические величины $G^1 k^0$ (динамический кластер G)

$$\dim(G^1 k^0) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0.$$

- 3) уровень гравитационной константы $G^{-1} k^0$

$$\dim(G^{-1} k^0) = \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0.$$

- 4) базовые электромагнитные величины $G^1 k^1$

$$\dim(G^1 k^1) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^{-1}.$$

- 5) полевые электромагнитные величины $G^0 k^{-1}$

$$\dim(G^0 k^{-1}) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1.$$

- 6) структурно-средовые электромагнитные величины 1 подгруппы $G^1 k^2$

$$\dim(G^1 k^2) = \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^{-2}.$$

- 7) структурно-средовые электромагнитные величины 2 подгруппы $G^{-1} k^{-2}$

$$\dim(G^{-1} k^{-2}) = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^2.$$

- 8) дополнительный системный уровень $G^0 k^1$

$$\dim(G^0 k^1) = \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^{-1}.$$

- 9) дополнительный системный уровень $G^{-1} k^{-1}$

$$\dim(G^{-1} k^{-1}) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1.$$

Рассмотрим режим «**MLT**». В отличие от режима «**MLTI**», в его названии нет *размерностного символа* электрического тока **I**. Однако в режиме «**MLT**» также, как и в режиме «**MLTI**», доступна работа в электромагнитной сфере. Это возможно только в том случае, если выразить через массу **M**, длину **L** и время **T** электрический ток **I**. Существует два способа: найти размерность элетрического тока алгебраическим способом при принятии электрической постоянной ε_0 за безразмерную величину, т. е. $\dim \varepsilon_0 = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0$ (СГС электрическая (СГСЭ)) или найти размерность элетрического тока алгебраическим способом при принятии магнитной постоянной μ_0 за безразмерную величину, т. е. $\dim \mu_0 = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0$ (СГС магнитная (СГСМ)). Далее вместо $\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0$ будет использоваться символ «1» в качестве обозначения нулевой размерности (безразмерности). Символ «|» после физической величины означает определение её размерности согласно **MLT**-размерностной системе.

В Интерактивной системе ФВиЗ (ИС ФВиЗ) применяется первый способ. Рассмотрим закон Кулона в скалярной форме:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(It)^2}{r^2} \quad (4)$$

Перепишем формулу (4), используя физические величины, определяемые размерностями согласно **MLT**-размерностной системе:

$$F = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \frac{(I|t)^2}{r^2}, \quad \dim \varepsilon_0 = 1. \quad (5)$$

$$\dim \varepsilon_0 = 1 \Rightarrow \dim \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \right) = 1. \quad (6)$$

Обозначения силы F , времени t и радиуса r не изменились, т. к. в размерностях этих величин не фигурирует размерностный символ электрического тока **I**. Значит, размерности данных величин согласно **MLT**-размерностной системе не будут отличны от размерностей данных величин **MLTI**-размерностной системе.

Проведём размерностный анализ формулы (5) с учётом вывода (6):

$$\dim F = \dim \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0|} \cdot \frac{(I|t)^2}{r^2} \right).$$

$$\dim F = \dim \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0|} \right) \cdot \dim \left(\frac{(I|t)^2}{r^2} \right).$$

$$\dim F = \dim \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0|} \right) \cdot \frac{\dim((I|t)^2)}{\dim(r^2)}.$$

$$\dim F = \dim \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0|} \right) \cdot \frac{(\dim(I|t))^2}{(\dim r)^2}.$$

$$\dim F = \dim \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0|} \right) \cdot \frac{(\dim I| \dim t)^2}{(\dim r)^2}.$$

$$\dim F = \dim \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0|} \right) \cdot \frac{(\dim I)^2 (\dim t)^2}{(\dim r)^2}.$$

Подставим известные размерности физических величин:

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^1 \mathbf{T}^{-2} = 1 \cdot \frac{(\dim I)^2 \cdot \mathbf{T}^2}{\mathbf{L}^2}.$$

$$(\dim I)^2 = \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-4}.$$

Извлечём квадратный корень:

$$((\dim I)^2)^{\frac{1}{2}} = (\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-4})^{\frac{1}{2}}.$$

$$\dim I| = \mathbf{M}^{\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{\frac{3}{2}} \mathbf{T}^{-2}. \quad (7)$$

Таким образом, один из способов перевести размерность физической величины из **MLTI**-размерностной системы в **MLT**-размерностную систему — вместо размерностного символа электрического тока **I** подставить правую часть выражения (7) и его провести алгебраическое упрощение.

Операцию избавления от размерностного символа посредством представления его через размерность, составленную из оставшихся размерностных символов, назовём **гомотетией** размерностного символа. Таким образом, мы осуществили одним из способов **гомотетию электрического тока**.

Аналогично архитектуре **MLTI**-размерностной системы существует архитектура **MLT**-размерностной системы, см. рисунок 15.

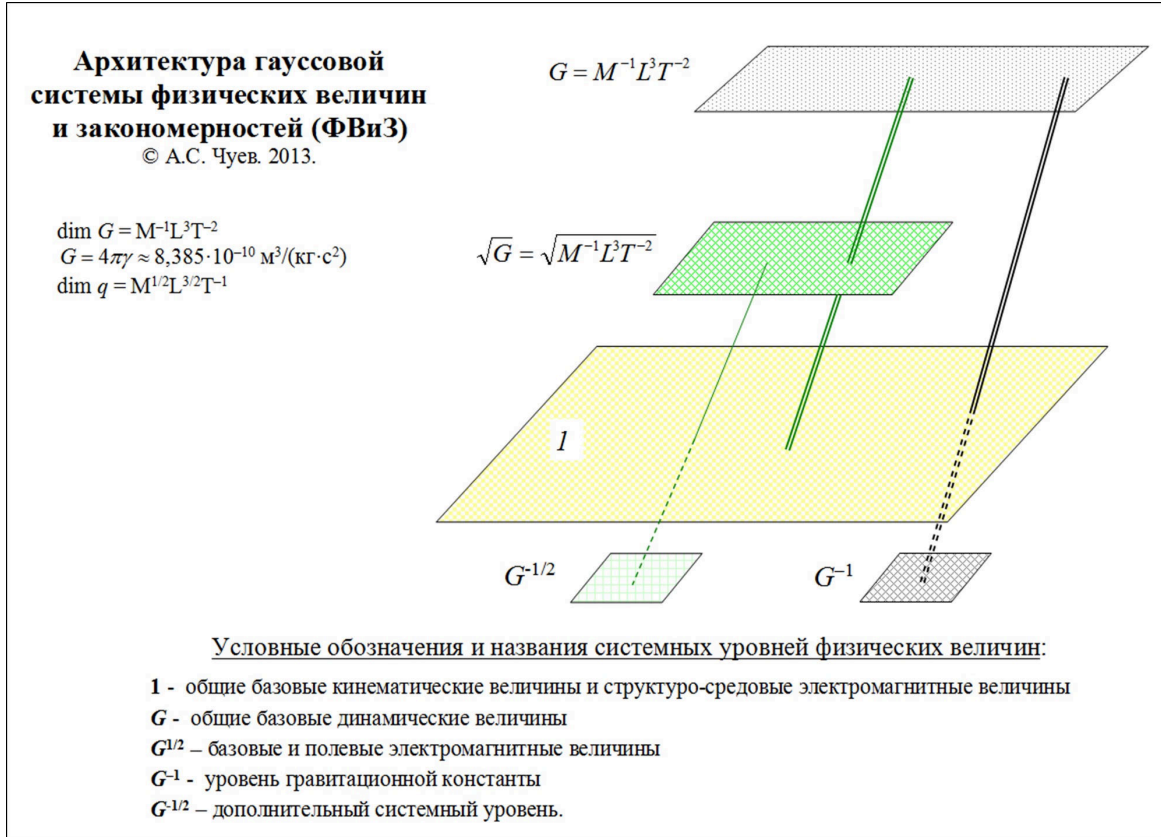


Рисунок 15 — Кластеры трёхразмерностной системы ФВиЗ

В стандартной **MLT**-размерностной системе ФВиЗ все кластеры задаются через комбинацию G^n , где G — гравитационная постоянная ($\dim G = M^{-1}L^3T^{-2}$), данная комбинация называется **характеристикой кластера**.

Кластеры также, как и в случае **MLTI**-размерностной системы, бесконечны и их количество бесконечно. Принцип наложения на базовый кинематический кластер "1" (G^0) аналогичный, но формулы (1), (2), (3) несколько изменятся:

$$\dim X = \frac{L^a T^b}{\dim(G^n)}. \quad (8)$$

$$\dim X_0 = \frac{L^0 T^0}{\dim(G^n)} = (\dim(G^n))^{-1}. \quad (9)$$

$$L^a T^b = \dim X \cdot \dim(G^n). \quad (10)$$

Как и в случае **MLTI**-размерностной системы, можно накладывать на кинематический кластер физические величины не только из одного кластера, но и из нескольких, главное знать размерности характеристик этих кластеров. Согласно архитектуре многоуровневой системы ФВиЗ для **MLT**-размерностной системы, см. рисунок 15, помимо базового кинематического "1" (G^0) и динамического G (G^1) кластеров, можно выделить ещё 3 оригинальных системных уровня (кластера). Выпишем размерности характеристик всех кластеров архитектуры:

- 1) общие базовые кинематические величины G^0 (кинематический кластер "1")

$$\dim(G^0) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^0.$$

$$\dim(G^0) = \mathbf{M}^0\mathbf{L}^0\mathbf{T}^0.$$

- 2) общие базовые динамические величины G^1 (динамический кластер G)

$$\dim(G^1) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^1.$$

$$\dim(G^1) = \mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}.$$

- 3) базовые и полевые электромагнитные величины

$$\dim(G^{\frac{1}{2}}) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^{\frac{1}{2}}.$$

$$\dim(G^{\frac{1}{2}}) = \mathbf{M}^{-\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1}.$$

- 4) уровень гравитационной константы

$$\dim(G^{-1}) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^{-1}.$$

$$\dim(G^{-1}) = \mathbf{M}^1\mathbf{L}^{-3}\mathbf{T}^2.$$

- 5) дополнительный системный уровень

$$\dim(G^{-\frac{1}{2}}) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^{-\frac{1}{2}}.$$

$$\dim(G^{-\frac{1}{2}}) = \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{-\frac{3}{2}}\mathbf{T}^1.$$

Отличие подрежимов « G » и « M » в режиме « MLT » заключается в том, что LT компоненты размерностей характеристик всех возможных кластеров — L^0T^0 (нет *гравитационного сдвига*). Таким образом, размерности характеристик кластеров в подрежиме « M » будут отличны от размерностей характеристик в подрежиме « G » в случае ненулевой степени гравитационной постоянной G . Выпишем размерности характеристик всех кластеров архитектуры в подрежиме « M »:

- 1) общие базовые кинематические величины G^0 (кинематический кластер "1")

$$\dim(G^0) = M^0L^0T^0.$$

- 2) общие базовые динамические величины G^1 (динамический кластер G)

$$\dim(G^1) = M^{-1}L^0T^0.$$

- 3) базовые и полевые электромагнитные величины

$$\dim(G^{\frac{1}{2}}) = M^{-\frac{1}{2}}L^0T^0.$$

- 4) уровень гравитационной константы

$$\dim(G^{-1}) = M^1L^0T^0.$$

- 5) дополнительный системный уровень

$$\dim(G^{-\frac{1}{2}}) = M^{\frac{1}{2}}L^0T^0.$$

1.2.3. Связь уровней

На данном этапе объяснено, каким образом строятся системы ФВиЗ, однако не было рассмотрено, что они позволяют визуализировать.

Системы ФВиЗ позволяют визуально представить физические закономерности. Другими словами, с помощью них можно показать, что такие законы, как, например,

второй закон Ньютона или закон Кулона, верны с точки зрения равенства размерностей в левой и правой части.

Рассмотрим в **MLTI**-размерностной системе равенство попарных произведений физических величин в общем случае. Пусть даны четыре физические величины: X_1, X_2, X_3, X_4 . Допустим, имеет место следующее равенство, которое назовём **правилом выделенного параллелограмма**:

$$X_1 \cdot X_3 = X_2 \cdot X_4. \quad (11)$$

Равенство (11) свидетельствует о равенстве размерностей в левой и правой частях, проведём размерностный анализ равенства:

$$\begin{aligned} \dim(X_1 \cdot X_3) &= \dim(X_2 \cdot X_4). \\ \dim X_1 \cdot \dim X_3 &= \dim X_2 \cdot \dim X_4. \end{aligned} \quad (12)$$

Подставим вместо размерностей физических величин в равенстве (12) выражения по формуле (1):

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\dim(G^{x_1} k^{y_1})} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\dim(G^{x_3} k^{y_3})} = \frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\dim(G^{x_2} k^{y_2})} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_4} \mathbf{T}^{m_4}}{\dim(G^{x_4} k^{y_4})}. \quad (13)$$

Размерности характеристик кластеров в формуле (13) распишем в виде $\mathbf{M}^{a_i} \mathbf{L}^{b_i} \mathbf{T}^{c_i} \mathbf{I}^{d_i}$:

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1} \mathbf{I}^{d_1}} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3} \mathbf{I}^{d_3}} = \frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2} \mathbf{I}^{d_2}} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_4} \mathbf{T}^{m_4}}{\mathbf{M}^{a_4} \mathbf{L}^{b_4} \mathbf{T}^{c_4} \mathbf{I}^{d_4}}. \quad (14)$$

Используя алгебраические методы, равенство (14) можно эквивалентно заменить на следующую систему:

$$\begin{cases} \mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1} \cdot \mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3} = \mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2} \cdot \mathbf{L}^{n_4} \mathbf{T}^{m_4} & (a) \\ \mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1} \mathbf{I}^{d_1} \cdot \mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3} \mathbf{I}^{d_3} = \mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2} \mathbf{I}^{d_2} \cdot \mathbf{M}^{a_4} \mathbf{L}^{b_4} \mathbf{T}^{c_4} \mathbf{I}^{d_4} & (b) \end{cases} \quad (15)$$

В данном подразделе нас будет интересовать равенство (b) системы (15) — *условие выбора кластеров согласно системным связям системы ФВиЗ в MLTI-размерностном представлении*. Ранее были выписаны размерности характеристик

некоторых кластеров архитектуры системы ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении, перемножая некоторые размерности этих характеристик, можно получить следующие равенства:

$$1) 1 \cdot Gk = k^{-1} \cdot Gk^2:$$

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0 \cdot \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-1} = \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1 \cdot \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-2}.$$

$$2) 1 \cdot k^{-1} = Gk \cdot G^{-1} k^{-2}:$$

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0 \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1 = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^2.$$

$$3) 1 \cdot G = Gk \cdot k^{-1}:$$

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0 \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0 = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1.$$

Пусть даны три физические величины: X_1 , X_2 , X_3 . Допустим имеет место следующее равенство, которое назовём **правилом выделенной линии**:

$$X_1 \cdot X_3 = (X_2)^2. \quad (16)$$

Равенство (16) свидетельствует о равенстве размерностей в левой и правой частях, проведём размерностный анализ равенства:

$$\dim(X_1 \cdot X_3) = \dim((X_2)^2).$$

$$\dim X_1 \cdot \dim X_3 = (\dim X_2)^2. \quad (17)$$

Подставим вместо размерностей физических величин в равенстве (17) выражения по формуле (1):

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\dim(G^{x_1} k^{y_1})} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\dim(G^{x_3} k^{y_3})} = \left(\frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\dim(G^{x_2} k^{y_2})} \right)^2. \quad (18)$$

Размерности характеристик кластеров в формуле (18) распишем в виде $\mathbf{M}^{a_i} \mathbf{L}^{b_i} \mathbf{T}^{c_i} \mathbf{I}^{d_i}$:

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1} \mathbf{I}^{d_1}} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3} \mathbf{I}^{d_3}} = \left(\frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2} \mathbf{I}^{d_2}} \right)^2. \quad (19)$$

С точки зрения алгебры равенство (19) можно эквивалентно заменить на следующую систему:

$$\begin{cases} \mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1} \cdot \mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3} = (\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2})^2 & (a) \\ \mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1} \mathbf{I}^{d_1} \cdot \mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3} \mathbf{I}^{d_3} = (\mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2} \mathbf{I}^{d_2})^2 & (b) \end{cases} \quad (20)$$

Аналогично нас будет интересовать равенство (b) системы (20) — *условие выбора кластеров согласно системным связям* системы ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении. Выпишем равенства, составленные из размерностей характеристик кластеров архитектуры:

$$1) Gk^2 \cdot G = (Gk)^2:$$

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-2} \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0 = (\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-1})^2.$$

$$2) Gk^2 \cdot G^{-1}k^{-2} = 1^2:$$

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-2} \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^2 = (\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0)^2.$$

$$3) G^{-1}k^{-2} \cdot G = (k^{-1})^2:$$

$$\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^2 \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0 = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1)^2.$$

$$4) G^{-1} \cdot G = 1^2:$$

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^0 \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0 = (\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0)^2.$$

$$5) G^{-1}k^{-1} \cdot Gk = 1^2:$$

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \mathbf{I}^1 \cdot \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^{-1} = (\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0)^2.$$

$$6) k \cdot k^{-1} = 1^2:$$

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^1 = (\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0)^2.$$

Данные равенства (для трёх и четырёх физических величин) можно показать, используя **граф системных связей** для **MLTI**-размерностной системы, см. рисунок 16.

Учитывая, что физические величины, участвующие в построении закономерности, могут принадлежать одному, двум или четырём кластерам, важно пояснить, что на *граф системных связей* следует обращать внимание в случаях, если все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенного параллелограмма* или *выделенной линии*, из **разных** кластеров.

В случаях, когда все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенного параллелограмма*, из **одного** или **двух** кластеров или когда все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенной линии*, из **одного** кластера, обращать внимание на *граф системных связей* не требуется.

Если все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенного параллелограмма*, из **двух** кластеров, важно предусмотреть, чтобы величины из каждого из двух кластеров один раз встречались в левой и правой частях равенства.

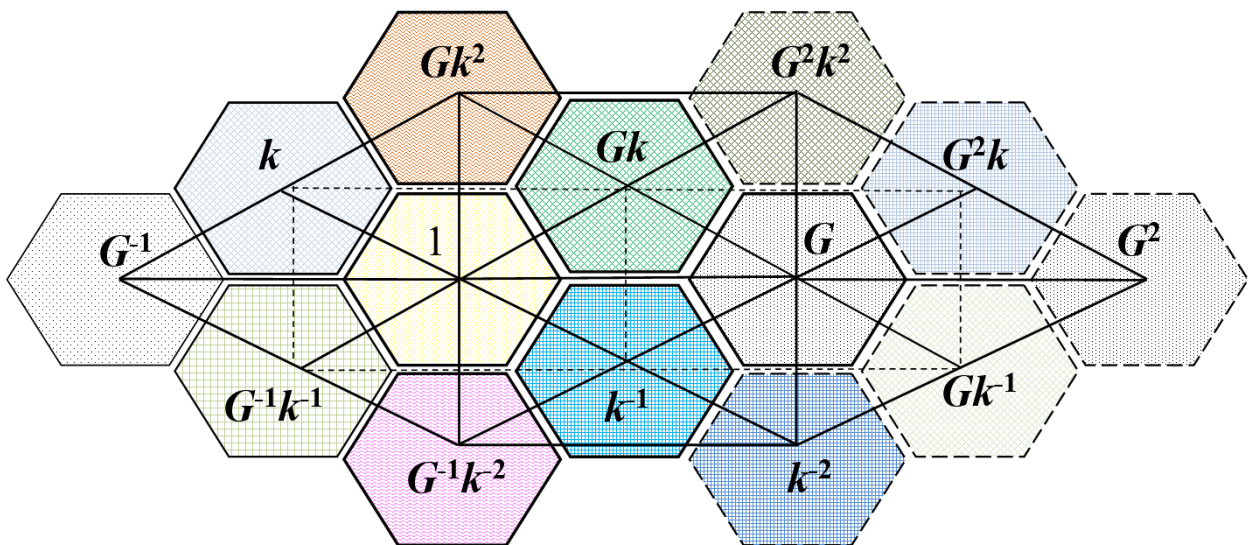


Рисунок 16 — Граф системных связей для четырёхразмерностной системы ФВиЗ

Возможные равенства показаны сплошными и пунктирными линиями, если три различных кластера — это должна быть прямая линия, соединяющая кластеры, показанные шестиугольниками, если четыре — параллелограмм. В данном графе системных связей показаны кластеры, которые не были рассмотрены. Использование графа системных связей позволяет достаточно компактно отобразить возможные равенства, составленные из размерностей характеристик кластеров.

В Интерактивной системе ФВиЗ (ИС ФВиЗ) можно увидеть граф системных связей **MLTI**-размерностной системы ФВиЗ, для этого требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Связь уровней**», находясь в режиме «**MLTI**», см. рисунок 17.

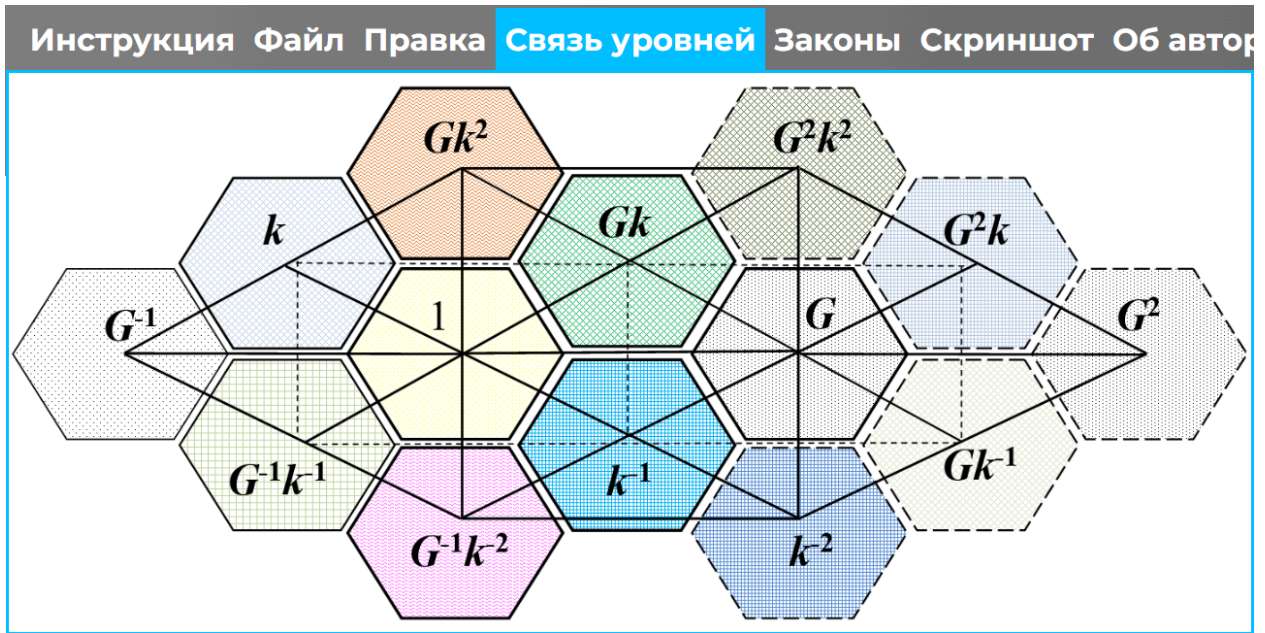


Рисунок 17 — Граф системных связей для четырёхразмерностной системы ФВиЗ в ИС ФВиЗ

Рассмотрим **MLT**-размерностную систему с точки зрения системных связей. Равенства (11), (12) не изменятся. Однако из-за отсутствия соотношения k в характеристиках кластеров в **MLT**-размерностной системе, равенство (13) изменится:

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\dim(G^{x_1})} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\dim(G^{x_3})} = \frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\dim(G^{x_2})} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_4} \mathbf{T}^{m_4}}{\dim(G^{x_4})}. \quad (21)$$

По причине отсутствия размерностного символа электрического тока $\mathbf{I}$ в $\mathbf{MLT}$ -размерностной системе, равенство (14) тоже изменится. Размерности характеристик кластеров в формуле (21) распишем в виде $\mathbf{M}^{a_i} \mathbf{L}^{b_i} \mathbf{T}^{c_i}$:

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1}} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3}} = \frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2}} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_4} \mathbf{T}^{m_4}}{\mathbf{M}^{a_4} \mathbf{L}^{b_4} \mathbf{T}^{c_4}}. \quad (22)$$

Эквивалентная система (15) также изменится. С точки зрения алгебры равенство (22) можно эквивалентно заменить на следующую систему:

$$\begin{cases} \mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1} \cdot \mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3} = \mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2} \cdot \mathbf{L}^{n_4} \mathbf{T}^{m_4} & (a) \\ \mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1} \cdot \mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3} = \mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2} \cdot \mathbf{M}^{a_4} \mathbf{L}^{b_4} \mathbf{T}^{c_4} & (b) \end{cases} \quad (23)$$

Нас будет интересовать равенство (b) системы (23) — *условие выбора кластеров согласно системным связям* системы ФВиЗ в $\mathbf{MLT}$ -размерностном представлении. Ранее были выписаны размерности характеристик некоторых кластеров архитектуры ФВиЗ в $\mathbf{MLT}$ -размерностном представлении, перемножая некоторые размерности этих характеристик, можно получить следующее равенства:

$$1) \ G \cdot G^{-\frac{1}{2}} = 1 \cdot G^{\frac{1}{2}}:$$

$$\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \cdot \mathbf{M}^{\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^1 = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \cdot \mathbf{M}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{\frac{3}{2}} \mathbf{T}^{-1}.$$

$$2) \ G^{-1} \cdot G^{\frac{1}{2}} = 1 \cdot G^{-\frac{1}{2}}:$$

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \cdot \mathbf{M}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{\frac{3}{2}} \mathbf{T}^{-1} = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \cdot \mathbf{M}^{\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^1.$$

Равенства (16), (17) также не изменятся. Однако из-за отсутствия соотношения k в характеристиках кластеров в $\mathbf{MLT}$ -размерностной системе, равенство (18) изменится:

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\dim(G^{x_1})} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\dim(G^{x_3})} = \left(\frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\dim(G^{x_2})} \right)^2. \quad (24)$$

По причине отсутствия размерностного символа электрического тока $\mathbf{I}$ в $\mathbf{MLT}$ -размерностной системе, равенство (19) тоже изменится. Размерности характеристик кластеров в формуле (24) распишем в виде $\mathbf{M}^{a_i} \mathbf{L}^{b_i} \mathbf{T}^{c_i}$:

$$\frac{\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1}}{\mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1}} \cdot \frac{\mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3}}{\mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3}} = \left(\frac{\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2}}{\mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2}} \right)^2. \quad (25)$$

Эквивалентная система (20) также изменится. Используя алгебраические методы, равенство (25) можно эквивалентно заменить на следующую систему:

$$\begin{cases} \mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1} \cdot \mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3} = (\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2})^2 & (a) \\ \mathbf{M}^{a_1} \mathbf{L}^{b_1} \mathbf{T}^{c_1} \cdot \mathbf{M}^{a_3} \mathbf{L}^{b_3} \mathbf{T}^{c_3} = (\mathbf{M}^{a_2} \mathbf{L}^{b_2} \mathbf{T}^{c_2})^2 & (b) \end{cases} \quad (26)$$

Аналогично нас будет интересовать равенство (b) системы (26) — *условие выбора кластеров согласно системным связям* системы ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении. Выпишем равенства, составленные из размерностей характеристик кластеров архитектуры:

$$1) \ 1 \cdot G^{-1} = \left(G^{-\frac{1}{2}}\right)^2$$

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \cdot \mathbf{M}^1 \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 = \left(\mathbf{M}^{\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^1\right)^2$$

$$2) \ G^{-\frac{1}{2}} \cdot G^{\frac{1}{2}} = 1^2$$

$$\mathbf{M}^{\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^1 \cdot \mathbf{M}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{\frac{3}{2}} \mathbf{T}^{-1} = (\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0)^2$$

$$3) \ 1 \cdot G = \left(G^{\frac{1}{2}}\right)^2$$

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} = \left(\mathbf{M}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{L}^{\frac{3}{2}} \mathbf{T}^{-1}\right)^2$$

$$4) \ G^{-1} \cdot G = 1^2$$

$$\mathbf{M}^1 \mathbf{L}^{-3} \mathbf{T}^2 \cdot \mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} = (\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0)^2$$

Данные равенства (для трёх и четырёх физических величин) можно показать, используя **граф системных связей** для **MLT**-размерностной системы, см. рисунок 18.

Учитывая, что физические величины, участвующие в построении закономерности, могут принадлежать одному, двум или четырём кластерам, важно пояснить,

что на *граф системных связей* следует обращать внимание в случаях, если все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенного параллелограмма* или *выделенной линии*, из **разных** кластеров.

В случаях, когда все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенного параллелограмма*, из **одного** или **двух** кластеров или когда все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенной линии*, из **одного** кластера, обращать внимание на *граф системных связей* не требуется.

Если все физические величины, участвующие в построении закономерности по *правилу выделенного параллелограмма*, из **двух** кластеров, важно предусмотреть, чтобы величины из каждого из двух кластеров один раз встречались в левой и правой частях равенства.

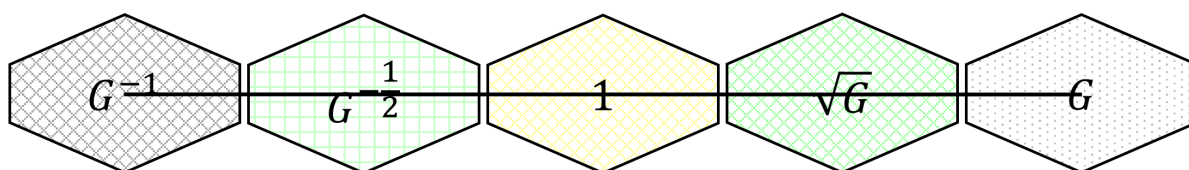


Рисунок 18 — Граф системных связей для трёхразмерной системы ФВиЗ

Возможные равенства показаны сплошными линиями, если три различных кластера — это должна быть прямая линия, соединяющая кластеры, показанные шестиугольниками, если четыре — также линия (*вырожденный* параллелограмм). Использование графа системных связей позволяет достаточно компактно отобразить возможные равенства, составленные из размерностей характеристик кластеров.

В Интерактивной системе ФВиЗ (ИС ФВиЗ) можно увидеть граф системных связей **MLT**-размерностной системы ФВиЗ, для этого требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Связь уровней**», находясь в режиме «**MLT**», см. рисунок 19.

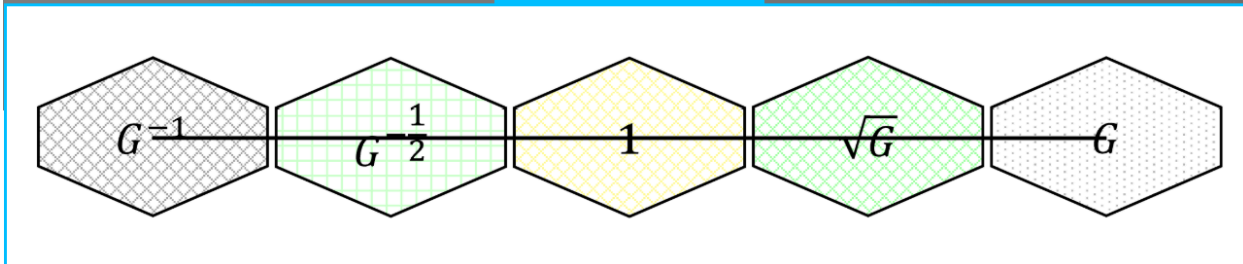


Рисунок 19 — Граф системных связей для трёхразмерной системы ФВиЗ в ИС
ФВиЗ

1.2.4. Построение закономерностей в системах ФВиЗ

На данном этапе изложения рассмотрены темы, позволяющие перейти к основной теме данного раздела, а именно: как построить закономерности в системах ФВиЗ.

Рассмотрим приведённое ранее равенство (а) систем (15), (23) — **условие на LT-размерности:**

$$\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1} \cdot \mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3} = \mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2} \cdot \mathbf{L}^{n_4} \mathbf{T}^{m_4}.$$

Покажем, что данное выражение является верным в случае выбора **LT**-размерностей, как вершин *параллелограмма*, см. рисунок 20.

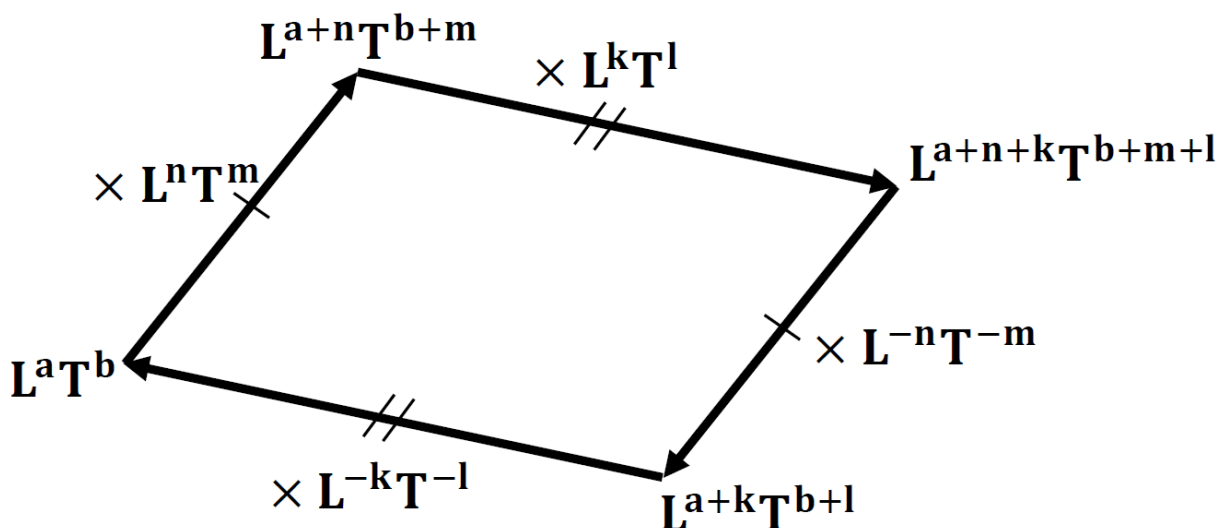


Рисунок 20 — Выбор точек, как вершин параллелограмма

Проверим выполнение *правила выделенного параллелограмма* для заданных **LT**-размерностей:

$$\mathbf{L}^a \mathbf{T}^b \cdot \mathbf{L}^{a+n+k} \mathbf{T}^{b+m+l} = \mathbf{L}^{a+n} \mathbf{T}^{b+m} \cdot \mathbf{L}^{a+k} \mathbf{T}^{b+l}.$$

$$\mathbf{L}^{2a+n+k} \mathbf{T}^{2b+m+l} = \mathbf{L}^{2a+n+k} \mathbf{T}^{2b+m+l}.$$

Таким образом, формулируем следующее правило: **чтобы получить корректную закономерность по правилу выделенного параллелограмма между (четырьмя) физическими величинами, взятыми из кластеров, выбранных согласно системным связям, достаточно выбрать такие физические величины, соединяющая кривая которых — параллелограмм**, см рисунок 21.

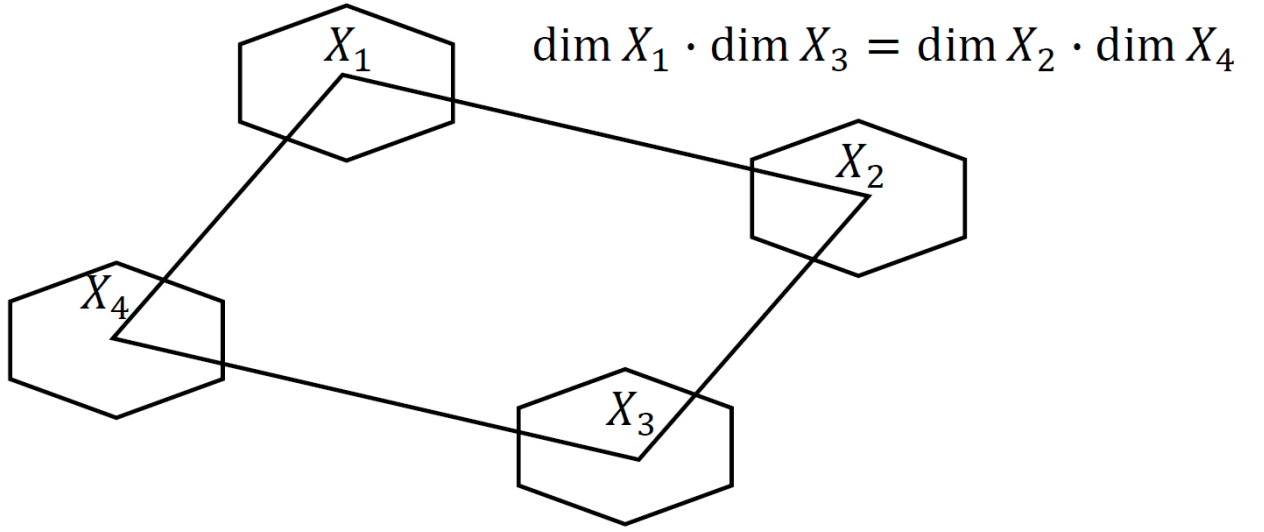


Рисунок 21 — Правило выделенного параллелограмма

Аналогично рассмотрим приведённое ранее равенство (a) систем (20), (26) — **условие на LT-размерности:**

$$\mathbf{L}^{n_1} \mathbf{T}^{m_1} \cdot \mathbf{L}^{n_3} \mathbf{T}^{m_3} = (\mathbf{L}^{n_2} \mathbf{T}^{m_2})^2.$$

Покажем, что данное выражение является верным в случае выбора **LT**-размерностей, как точек концов и середины прямой *линии*, см. рисунок 22.

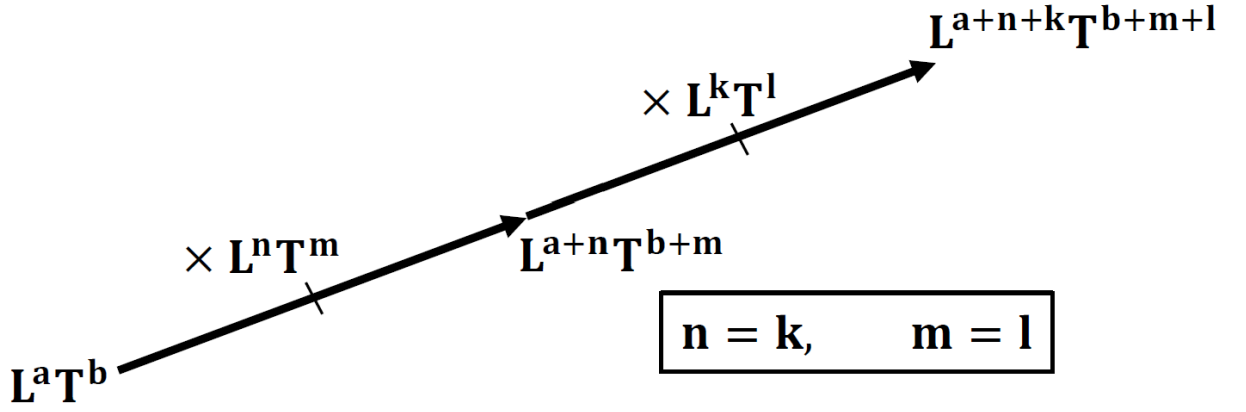


Рисунок 22 — Выбор точек, как концов и середины линии

Проверим выполнение *правила выделенной линии* для заданных **LT**-размерностей:

$$\begin{cases} L^a T^b \cdot L^{a+n+k} T^{b+m+l} = (L^{a+n} T^{b+m})^2 \\ n = k \\ m = l \end{cases}$$

$$L^a T^b \cdot L^{a+2n} T^{b+2m} = (L^{a+n} T^{b+m})^2.$$

$$L^{2a+2n} T^{2b+2m} = (L^{a+n} T^{b+m})^2.$$

$$L^{2(a+n)} T^{2(b+m)} = (L^{a+n} T^{b+m})^2.$$

$$(L^{a+n} T^{b+m})^2 = (L^{a+n} T^{b+m})^2.$$

Таким образом, формулируем следующее правило: **чтобы получить корректную закономерность по правилу выделенной линии** между (тремя) физическими величинами, взятыми из кластеров, выбранных согласно системным связям, достаточно выбрать такие физические величины, соединяющая которых — прямая *линия*, центр которой равноудалён от её концов, см рисунок 23.

$$\dim X_1 \cdot \dim X_3 = (\dim X_2)^2$$

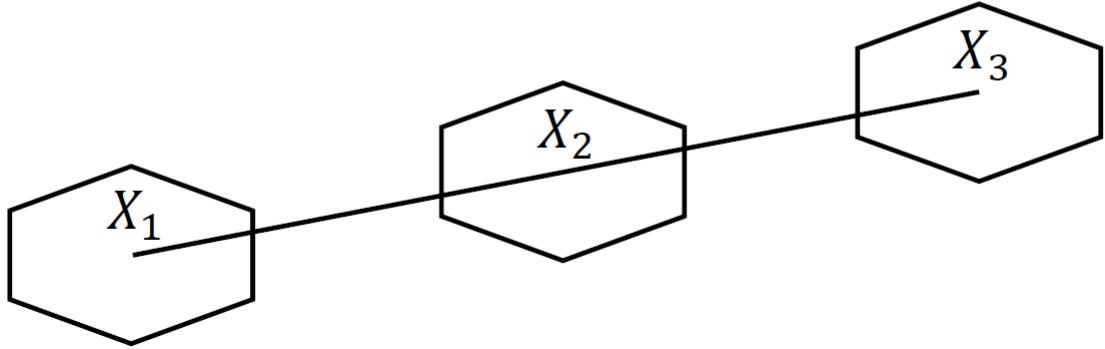


Рисунок 23 — Правило выделенной линии

Заметим, что выделенная линия всегда является *диагональю* выделенного параллелограмма, в котором одна из величин — безразмерная константа. Покажем в общем виде данный факт для системы ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении:

$$X_1 \cdot X_3 = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0 \cdot (X_2)^2.$$

Аналогично для системы ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении:

$$X_1 \cdot X_3 = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \cdot (X_2)^2.$$

Приведём примеры построения закономерностей в системе ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении (для сферы *электромагнетизма*):

1) $S \cdot E = \rho \cdot I$, см. рисунок 24.

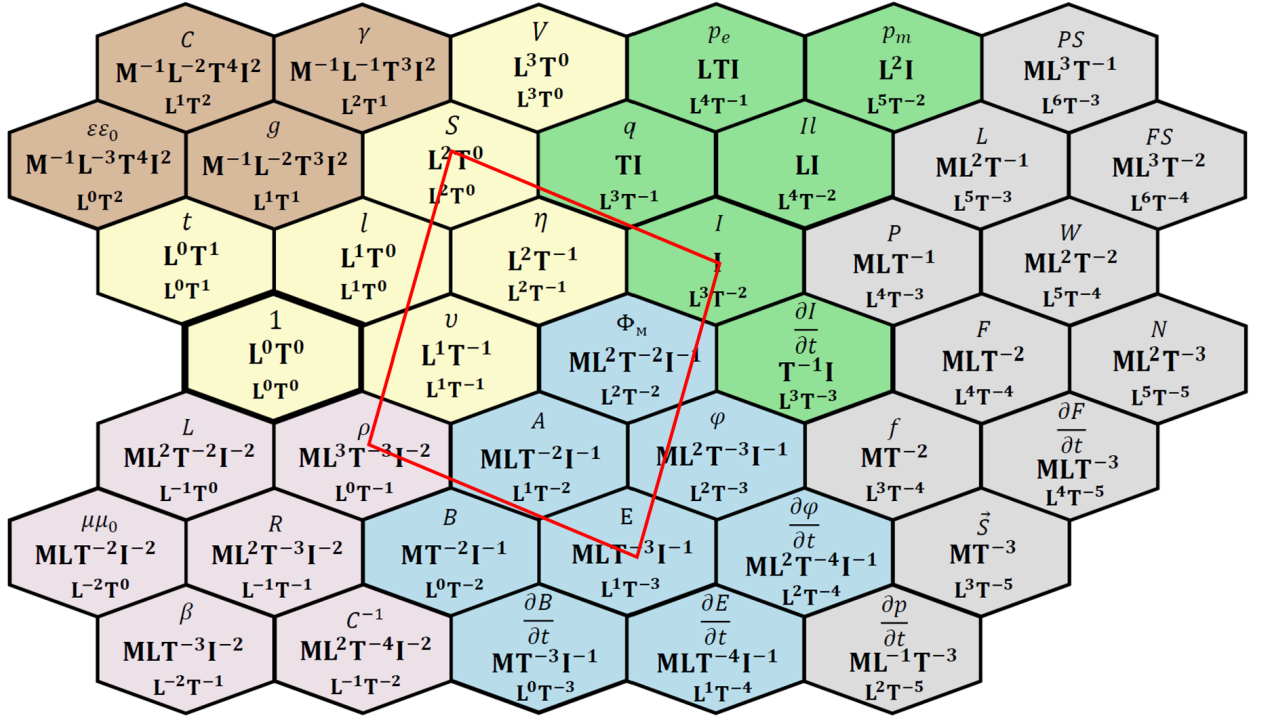


Рисунок 24 — Пример выделенного параллелограмма в четырёхразмерной системе ФВиЗ

2) $W \cdot L = \Phi_M^2$, см. рисунок 25.

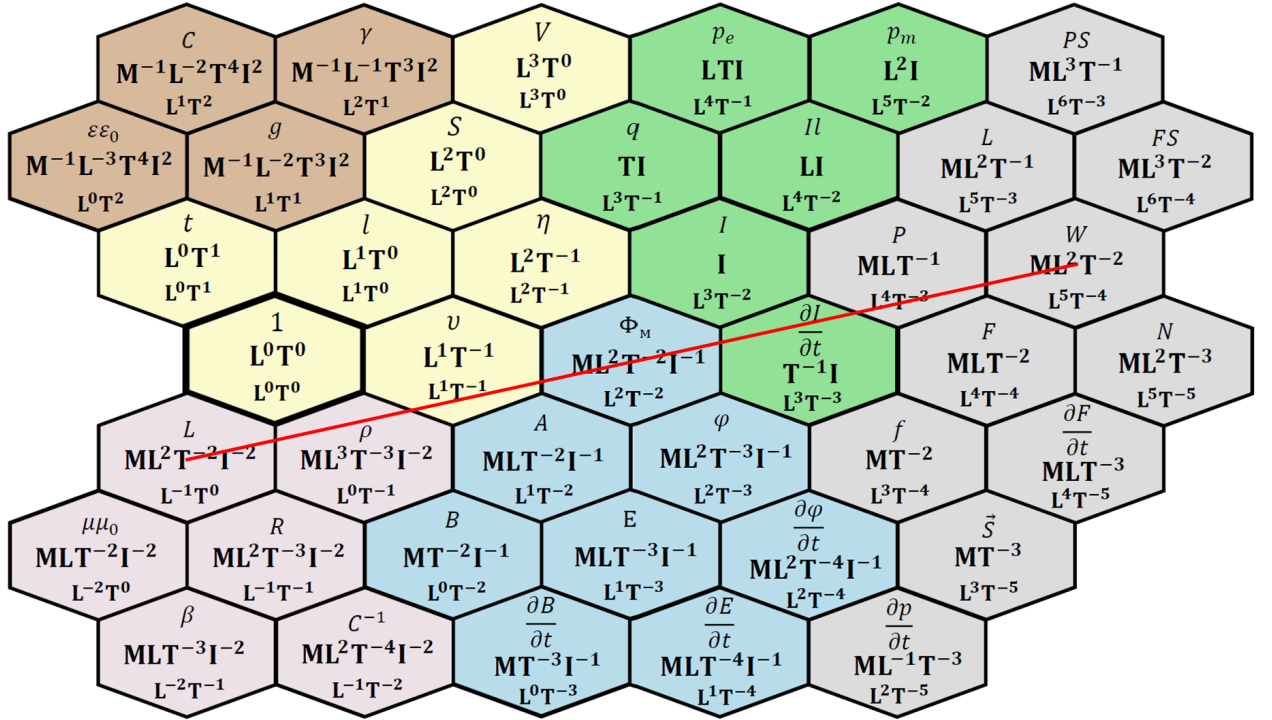


Рисунок 25 — Пример выделенной линии в четырёхразмерной системе ФВиЗ

Аналогично приведём примеры построения закономерностей в системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении (для сферы *электромагнетизма*):

1) $t \cdot q = V \cdot B$, см. рисунок 26.

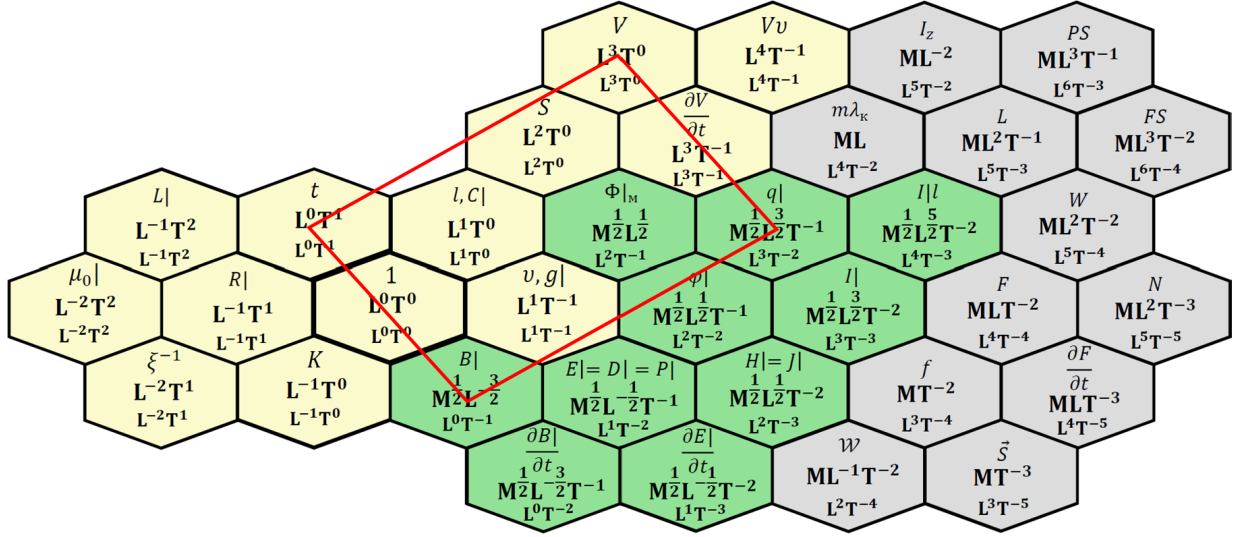


Рисунок 26 — Пример выделенного параллелограмма в трёхразмерной системе ФВиЗ

2) $g \cdot L = q|^2$, см. рисунок 27.

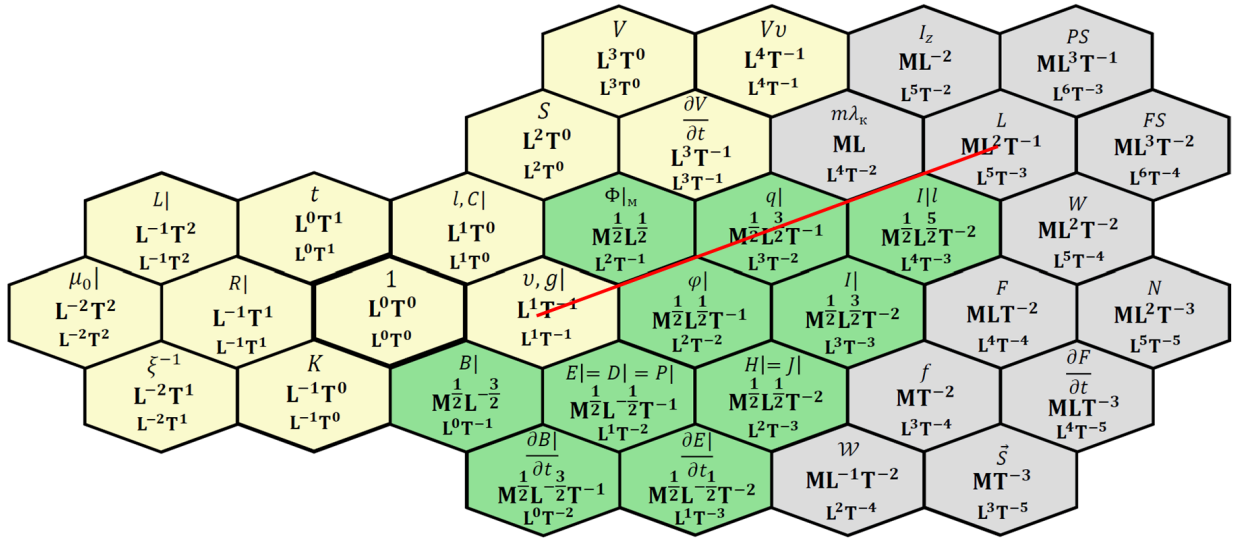


Рисунок 27 — Пример выделенной линии в трёхразмерной системе ФВиЗ

1.2.5. Обзоратель

Приведённый ранее рисунок 9 демонстрирует расположение кластеров в пространстве размерностей, на рисунке кластеры, отличающиеся цветом, расположены в некоторой последовательности. Выскажем предположение, что *при построении закономерностей при некотором взаимном расположении кластеров в пространстве размерностей, можно также, как в плоскости кластеров, получить выделенный параллелограмм или линию.*

Приведём примеры закономерностей в системе ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении с демонстрацией в плоскости кластеров (**плоскостный анализ**) и в плоскости перпендикулярной ей (**пространственный анализ**):

1) $1 \cdot F = B \cdot Il$ — правило выделенного *параллелограмма* в системе ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении, см. рисунок 28, рисунок 29.

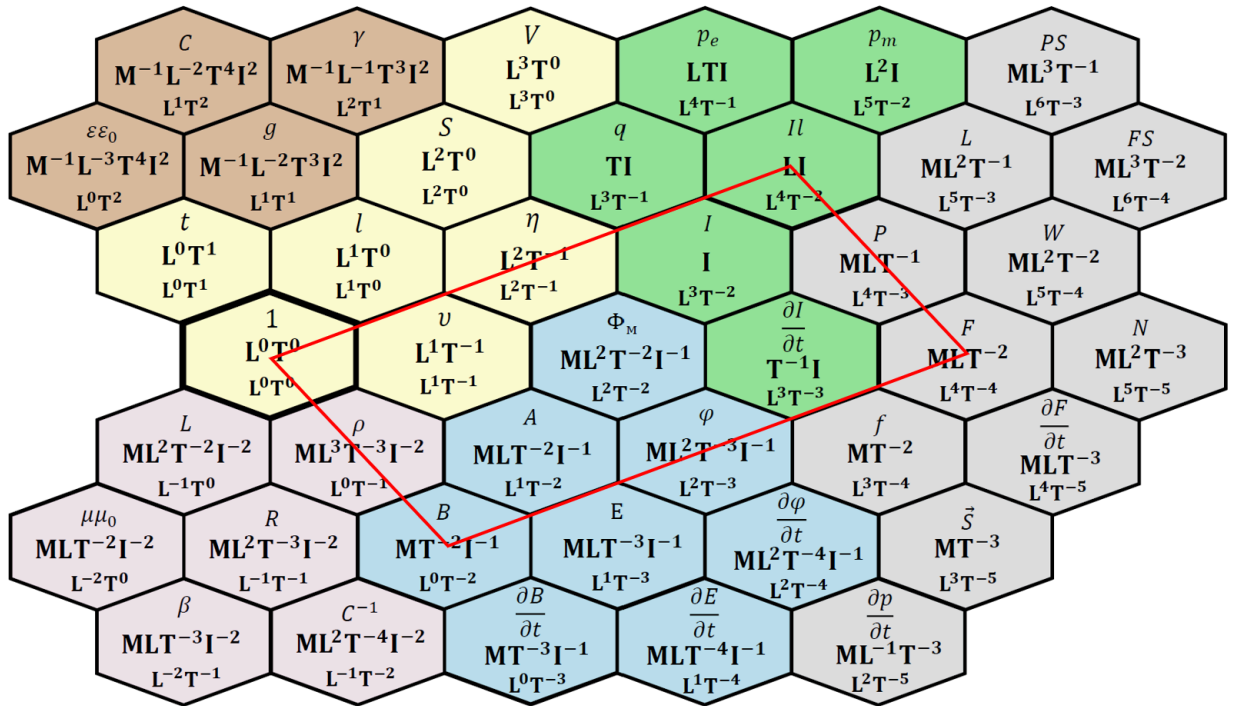


Рисунок 28 — Плоскостный анализ закономерности

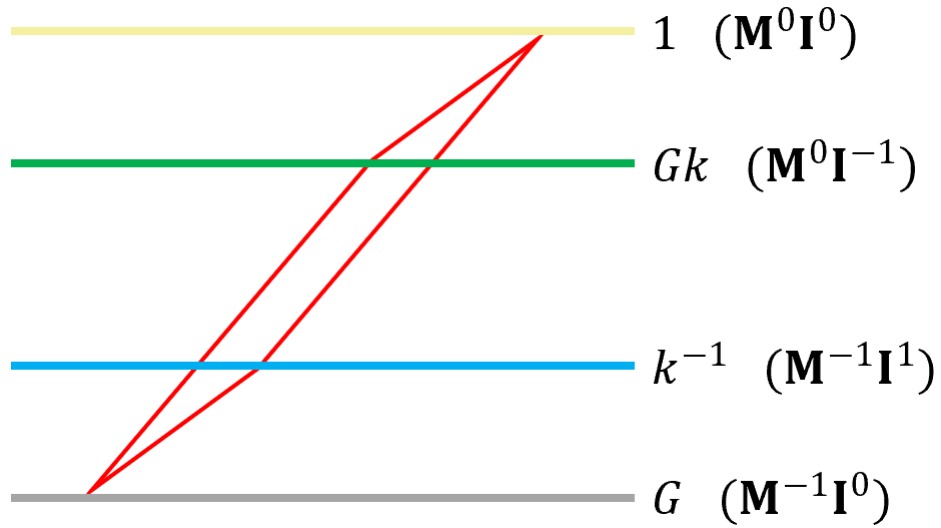


Рисунок 29 — Пространственный анализ закономерности

2) $L \cdot W = \Phi_M^2$ — правило выделенной *линии* в системе ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении, см. рисунок 30, рисунок 31.

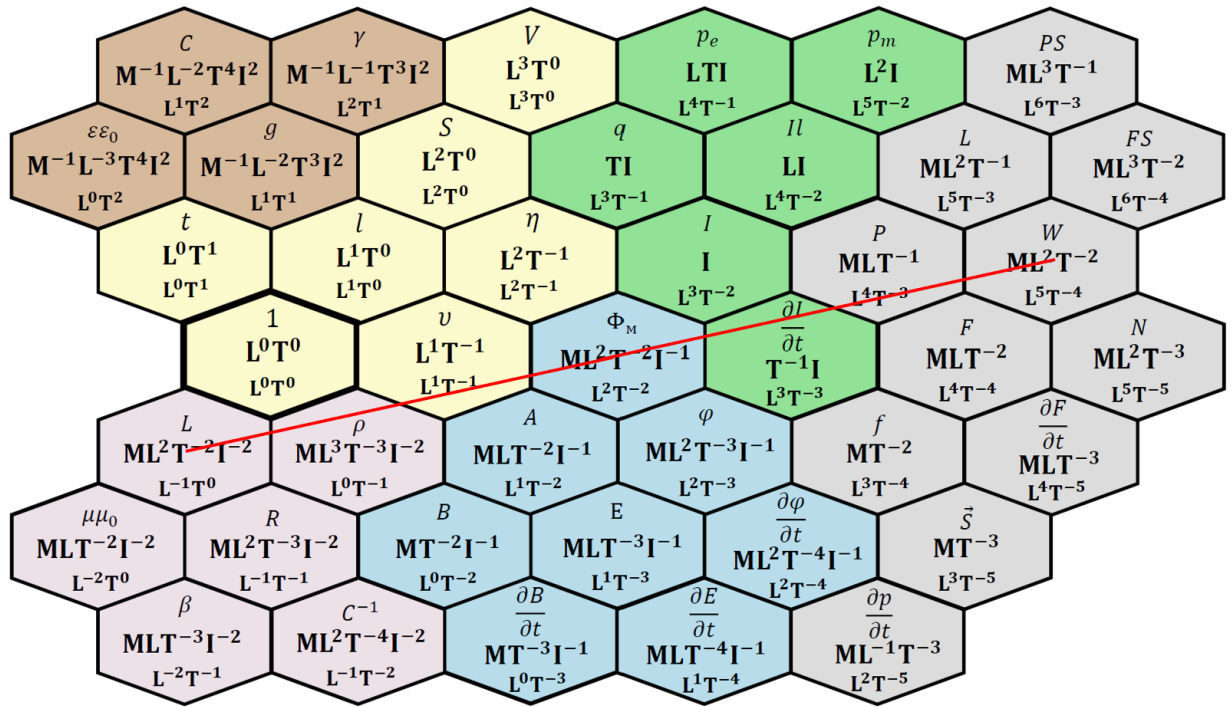


Рисунок 30 — Плоскостный анализ закономерности

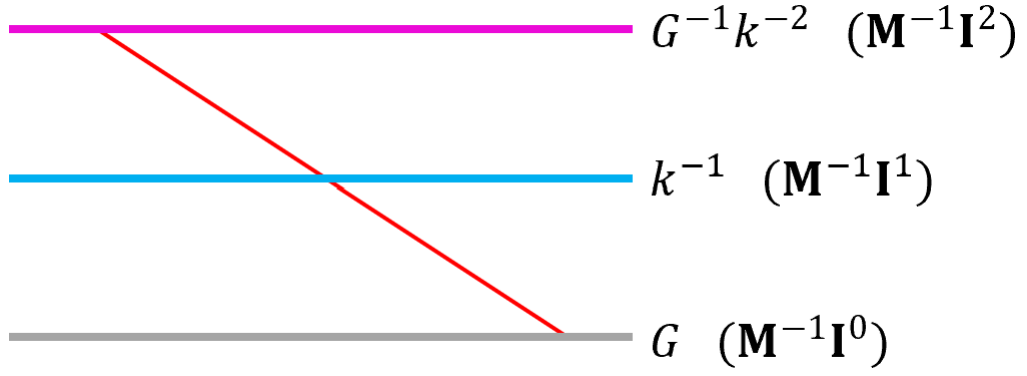


Рисунок 31 — Пространственный анализ закономерности

Приведём примеры закономерностей в системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении с демонстрацией в плоскости кластеров (**плоскостный анализ**) и в плоскости перпендикулярной ей (**пространственный анализ**):

1) $1 \cdot L = W \cdot t$ — правило выделенного *параллелограмма* в системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении, см. рисунок 32, рисунок 33.

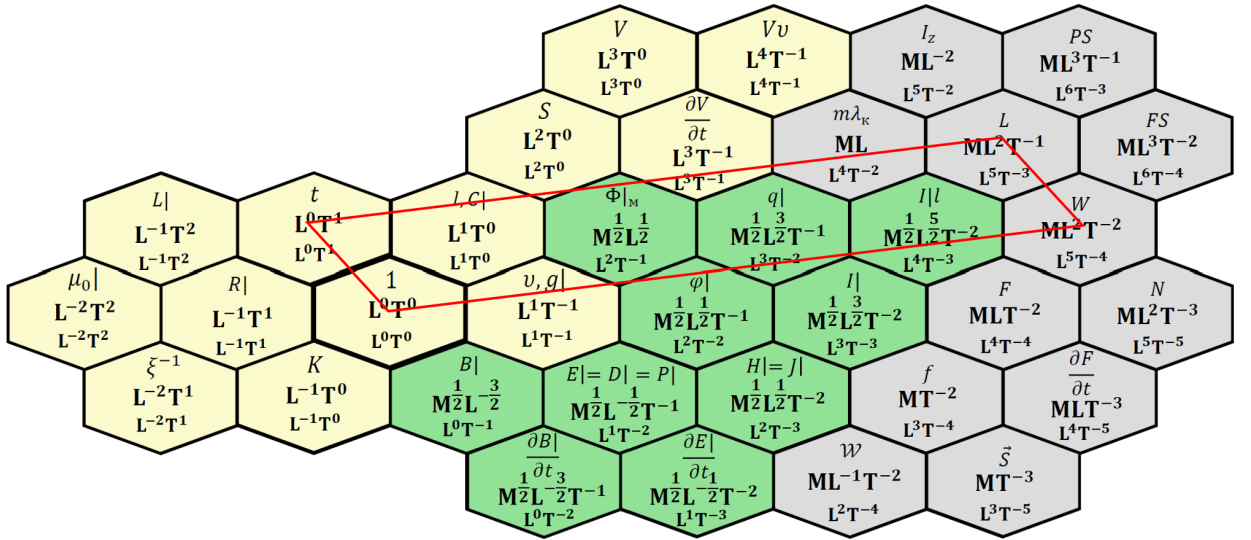


Рисунок 32 — Плоскостный анализ закономерности

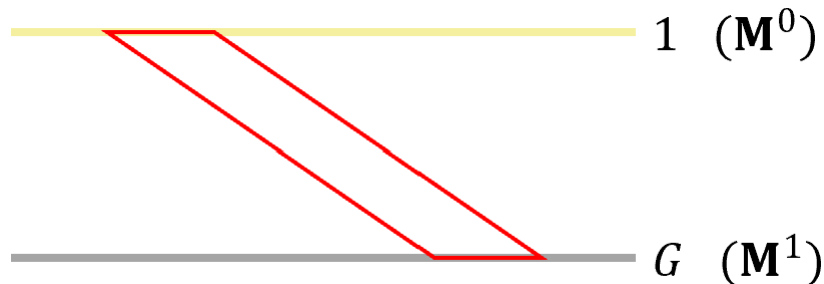


Рисунок 33 — Пространственный анализ закономерности

2) $L \cdot R| = \Phi_M|^2$ — правило выделенной *линии* в системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении, см. рисунок 34, рисунок 35.

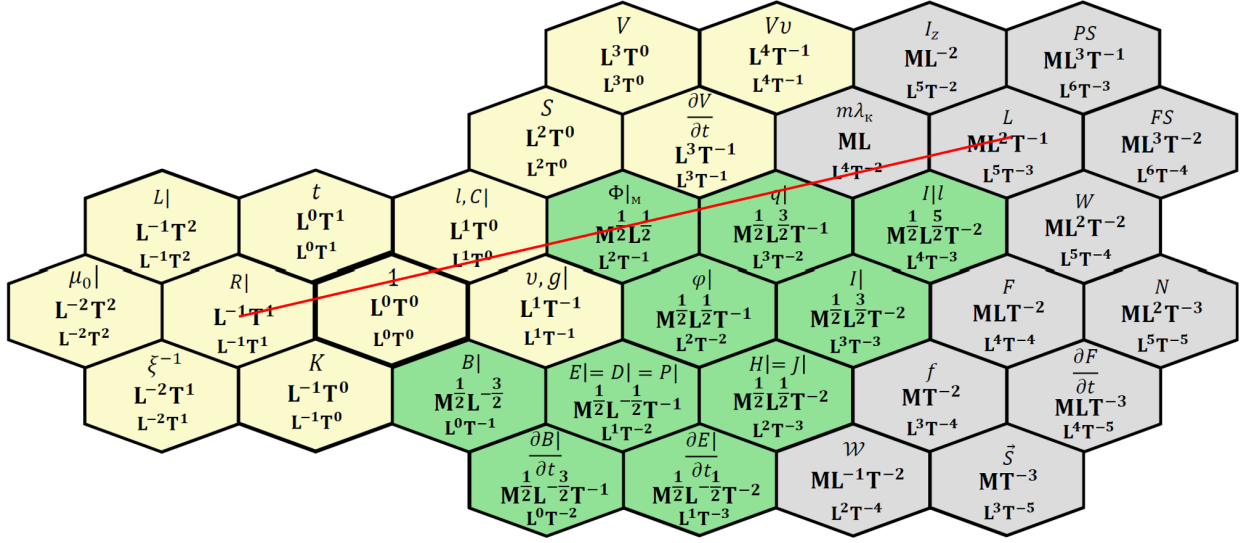


Рисунок 34 — Плоскостный анализ закомёрности

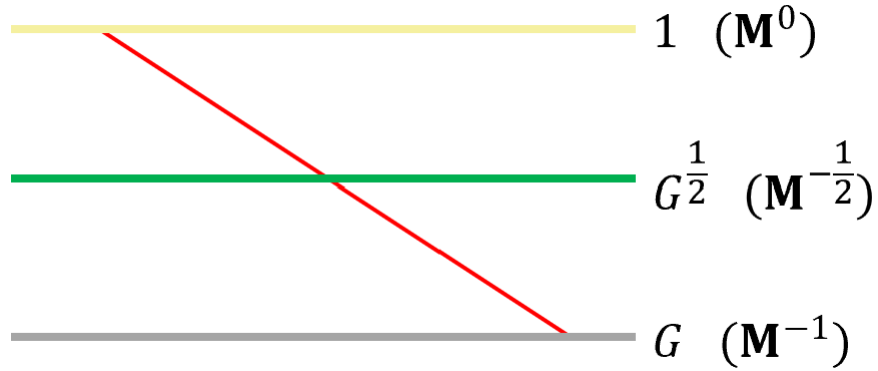


Рисунок 35 — Пространственный анализ закомёрности

В связи с отсутствием каких-либо размерностных символов помимо **M**, отличных от входящих в основную размерность систем ФВиЗ (**L** и **T**), для первичного объяснения будем использовать систему ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении.

В данном подразделе при написании размерностей характеристик кластеров, для удобства будем *сокращать* их до **M** компонентов в системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении и **MI** компонентов в системе ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении. Это, как было сказано в начале раздела, *уникальные* параметры для одного кластера, т. к. **никакими** кинематическими (с размерностными символами **L**

и **T**) операциями с размерностью характеристики кластера невозможно изменить ни степень **M**, ни степень **I** размерности характеристики кластера, такими операциями можно получить **исключительно** размерность некоторой физической величины, принадлежащей этому кластеру.

Таким образом, кластеры будут различными, только в тех случаях, когда **различны M** компоненты размерностей их характеристик для системы ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении и **MI** компоненты размерностей их характеристик для системы ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении. По этой причине в данном подразделе при написании размерностей характеристик допустимо ограничиться только этими компонентами размерностей характеристик кластеров.

Например, если имеется кластер с размерностью характеристики $M^{-1}L^3T^{-2}$, то кластер с размерностью $M^{-1}L^2T^{-2}$ **не** будет отличаться по физическим величинам, входящим в него, от имеющегося кластера. Отличаться будут только *нули уровней*.

LT компонент размерности характеристики кластера влияет исключительно на размерность величины с **LT**-размерностью L^0T^0 , принадлежащей данному кластеру (*ноль уровня*).

Пусть имеются четыре кластера, **M** компоненты размерностей характеристик которых M^a , M^b , M^c , M^d . Рассмотрим в общем виде пространственный анализ некоторой закономерности, составленной из четырёх величин из разных кластеров по *правилу выделенного параллелограмма*, см. рисунок 36.

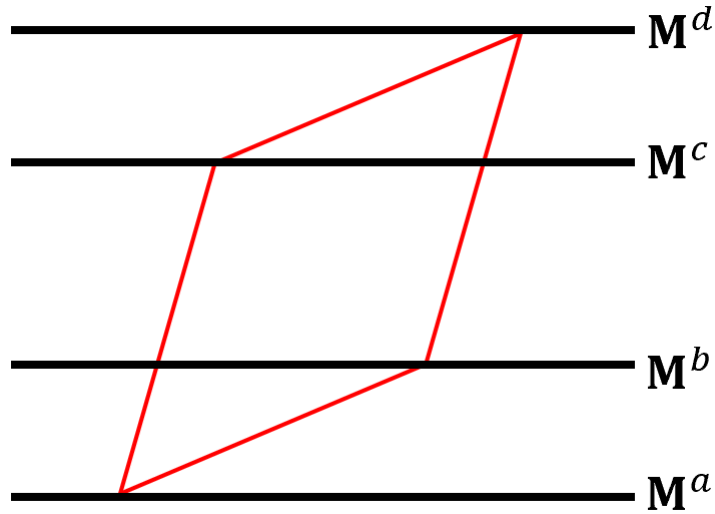


Рисунок 36 — Пространственный анализ выделенного параллелограмма в общем виде

Т. к. закономерность заведомо корректная, не обращаем внимание на **LT** компоненты размерностей характеристик кластеров (степени в левой и правой частях в любом случае окажутся одинаковыми), нас интересуют только **M** компоненты, т. к. необходимо понять, как расположить кластеры относительно друг друга (для этого нужен только *один* параметр), чтобы в пространстве также, как и в плоскости кластеров, получился параллелограмм. Согласно системным связям для *правила выделенного параллелограмма*:

$$\begin{aligned} M^a \cdot M^d &= M^b \cdot M^c. \\ M^{a+d} &= M^{b+c}. \end{aligned} \tag{27}$$

Из уравнения (27) видно, что в случае расположения *подходящих* кластеров с **M** компонентами размерностей их характеристик в порядке **возрастания** или **убывания**, равенство будет выполняться.

Пусть имеются три кластера, **M** компоненты размерностей характеристик которых M^a , M^b , M^c . Рассмотрим в общем виде пространственный анализ некоторой закономерности, составленной из трёх величин из разных кластеров по *правилу выделенной линии*, см. рисунок 37.

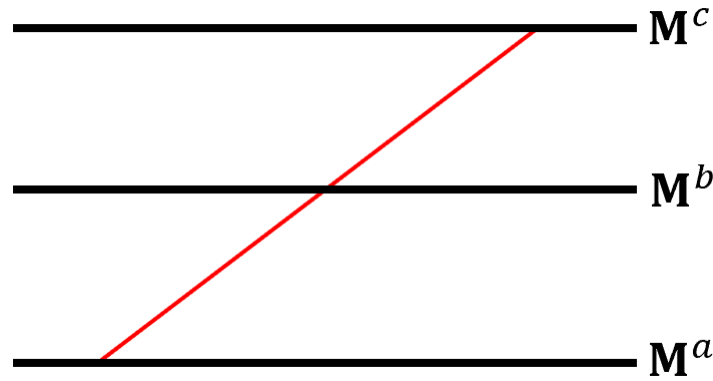


Рисунок 37 — Пространственный анализ выделенной линии в общем виде

Т. к. закономерность заведомо корректная, не обращаем внимание на **LT** компоненты размерностей характеристик кластеров (степени в левой и правой частях в любом случае окажутся одинаковыми), нас интересуют только **M** компоненты, т. к. необходимо понять, как расположить кластеры относительно друг друга (для этого нужен только *один* параметр), чтобы в пространстве также, как и в плоскости кластеров, получилась линия. Согласно системным связям для *правила выделенной линии*:

$$M^a \cdot M^c = (M^b)^2.$$

$$M^{a+c} = M^{2b}. \quad (28)$$

Из уравнения (28) также видно, что в случае расположения *подходящих* кластеров с **M** компонентами размерностей их характеристик в порядке **возрастания** или **убывания**, равенство будет выполняться.

Таким образом, мы подошли к понятиям **прямого** и **обратного механизмов мощности уровней** для системы ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении. **Мощность уровня** в системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении — это *степень* при **M** компоненте размерности характеристики системного уровня (кластера). Приведём формулировки вышеназванных механизмов.

(**Прямой, +M-ориентированный**) механизм **мощности уровней**: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения

выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **увеличения** степени **М** компонентов размерностей их характеристик от нижнего к верхнему, см. рисунок 38, рисунок 39.

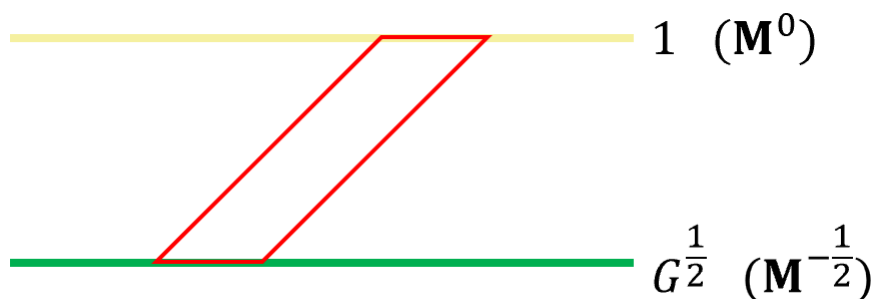


Рисунок 38 — (Прямой) механизм мощности уровней

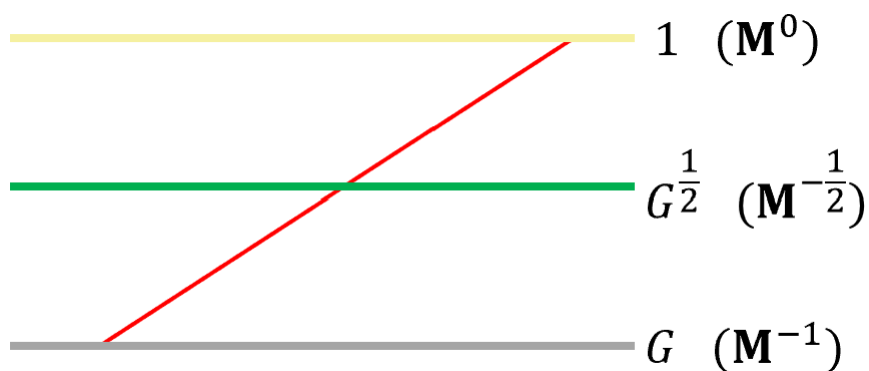


Рисунок 39 — (Прямой) механизм мощности уровней

Обратный (—М-ориентированный) механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **уменьшения** степени **М** компонентов размерностей их характеристик от нижнего к верхнему, см. рисунок 40, рисунок 41.

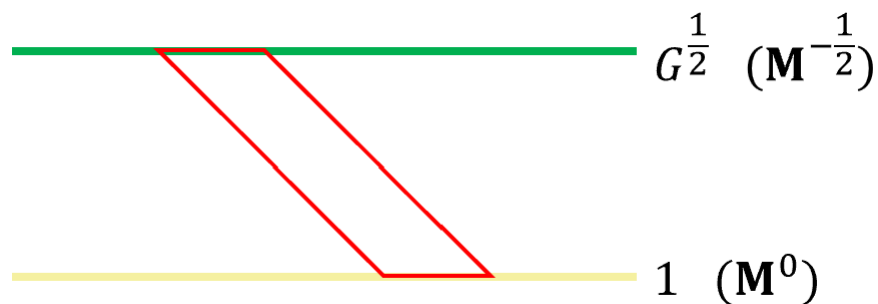


Рисунок 40 — Обратный механизм мощности уровней

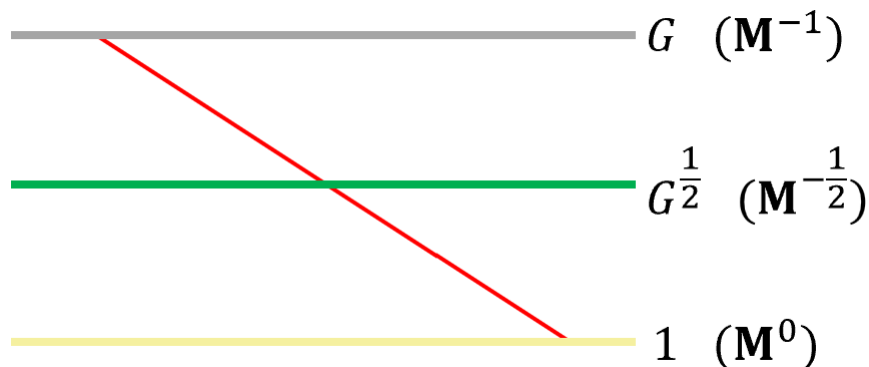


Рисунок 41 — Обратный механизм мощности уровней

В ИС ФВиЗ для визуализации пространственного анализа в режиме «MLT» на каждом этапе построения закономерности используется (пространственный) **обозреватель**. Обзоратель в режиме «MLT» применяет (**прямой, +М-ориентированный**) **механизм мощности уровней**. Для просмотра *обозревателя* требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Обозреватель**», см. рисунок 42, рисунок 43, рисунок 44. До выбора первой величины, составляющей закономерность, при наведении курсора на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Обозреватель**» *ничего не будет отображаться*.



Рисунок 42 — Обзоратель в трёхразмерном режиме ИС ФВиЗ

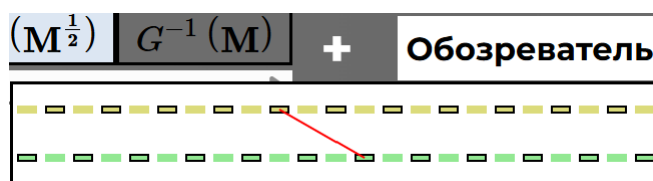


Рисунок 43 — Обозреватель в трёхразмерном режиме ИС ФВиЗ

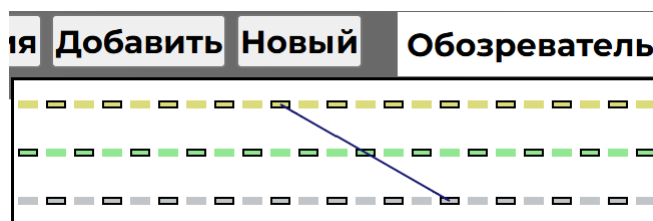


Рисунок 44 — Обозреватель в трёхразмерном режиме ИС ФВиЗ

В случае корректного построения соединяющая окрашивается в синий цвет.

Прямоугольники в окне *обозревателя* — это ячейки (физические величины), вид сверху. Некоторые прямоугольники-ячейки имеют контур чёрного цвета. Для объяснения данного отличия, рассмотрим рисунок 45.

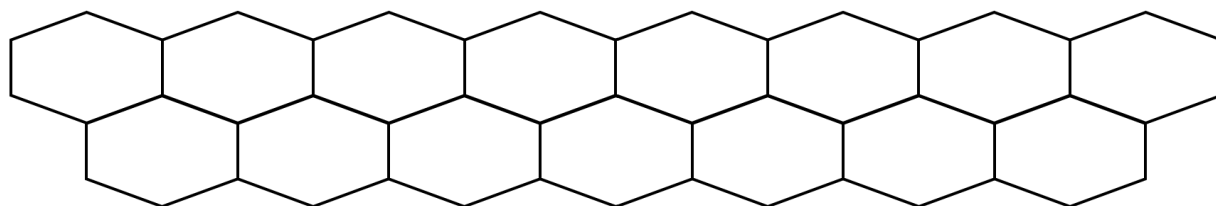


Рисунок 45 — Фрагмент сотовой структуры, вид спереди

Наиболее полно прямоугольную область пространства, которой является рабочее пространство ИС ФВиЗ, можно заполнить соединёнными друг с другом фрагментами сотовой структуры, представленными на рисунке. Из рисунка видно, что в верхнем ряду количество ячеек на одну больше, чем в нижнем, т. к. ячейки не находятся строго друг под другом (иначе это нельзя было бы назвать сотовой структурой).

Физическую величину (ячейку) при построении закономерности, можно выбрать любую, как из верхнего ряда, так и из нижнего. Следовательно, на виде *сверху* (который используется в обозревателе) требуется отображать, как верхний, так и нижний ряды фрагмента сотовой структуры, см. рисунок 46.



Рисунок 46 — Фрагмент сотовой структуры, вид сверху

Предположим, выбрана некоторая ячейка (физическая величина) для построения закономерности из фрагмента сотовой структуры, см. рисунок 47.

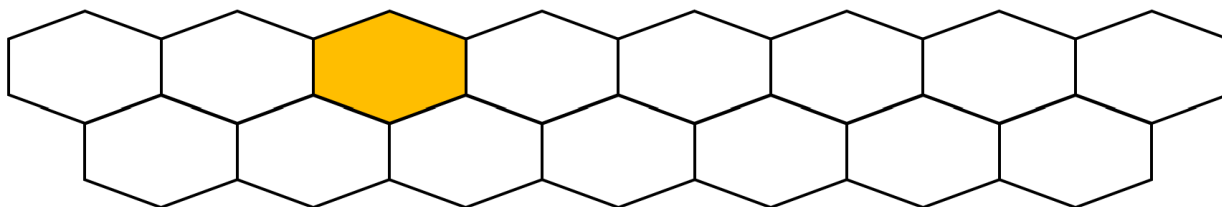


Рисунок 47 — Фрагмент сотовой структуры с выбранной ячейкой, вид спереди

Обозначим на виде сверху фрагмента сотовой структуры выбранную ячейку, см. рисунок 48.



Рисунок 48 — Фрагмент сотовой структуры с выбранной ячейкой, вид сверху

Для удобства восприятия, отобразим чёрный контур вокруг ячеек-прямоугольников, которые располагаются в том же *ряду* ячеек, что и выбранная ячейка, см. рисунок 49.



Рисунок 49 — Фрагмент сотовой структуры с выбранной ячейкой и контурами, вид сверху

Предположим, выбрана другая ячейка (физическая величина) для построения закономерности из фрагмента сотовой структуры, см. рисунок 50.



Рисунок 50 — Фрагмент сотовой структуры с выбранной ячейкой, вид спереди

В таком случае, окончательный вид сверху фрагмента сотовой структуры изменится, см. рисунок 51.



Рисунок 51 — Фрагмент сотовой структуры с выбранной ячейкой и контурами, вид сверху

Таким образом, чёрный контур вокруг прямоугольников-ячеек в обозревателе обозначает, что эти прямоугольники-ячейки находятся *в том же ряду*, что и выбранная для построения закономерности ячейка (физическая величина).

Далее рассмотрим механизм работы *обозревателя* в режиме «**MLTI**».

Как было условлено ранее, в режиме «**MLTI**» в данном подразделе при написании размерностей характеристик кластеров для удобства будем *сокращать* их до **MI** компонентов.

Для создания определённой последовательности кластеров, необходимо каким-то образом, свести два параметра (**M** и **I** компоненты размерности характеристики кластера) к одному. В системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении это не требуется, т. к. там и так один параметр — **M** компонент размерности характеристики кластера.

Применим формулу (7) перевода размерности физической величины из **MLTI**-размерностной системы в **MLT**-размерностную. Отбросим от правой части **LT** компоненты размерности, т. к. они не влияют на уникальность (состав физических величин) кластеров, получим $M^{\frac{1}{2}}$.

LT компонент размерности характеристики кластера влияет исключительно на размерность величины с **LT**-размерностью L^0T^0 , принадлежащей данному кластеру (*ноль уровня*).

Предположим, что с точки зрения пространственного расположения кластеров, можно эквивалентно заменить **I** компонент размерности характеристики кластера на $M^{\frac{1}{2}}$ в *той же степени*, что и заменяемый компонент. Значит, два параметра могут

быть приведены к одному — степени при **M** псевдо-компоненте (псевдо — т. к. это не действительный **M** компонент размерности характеристики кластера, а искусственно созданный для получения одного параметра). Таким образом, формулируем определение **мощности уровня** в системе ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении.

Пусть имеется системный уровень (кластер) с **MI** компонентом размерности его характеристики $\mathbf{M}^n \mathbf{I}^m$. **Мощностью уровня** в системе ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении назовём следующее выражение:

$$P = n + \frac{1}{2} \cdot m. \quad (29)$$

При введении данного параметра и расположении кластеров в порядке возрастания или убывания мощности уровней от нижнего к верхнему, картина сводится к механизмам мощности уровней в системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении. Различия возникают, в случаях, когда у двух и более кластеров одинаковая мощность. А такое на практике случается достаточно часто.

Пусть имеются четыре кластера, **MI** компоненты размерностей характеристик которых $\mathbf{M}^c \mathbf{I}^d$, $\mathbf{M}^{c+k} \mathbf{I}^{d+p}$, $\mathbf{M}^a \mathbf{I}^b$, $\mathbf{M}^{a+m} \mathbf{I}^{b+n}$, причём мощность кластеров $\mathbf{M}^c \mathbf{I}^d$, $\mathbf{M}^{c+k} \mathbf{I}^{d+p}$ — P_1 , а $\mathbf{M}^a \mathbf{I}^b$, $\mathbf{M}^{a+m} \mathbf{I}^{b+n}$ — P_2 . Рассмотрим в общем виде пространственный анализ некоторой закономерности, составленной из четырёх величин из разных кластеров по *правилу выделенного параллелограмма*, см. рисунок 52.

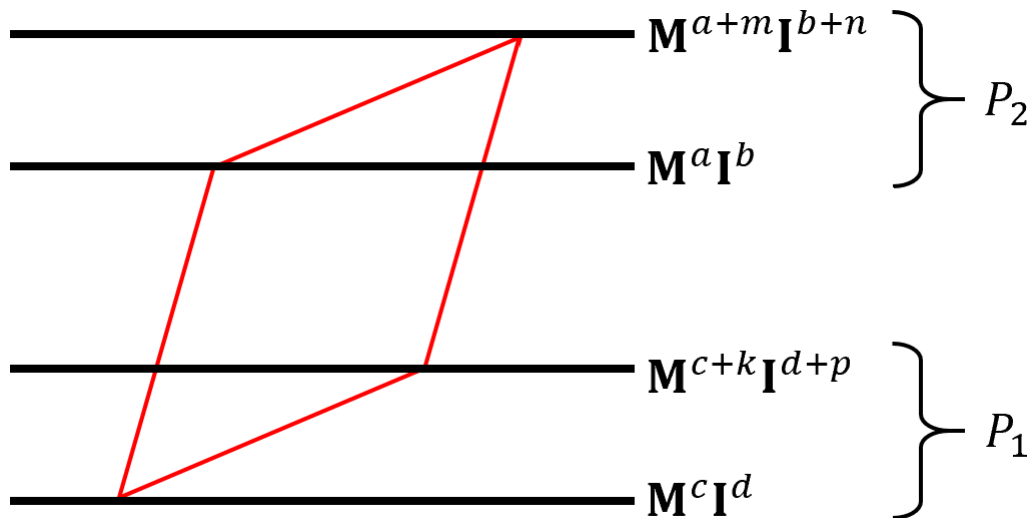


Рисунок 52 — Пространственный анализ выделенного параллелограмма в общем виде

Т. к. закономерность заведомо корректная, не обращаем внимание на **ЛТ** компоненты размерностей характеристик кластеров (степени в левой и правой частях в любом случае окажутся одинаковыми), нас интересуют только **МІ** компоненты, т. к. необходимо понять, как расположить кластеры относительно друг друга (для этого нужен только *один* параметр), чтобы в пространстве также, как и в плоскости кластеров, получился параллелограмм. Согласно системным связям для *правила выделенного параллелограмма*:

$$\begin{aligned} \mathbf{M}^c \mathbf{I}^d \cdot \mathbf{M}^{a+m} \mathbf{I}^{b+n} &= \mathbf{M}^a \mathbf{I}^b \cdot \mathbf{M}^{c+k} \mathbf{I}^{d+p}. \\ \mathbf{M}^{a+c+m} \mathbf{I}^{b+d+n} &= \mathbf{M}^{a+c+k} \mathbf{I}^{b+d+p}. \end{aligned} \quad (30)$$

Используя алгебраические методы, равенство (30) можно эквивалентно заменить на следующую систему:

$$\begin{cases} \cancel{a} + \cancel{c} + m = \cancel{a} + \cancel{c} + k \\ \cancel{b} + \cancel{d} + n = \cancel{b} + \cancel{d} + p \end{cases} \quad (31)$$

$$\begin{cases} m = k \\ n = p \end{cases}$$

Согласно формуле (29) получаем мощность P_1 для уровня с **МІ** компонентом размерности характеристики $\mathbf{M}^c \mathbf{I}^d$:

$$P_1 = c + \frac{1}{2} \cdot d. \quad (32)$$

В соответствии с формулой (29) получаем мощность P_1 для уровня с **МІ** компонентом размерности характеристики $\mathbf{M}^{c+k} \mathbf{I}^{d+p}$:

$$\begin{aligned} P_1 &= (c + k) + \frac{1}{2} \cdot (d + p). \\ P_1 &= \left(c + \frac{1}{2} \cdot d \right) + k + \frac{1}{2} \cdot p. \end{aligned} \quad (33)$$

Подставим правую часть выражения (32) в равенство (33):

$$\begin{aligned}\cancel{P}_1 &= \cancel{P}_1 + k + \frac{1}{2} \cdot p. \\ k + \frac{1}{2} \cdot p &= 0.\end{aligned}\tag{34}$$

Согласно формуле (29) получаем мощность P_2 для уровня с **МІ** компонентом размерности характеристики $\mathbf{M}^a \mathbf{I}^b$:

$$P_2 = a + \frac{1}{2} \cdot b.\tag{35}$$

В соответствии с формулой (29) получаем мощность P_2 для уровня с **МІ** компонентом размерности характеристики $\mathbf{M}^{a+m} \mathbf{I}^{b+n}$:

$$\begin{aligned}P_2 &= (a + m) + \frac{1}{2} \cdot (b + n). \\ P_2 &= \left(a + \frac{1}{2} \cdot b\right) + m + \frac{1}{2} \cdot n.\end{aligned}\tag{36}$$

Подставим правую часть выражения (35) в равенство (36):

$$\begin{aligned}\cancel{P}_2 &= \cancel{P}_2 + m + \frac{1}{2} \cdot n. \\ m + \frac{1}{2} \cdot n &= 0.\end{aligned}\tag{37}$$

Объединим систему (31) и выражения (34), (37) в одну систему:

$$\begin{aligned}\begin{cases} k + \frac{1}{2} \cdot p = 0 & | \cdot 2 \\ m + \frac{1}{2} \cdot n = 0 & | \cdot 2 \\ m = k \\ n = p \end{cases} \\ \begin{cases} 2k + p = 0 & (a) \\ 2m + n = 0 & (b) \\ k - m = 0 & (c) \\ n - p = 0 & (d) \end{cases}\end{aligned}\tag{38}$$

Вычтем из выражения (a) выражение (b) системы (38):

$$2k + p - (2m + n) = 0.$$

$$2(k - m) = n - p. \quad (39)$$

Подставим в выражение (39) правые части выражений (с), (d) системы (38):

$$2 \cdot 0 = 0.$$

Таким образом, приходим к выводу, что нет ограничений на слагаемые k , p , m , n в показателях степеней при **MI** компонентах размерностей характеристик кластеров. Основываясь на этом, мы подошли к понятиям следующих *механизмов мощности уровней* для системы ФВиЗ в **MLTI**-размерностном представлении: (прямого) **+M-ориентированного**, (прямого) **+I-ориентированного**, (прямого) **—M-ориентированного**, (прямого) **—I-ориентированного**, обратного **+M-ориентированного**, обратного **+I-ориентированного**, обратного **—M-ориентированного**, обратного **—I-ориентированного**. Приведём формулировки вышеназванных механизмов.

(Прямой) +M-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **увеличения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **увеличения** степени **M** компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 53, рисунок 54.

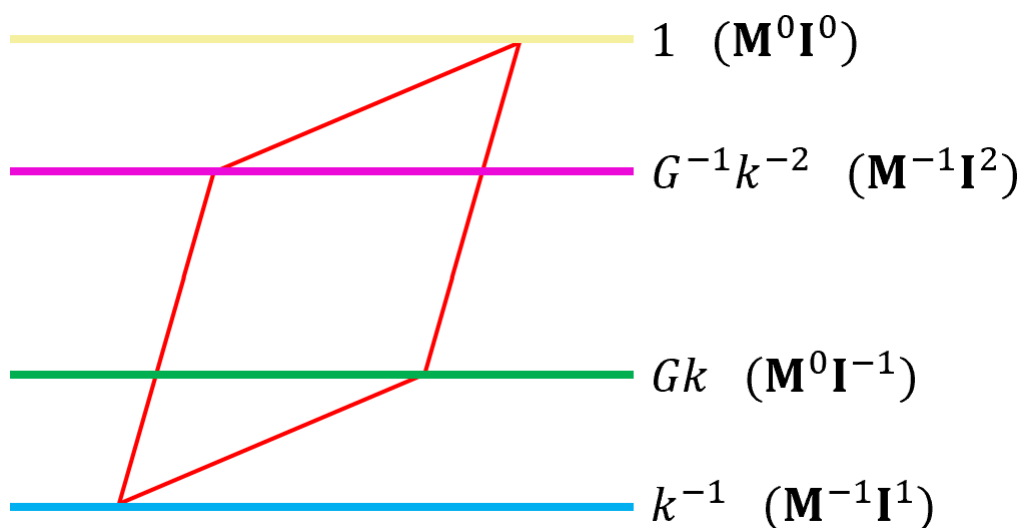


Рисунок 53 — (Прямой) +М-ориентированный механизм мощности уровней

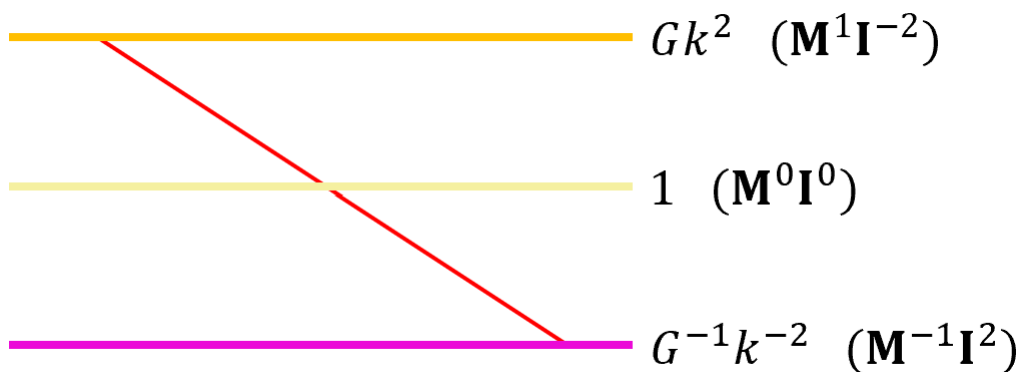


Рисунок 54 — (Прямой) +М-ориентированный механизм мощности уровней

(Прямой) +I-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **увеличения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **увеличения** степени **I** компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 55, рисунок 56.

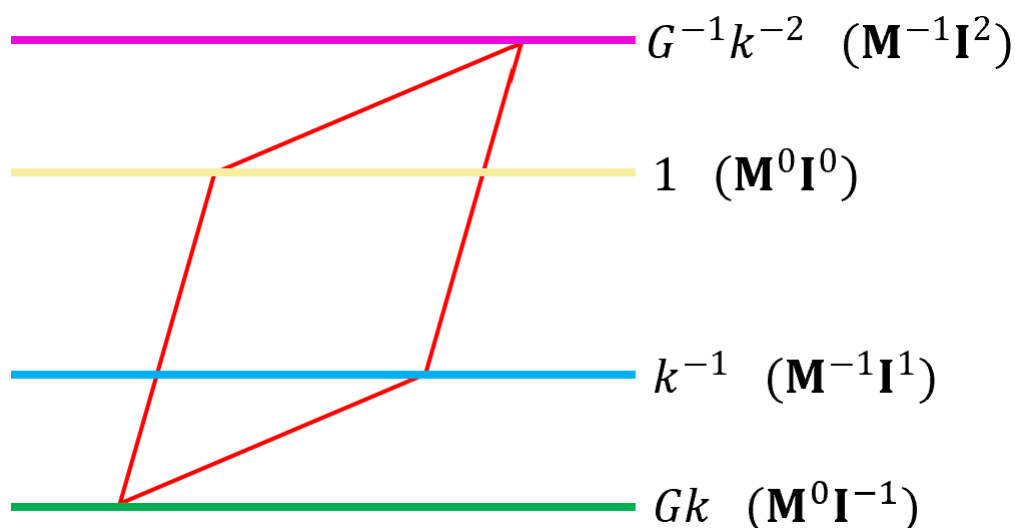


Рисунок 55 — (Прямой) +I-ориентированный механизм мощности уровней

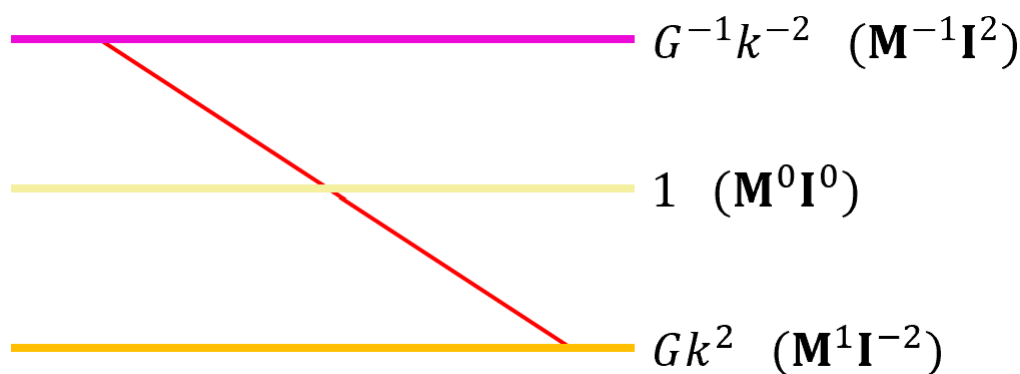


Рисунок 56 — (Прямой) +I-ориентированный механизм мощности уровней

(Прямой) —M-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **увеличения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **уменьшения** степени **M** компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 57, рисунок 58.

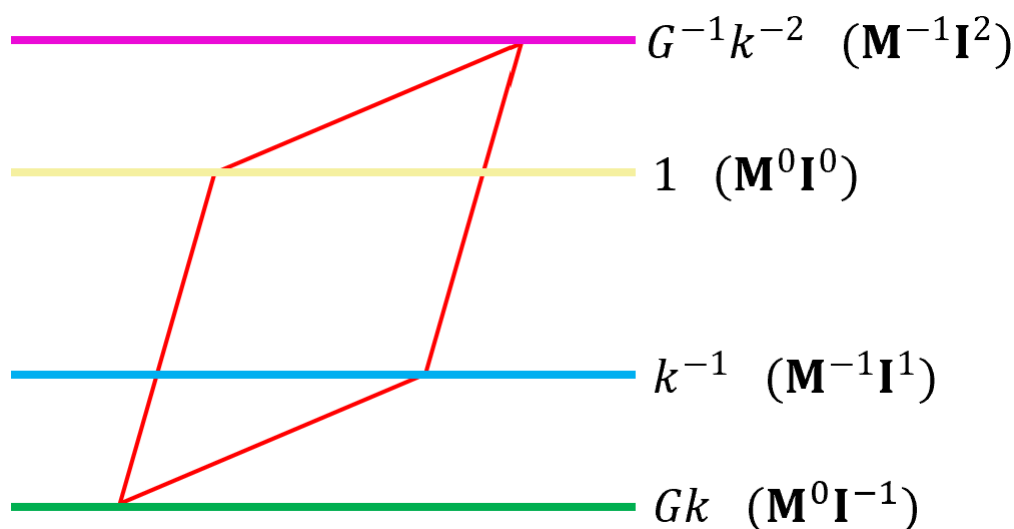


Рисунок 57 — (Прямой) -М-ориентированный механизм мощности уровней

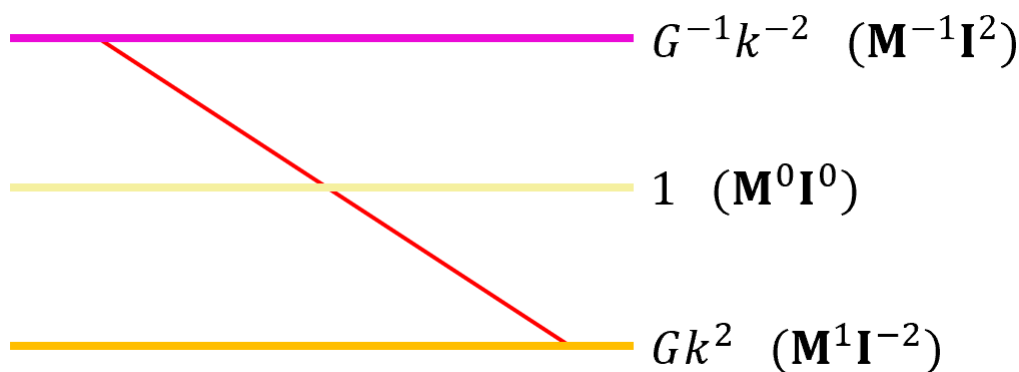


Рисунок 58 — (Прямой) -М-ориентированный механизм мощности уровней

(Прямой) —I-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **увеличения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **уменьшения** степени **I** компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 59, рисунок 60.

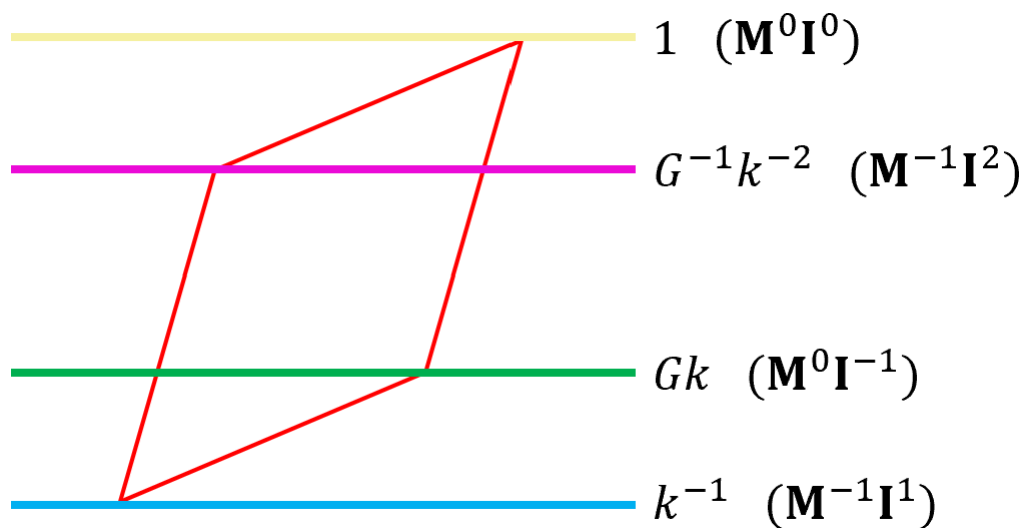


Рисунок 59 — (Прямой) -I-ориентированный механизм мощности уровней

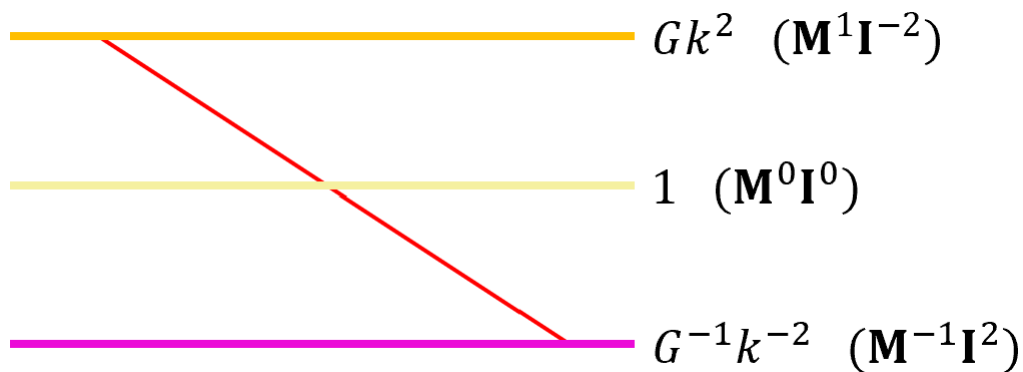


Рисунок 60 — (Прямой) -I-ориентированный механизм мощности уровней

Обратный +M-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **уменьшения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **увеличения** степени **M** компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 61, рисунок 62.

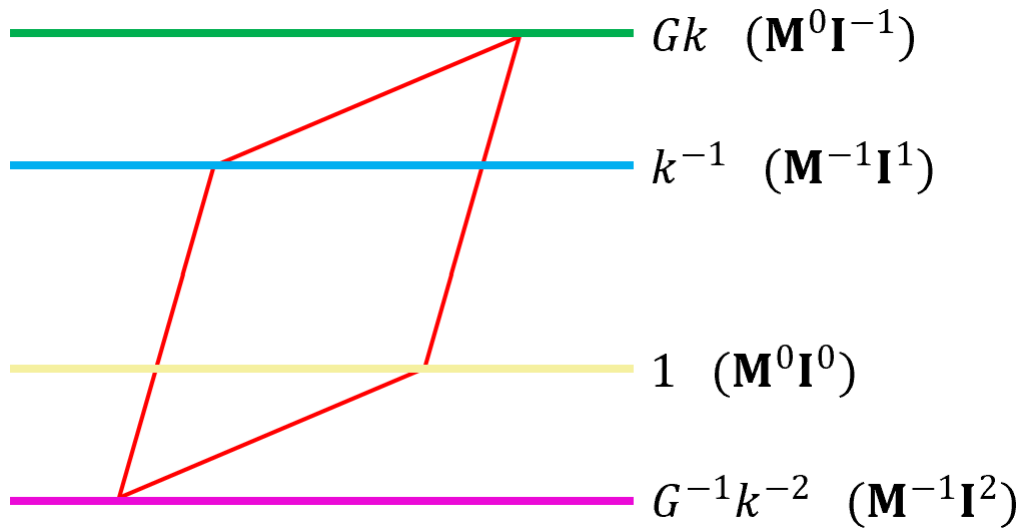


Рисунок 61 — Обратный +M-ориентированный механизм мощности уровней

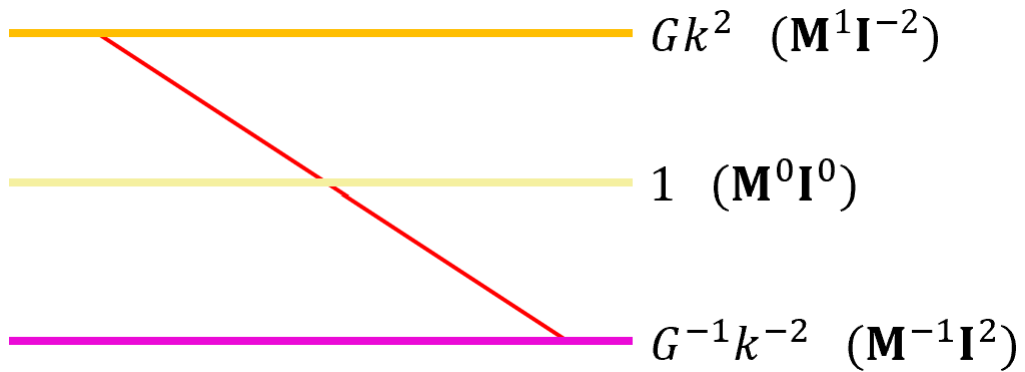


Рисунок 62 — Обратный +M-ориентированный механизм мощности уровней

Обратный +I-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **уменьшения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **увеличения** степени $\mathbf{I}$ компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 63, рисунок 64.

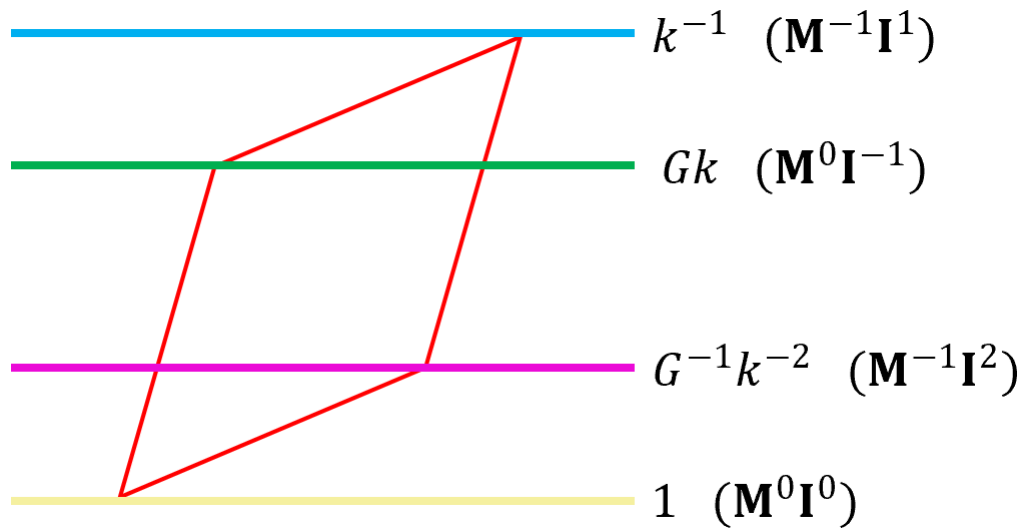


Рисунок 63 — Обратный +I-ориентированный механизм мощности уровней

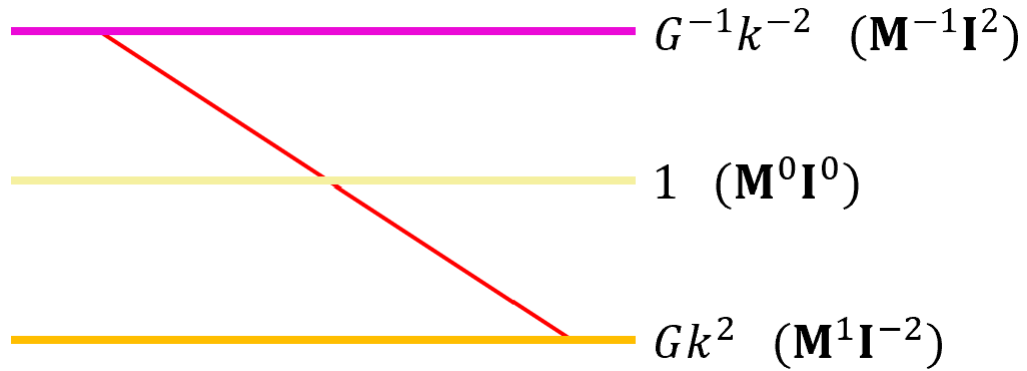


Рисунок 64 — Обратный +I-ориентированный механизм мощности уровней

Обратный —M-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **уменьшения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **уменьшения** степени **M** компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 65, рисунок 66.

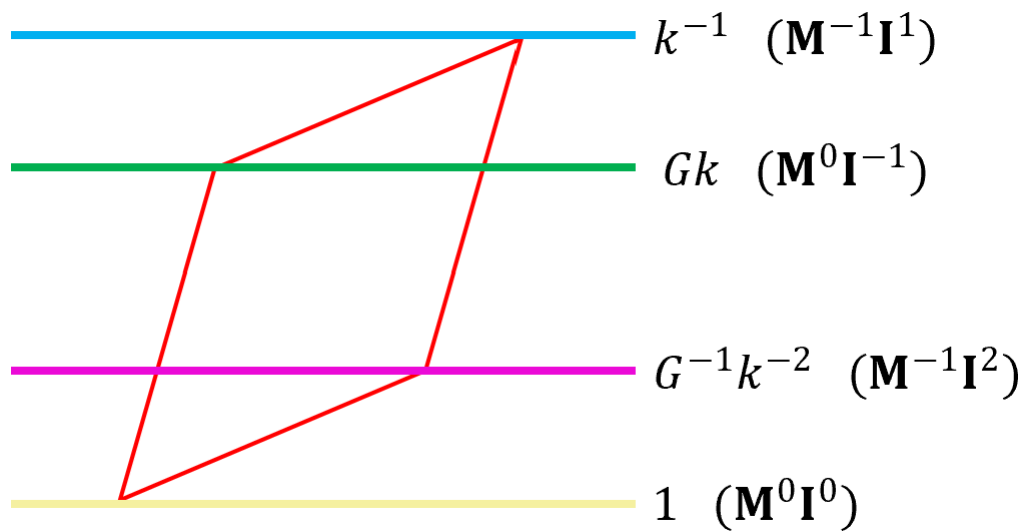


Рисунок 65 — Обратный -М-ориентированный механизм мощности уровней

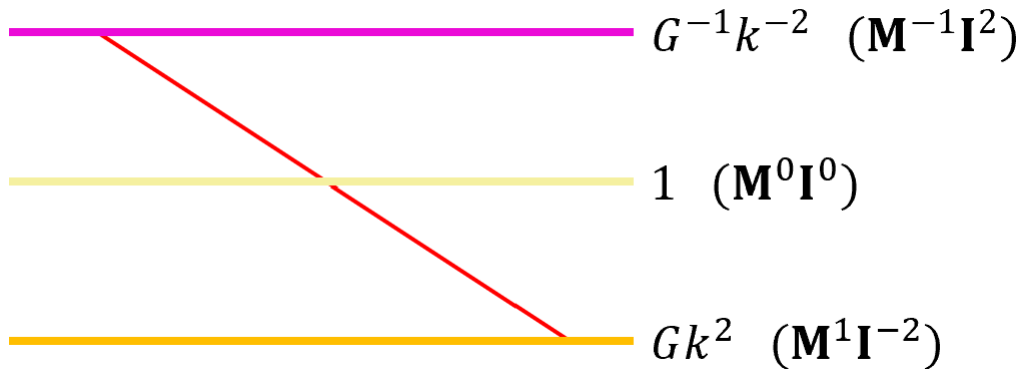


Рисунок 66 — Обратный -М-ориентированный механизм мощности уровней

Обратный —I-ориентированный механизм мощности уровней: при проведении *пространственного* анализа корректной закономерности для получения выделенных параллелограмма или линии в плоскости, перпендикулярной плоскости кластеров, необходимо расположить кластеры в порядке **уменьшения** их мощности от нижнего к верхнему, при равенстве мощностей кластеров расположить кластеры в порядке **уменьшения** степени **I** компонентов размерностей их характеристик от более нижнего к более верхнему, см. рисунок 67, рисунок 68.

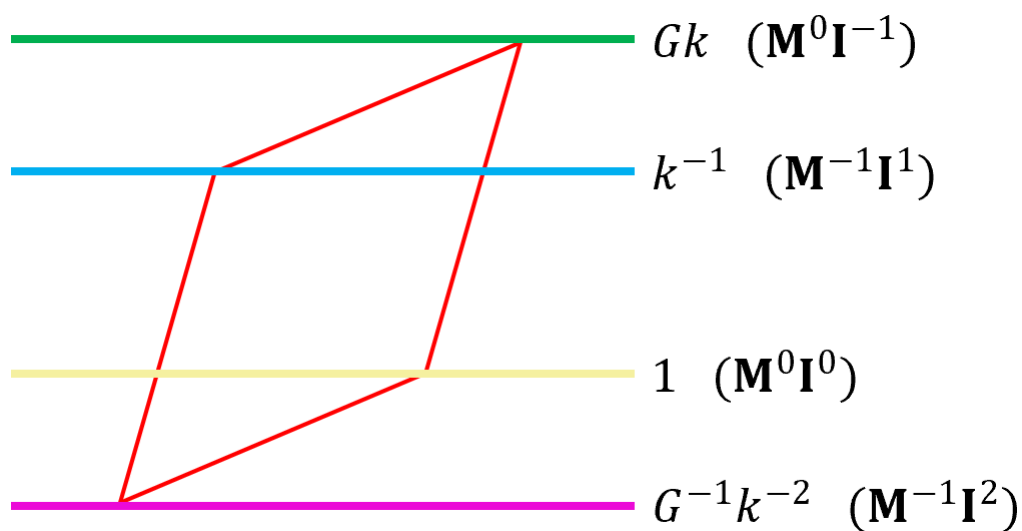


Рисунок 67 — Обратный -I-ориентированный механизм мощности уровней

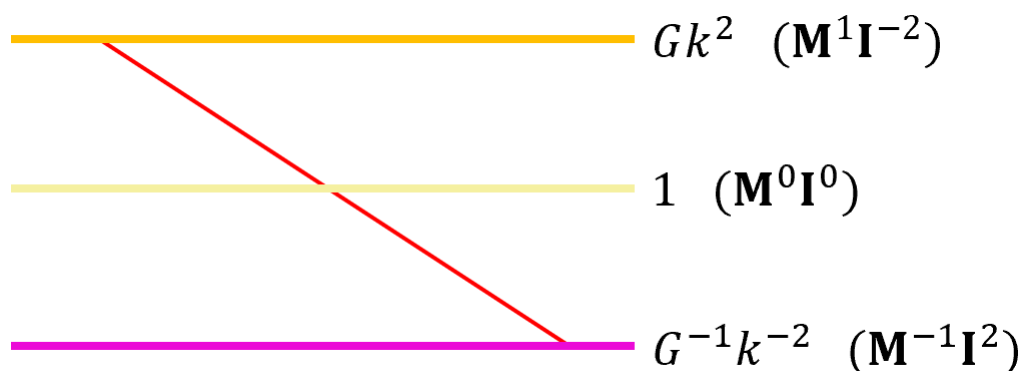


Рисунок 68 — Обратный -I-ориентированный механизм мощности уровней

В ИС ФВиЗ для визуализации пространственного анализа в режиме «**MLTI**» на каждом этапе построения закономерности используется (пространственный) **обозреватель**. Обзоратель в режиме «**MLT**» применяет (**прямой**) **+M-ориентированный механизм мощности уровней**. Для просмотра *обозревателя* требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Обозреватель**», см. рисунок 69, рисунок 70, рисунок 71, рисунок 72. До выбора первой величины, составляющей закономерность, при наведении курсора на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Обозреватель**» *ничего не будет отображаться*.



Рисунок 69 — Обзоратель в четырёхразмерностном режиме ИС ФВиЗ

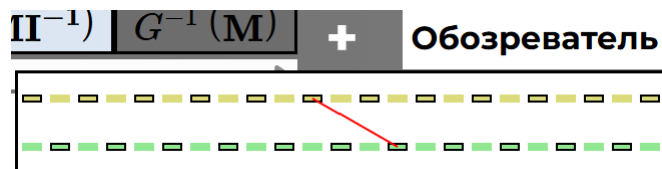


Рисунок 70 — Обозреватель в четырёхразмерном режиме ИС ФВиЗ

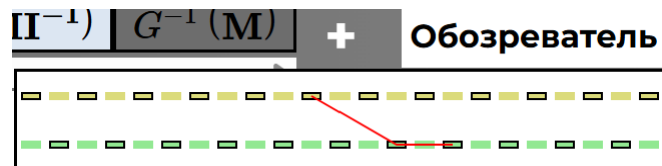


Рисунок 71 — Обозреватель в четырёхразмерном режиме ИС ФВиЗ

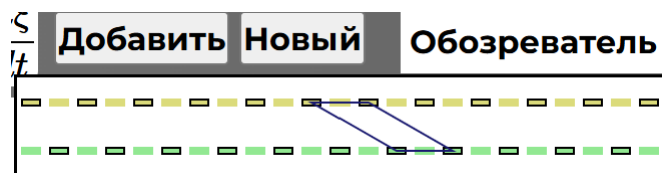


Рисунок 72 — Обозреватель в четырёхразмерном режиме ИС ФВиЗ

В случае корректного построения соединяющая окрашивается в синий цвет.

1.3. Об интерактивной системе ФВиЗ

Интерактивная система ФВиЗ (ИС ФВиЗ) предназначена для моделирования и прогнозирования физических закономерностей в размерностных пространствах **MLTI** и **MLT**. Интерактивное исполнение системы ФВиЗ имеет ряд преимуществ, которые будут раскрыты в четвёртом разделе настоящей Инструкции. Работать в ИС ФВиЗ предлагается в полноэкранном режиме на ПК в стандартном масштабе 100%. ИС ФВиЗ располагается в сети Интернет по адресу: <https://spql.ru> (System of Physical Quantities and Laws (SPQL)).

1.3.1. Обзор рабочего пространства

Рабочее пространство является основным окном, с которым преимущественно происходит взаимодействие с программой, см. рисунок 73.

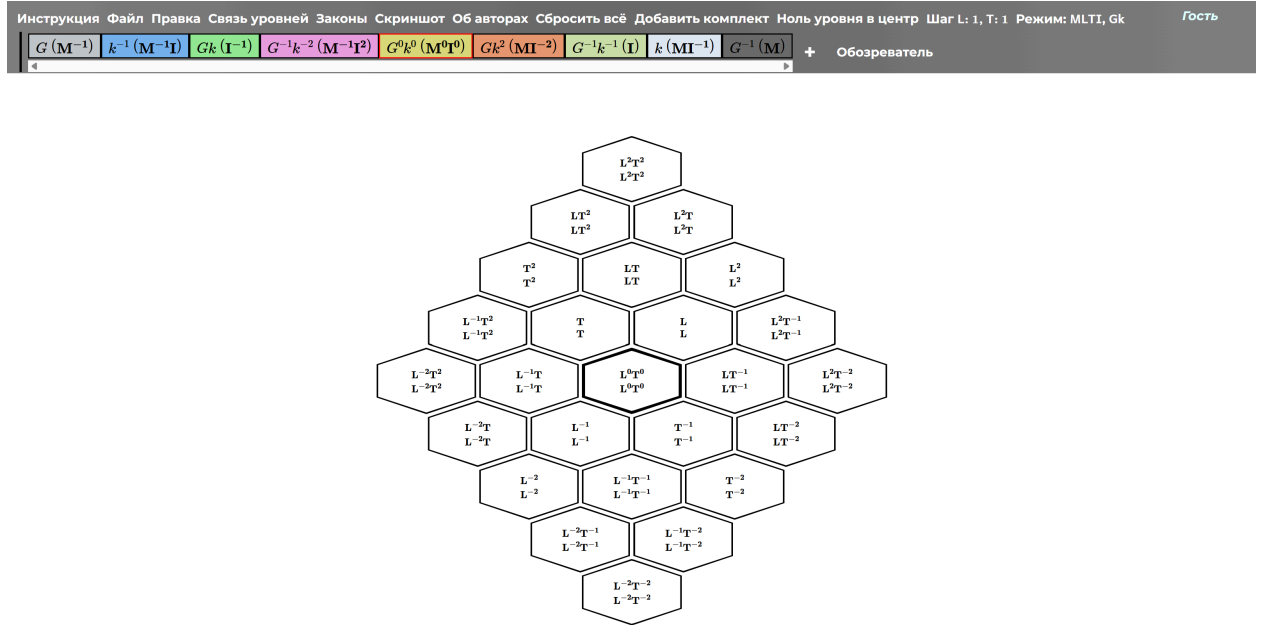


Рисунок 73 — Рабочее пространство ИС ФВиЗ в начальном состоянии

Логически рабочее пространство системы можно разделить на следующие области:

- область *фундаментального* взаимодействия;
- область *базового* взаимодействия;
- область *серверного* взаимодействия;
- область *функционального* взаимодействия;
- область взаимодействия с *базой данных*.

Обозначим области на рабочем пространстве ИС ФВиЗ, см. рисунок 74.

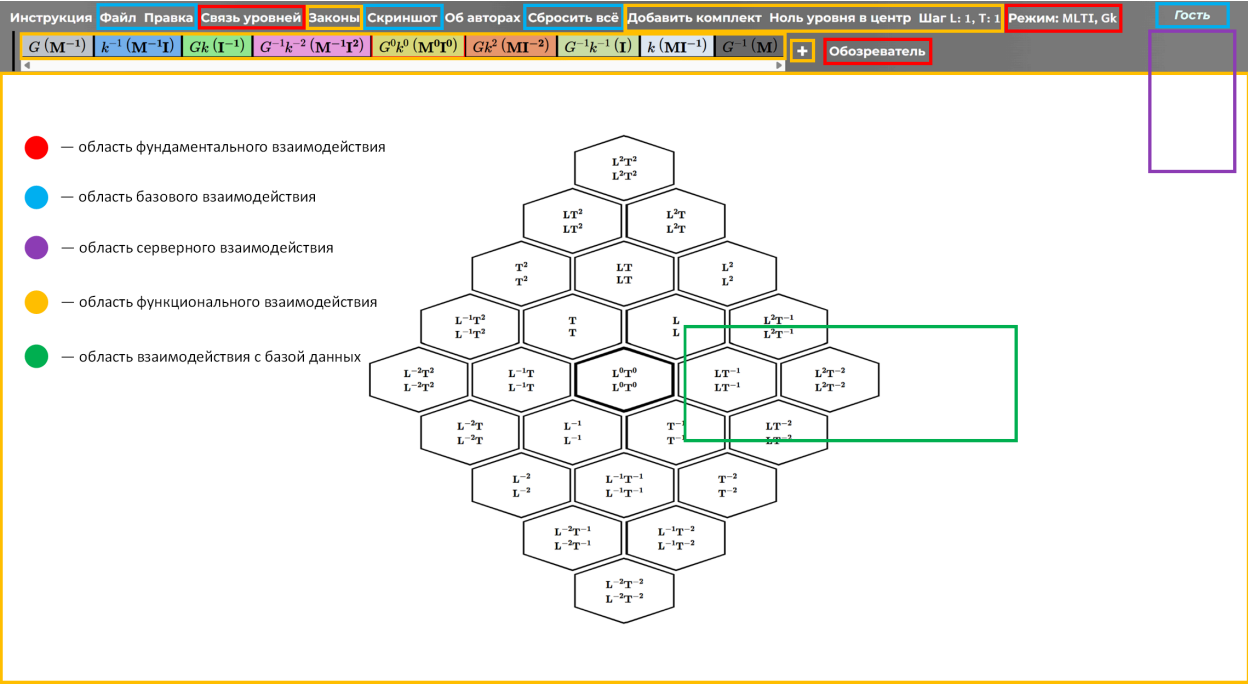


Рисунок 74 — Области рабочего пространства ИС ФВиЗ

На данном этапе рассмотрена область фундаментального взаимодействия. Используя данную область, можно изменять *режим*, в котором функционирует ИС ФВиЗ (размерностное представление системы ФВиЗ) и видеть пространственный анализ закономерностей в *обозревателе*. Далее в каждом разделе рассматривается своя область взаимодействия.

1.3.2. Об авторах

Для просмотра информации об авторах ИС ФВиЗ требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Об авторах**», см. рисунок 75.

Автоматизированная Система ФВиЗ		
Автоматизированная Система ФВиЗ		
Автор системы ФВиЗ: Чуев Анатолий Степанович chuev@mail.ru		
Разработчики: поток ИУ6 2023		
Мартыненко Андрей Дмитриевич	Сонин Сергей Викторович	Макаов Арсен Артурович
Концепт, фронтенд, инструкция	Бэкенд	Бэкенд, развёртывание
qwerty5178@yandex.ru	sonin.serej@yandex.ru	arsenixmix@mail.ru
© SPQL.ru, 2024—2025		

Рисунок 75 — Окно с информацией об авторах ИС ФВиЗ

2. Базовое взаимодействие с системой

В данном разделе приведена информация о работе с файлами рабочего пространства системы, возможностях отката и возврата действий, локальном сохранении изображений рабочего пространства и возможностях сброса построений.

2.1. Файл

Для открытия списка действий с файлами ИС ФВиЗ требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Файл**», см. рисунок 76.

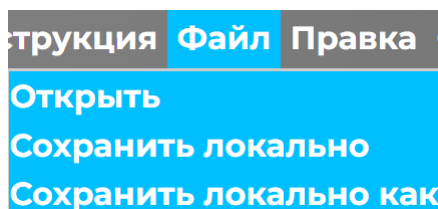


Рисунок 76 — Окно со списком действий с файлами ИС ФВиЗ

2.1.1. Открыть

Для открытия файла требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Файл**», она подсветится *голубым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Открыть**», она подсветится *серым* цветом, и нажать на неё, см. рисунок 77.

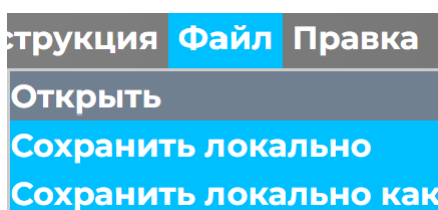


Рисунок 77 — Локальное открытие файла

В открывшемся системном диалоговом окне, требуется выбрать нужный файл и открыть его, см. рисунок 78.

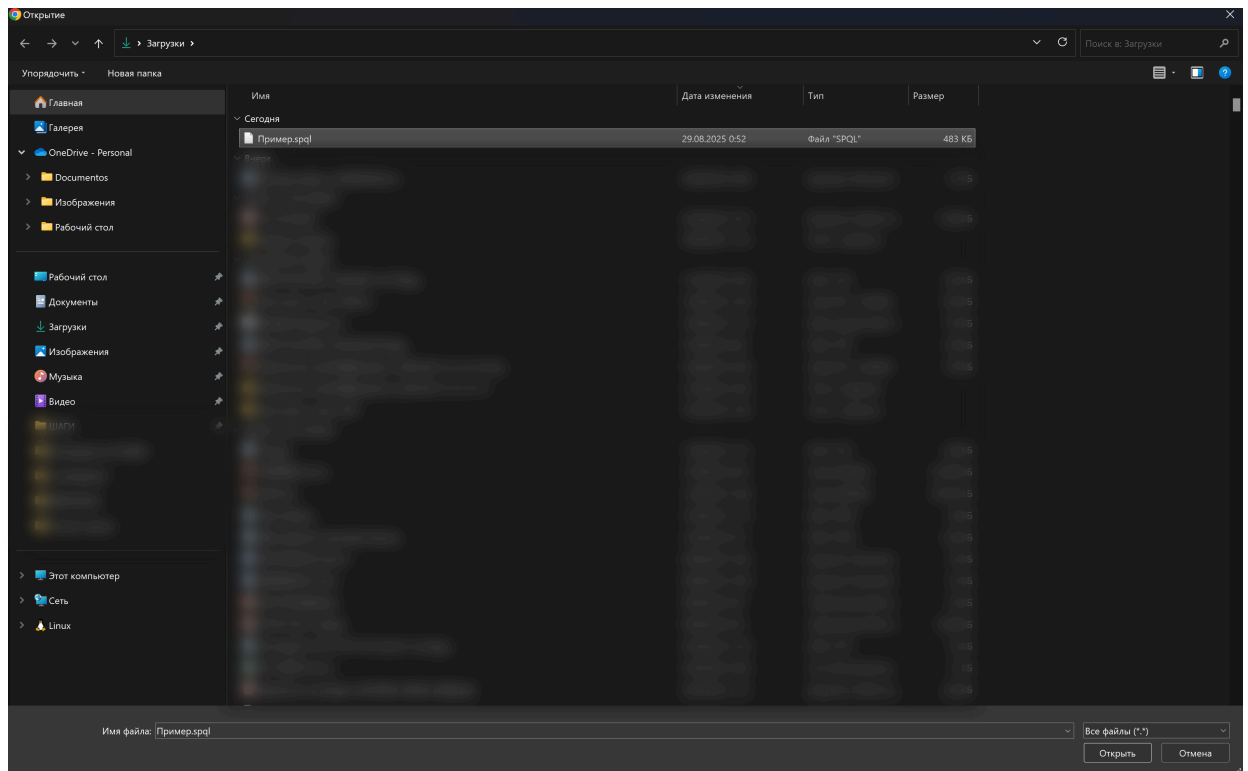


Рисунок 78 — Системное диалоговое окно открытия файлов

После открытия файла рабочее пространство, режим, граф системных связей, законы, шаг, набор системных уровней, содержание всех баз данных будут соответствовать открытому файлу, см. рисунок 79.

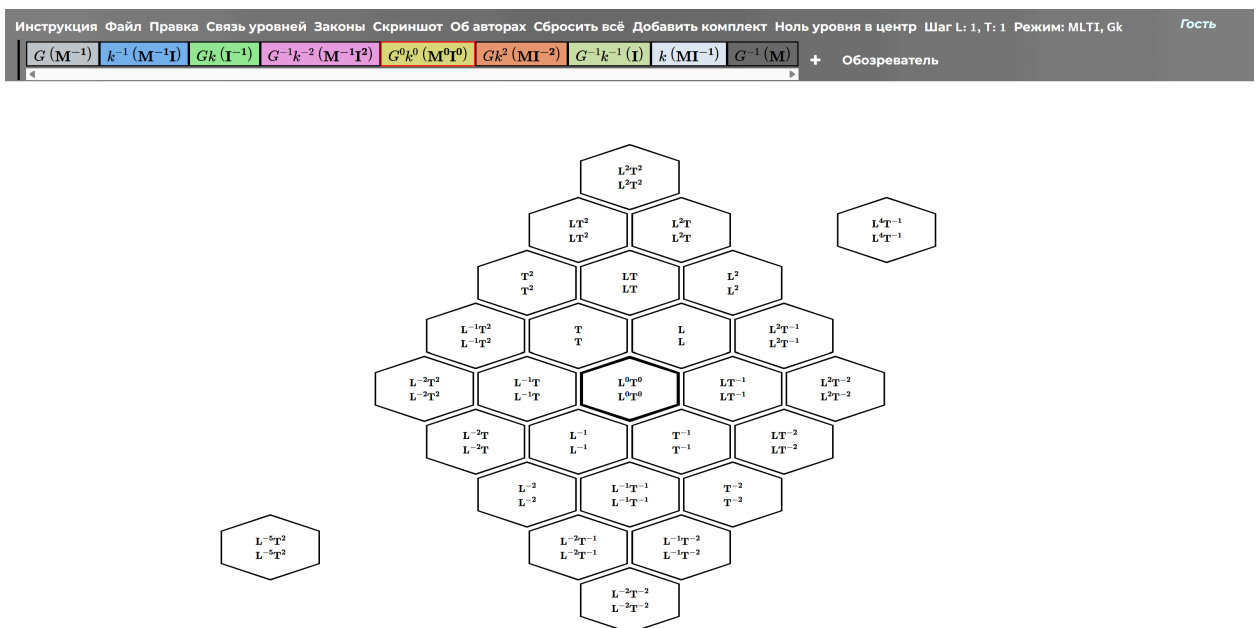


Рисунок 79 — Открытый файл

2.1.2. Сохранить локально

Внесём изменения в ранее открытый файл, см. рисунок 80.

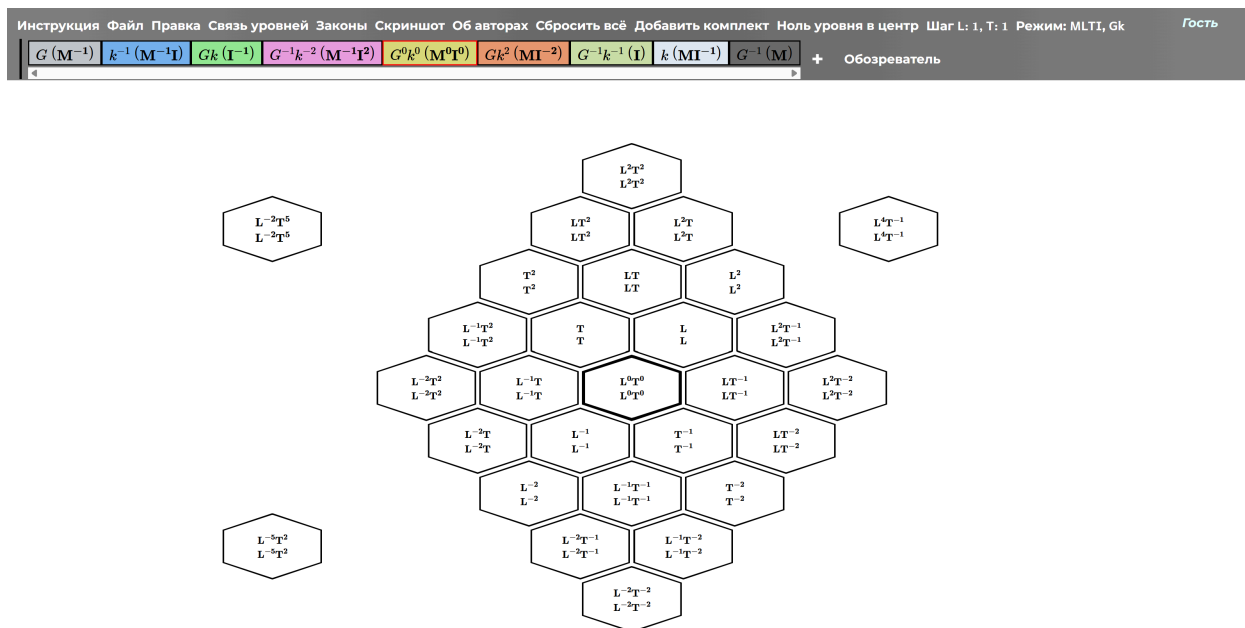


Рисунок 80 — Изменённый открытый файл

Для *локального* сохранения файла с тем же именем, если это открытый файл, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Файл**», она подсветится *голубым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Сохранить локально**», она подсветится *серым* цветом, и нажать на неё, см. рисунок 81.

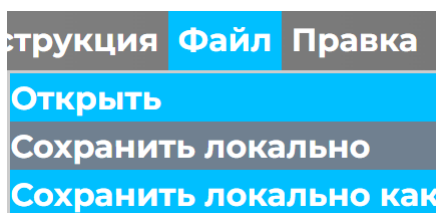


Рисунок 81 — Локальное сохранение файла с тем же именем

После нажатия начнётся скачивание файла в директорию «Загрузки», если файл *ранее был открыт*, скачиваемый новый файл будет иметь **такое же** имя, в противном случае аналогично «локальному сохранению как»: откроется системное

диалоговое окно сохранения файлов, будет предложено *стандартное имя файла*: «Field.spgl», см. рисунок 82.

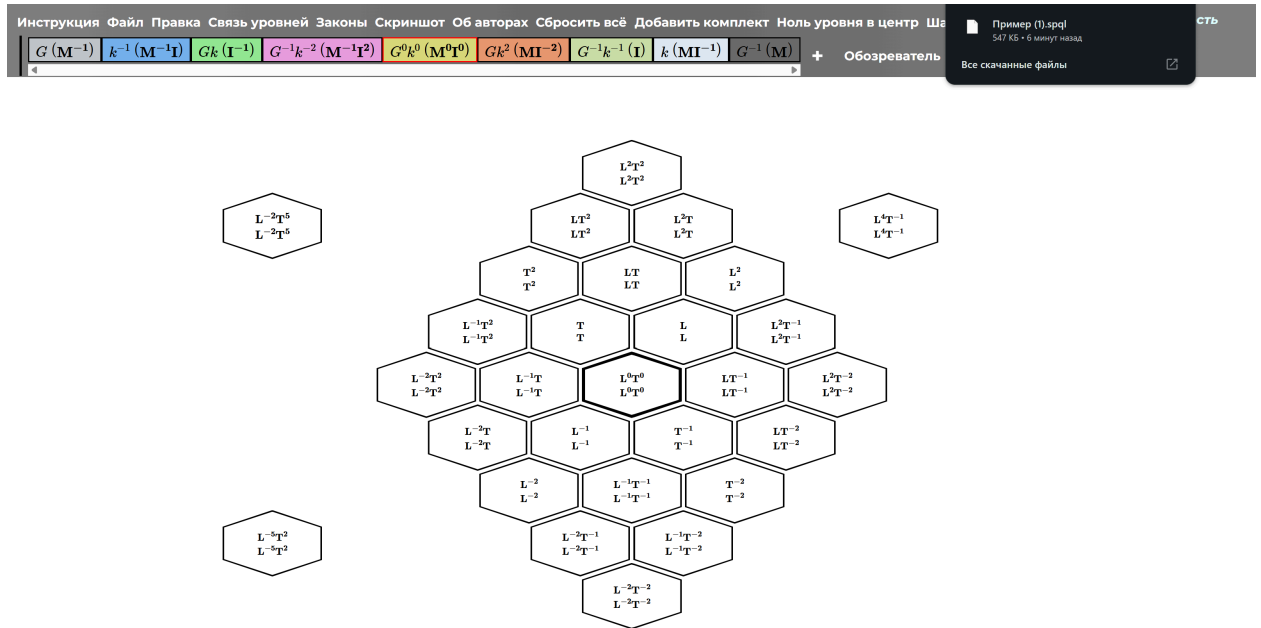


Рисунок 82 — Факт локального сохранения с прежним именем

2.1.3. Сохранить локально как

Создадим *новое* рабочее пространство и внесём изменения, см. рисунок 83.

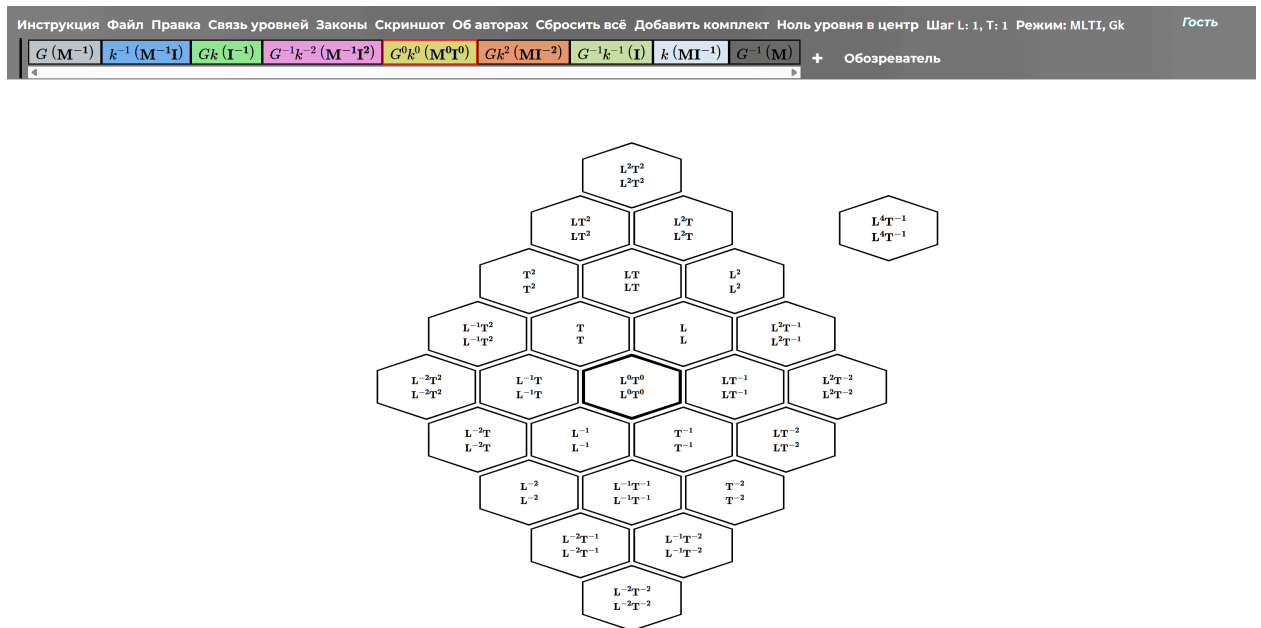


Рисунок 83 — Новое рабочее пространство с внесёнными изменениями

Для *локального* сохранения файла с определённым именем, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Файл**», она подсветится *голубым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Сохранить локально как**», она подсветится *серым* цветом, и нажать на неё, см. рисунок 84.

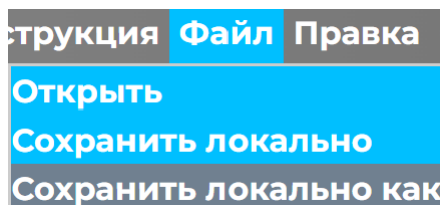


Рисунок 84 — Локальное сохранение файла с желаемым именем

В открывшемся системном диалоговом окне, требуется ввести желаемое имя файла, по умолчанию: «Field.spgl», и сохранить его, см. рисунок 85.

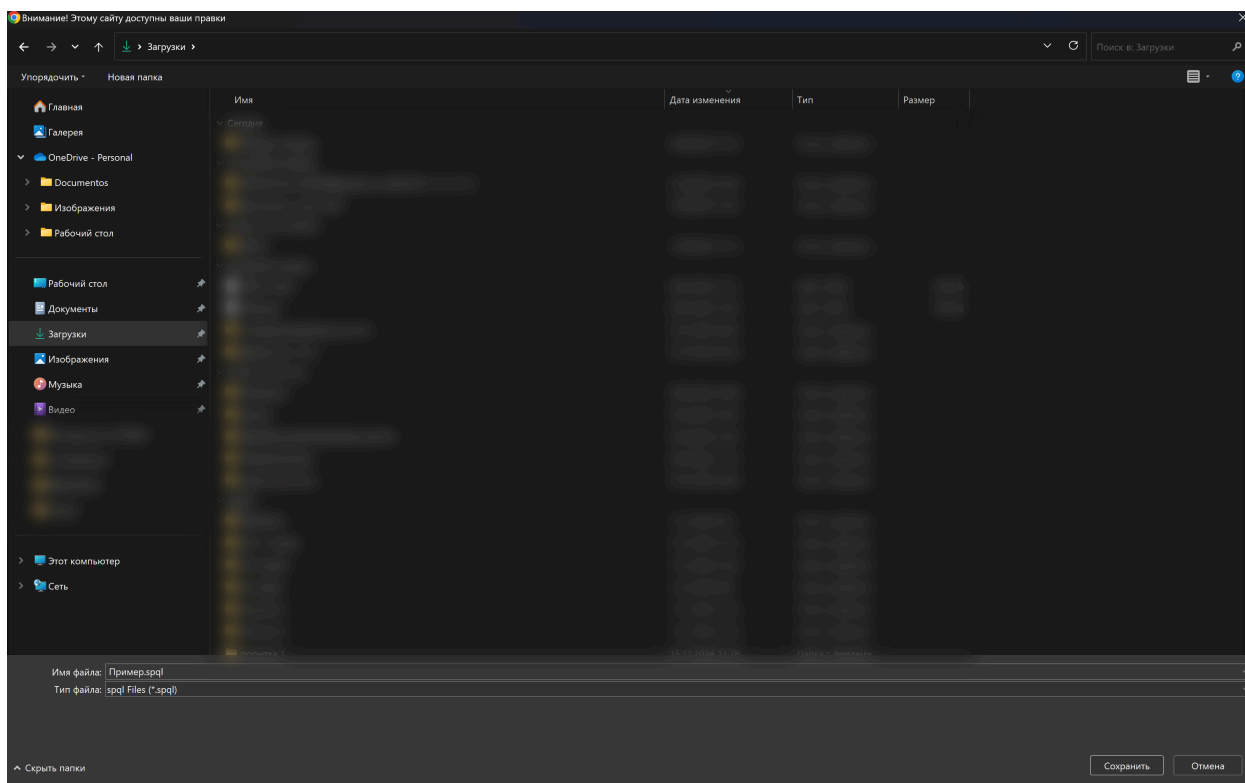


Рисунок 85 — Системное диалоговое окно сохранения файлов

Файл с введённым именем будет локально сохранён в выбранной директории, см. рисунок 86.

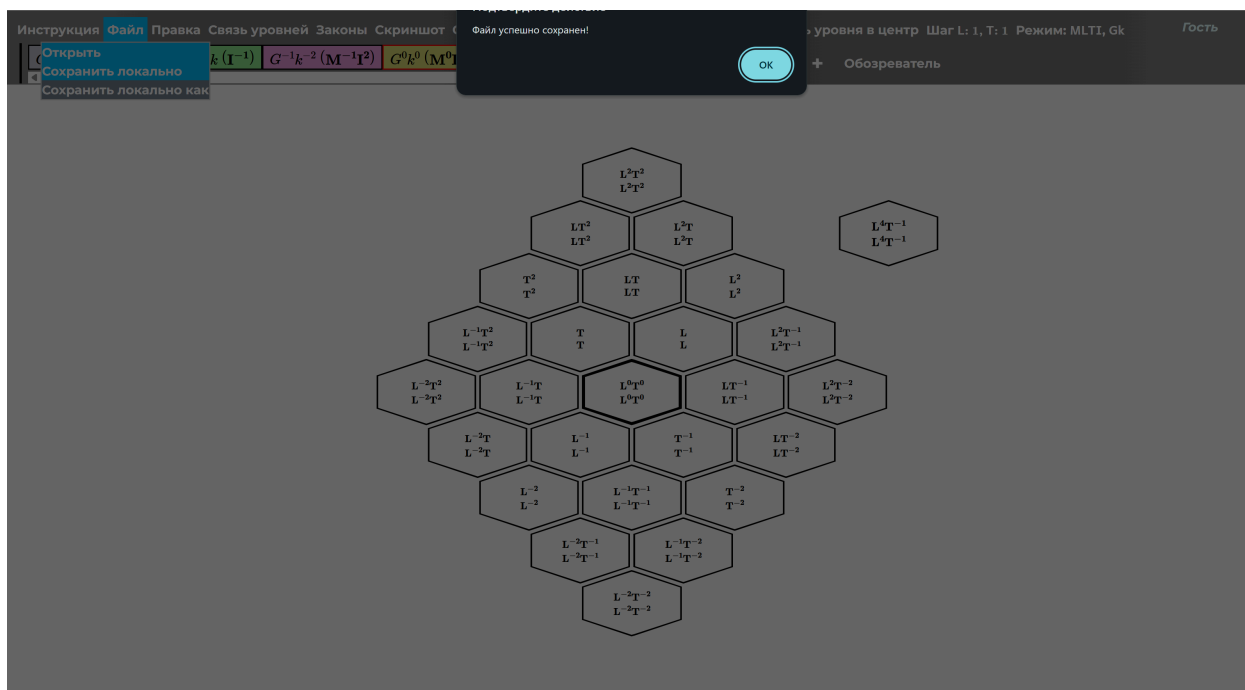


Рисунок 86 — Факт локального сохранения файла с введённым именем

2.2. Правка

Для открытия списка правочных действий требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Правка**», см. рисунок 87.

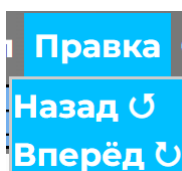
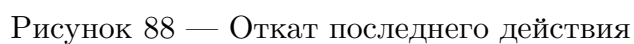


Рисунок 87 — Окно со списком правочных действий

2.2.1. Назад

Для отката последнего действия требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Правка**», она подсветится *голубым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Назад** ↶», она подсветится *серым* цветом, и нажать на неё, см. рисунок 88.



Инструкция Файл Правка Связь уровней Законы Скриншот Об авторах Сбросить всё Добавить комплект Ноль уровня в центр Шаг Л: 1, Т: 1 Режим: MLTI, Gk Гость

$G \text{ (M}^{-1}\text{)}$ $k^{-1} \text{ (M}^{-1}\text{I)}$ $Gk \text{ (I}^{-1}\text{)}$ $G^{-1}k^{-2} \text{ (M}^{-1}\text{I}^2\text{)}$ $G^0k^0 \text{ (M}^0\text{I}^0\text{)}$ $Gk^2 \text{ (M I}^{-2}\text{)}$ $G^{-1}k^{-1} \text{ (I)}$ $k \text{ (M I}^{-1}\text{)}$ $G^{-1} \text{ (M)}$ + Обозреватель

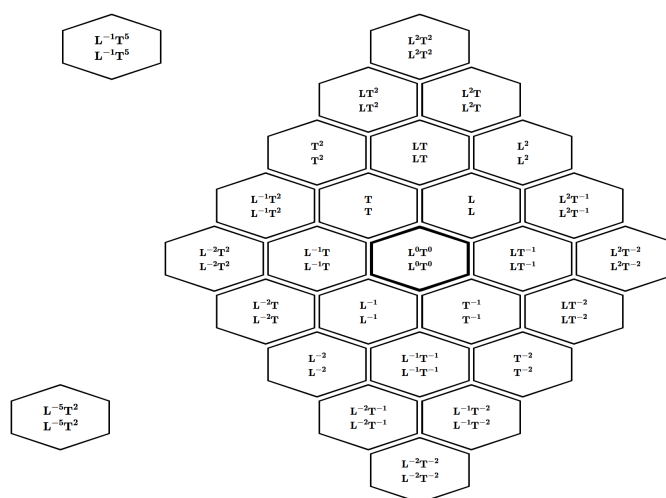


Рисунок 89 — Новое рабочее пространство с внесёнными изменениями

Используя ранее показанную интерактивную область, выполним откат последнего действия, см. рисунок 90.

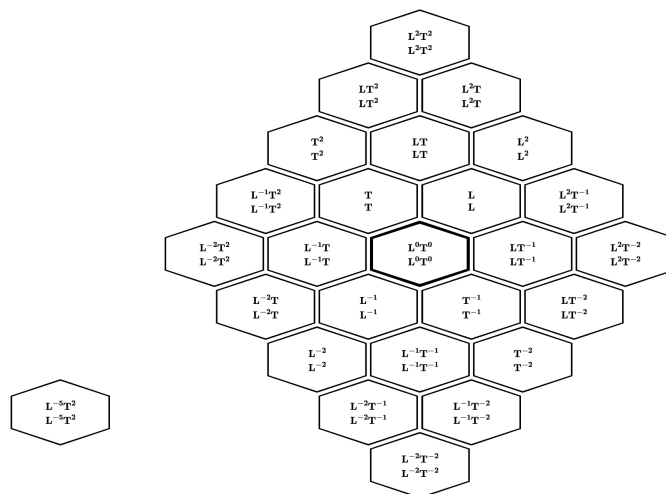
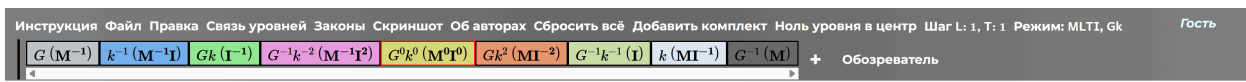


Рисунок 90 — После отката последнего действия

В случае достижения *начального* состояния рабочего пространства, при попытке отката возникнет уведомление, см. рисунок 91.

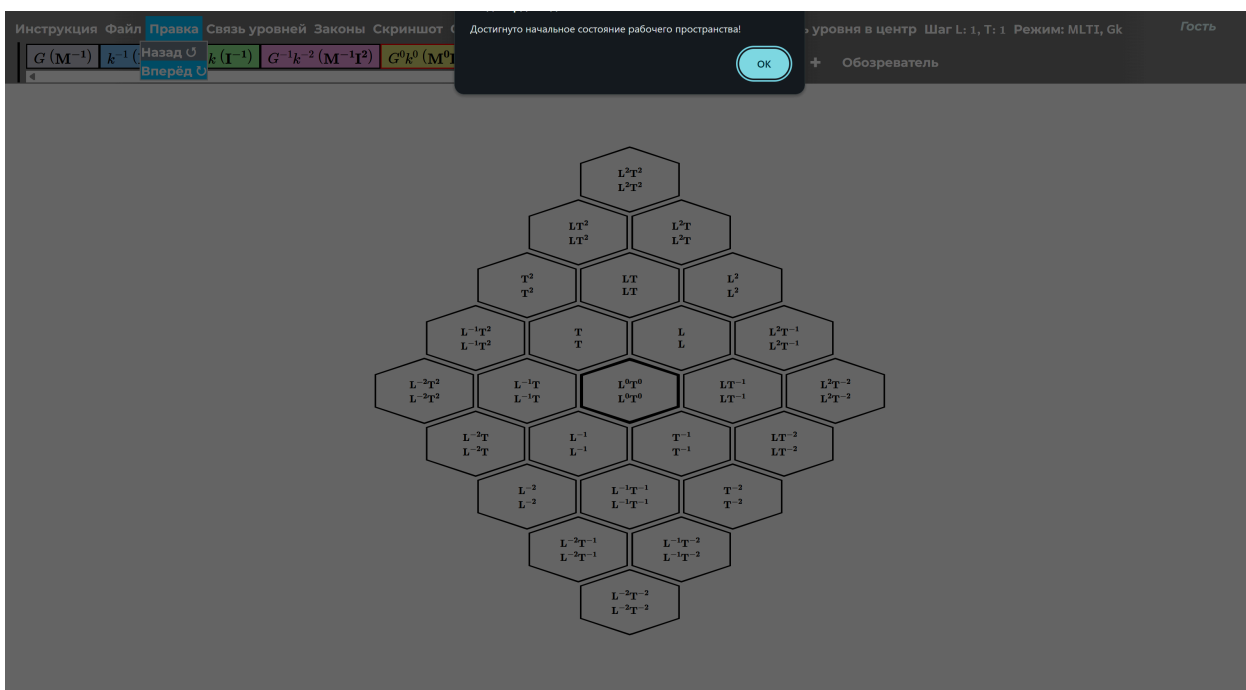


Рисунок 91 — Уведомление о достижении начального состояния рабочего пространства

2.2.2. Вперёд

Для отката последнего действия требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Правка**», она подсветится *голубым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Вперёд** ∪», она подсветится *серым* цветом, и нажать на неё, см. рисунок 92.

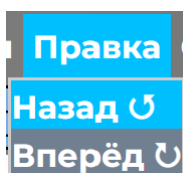


Рисунок 92 — Возврат последнего действия, подвергшегося откату

Вернём последнее действие, подвергшееся откату в предыдущем подразделе,
см. рисунок 93.

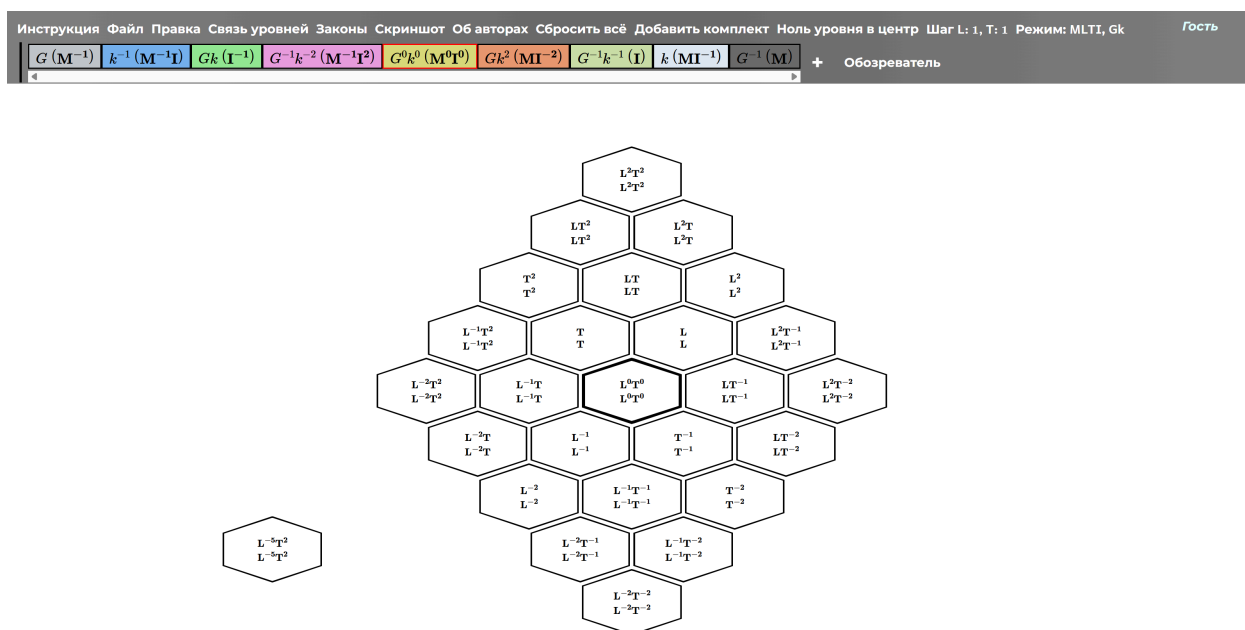


Рисунок 93 — После возврата последнего действия

В случае достижения *конечного* состояния рабочего пространства, при попытке отката возникнет уведомление, см. рисунок 94.

2.4. Сбросить всё

Для возврата к начальному состоянию рабочего пространства без возможности возврата, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Сбросить всё**», она подсветится *фиолетовым* цветом, и нажать на неё см. рисунок 98.

Сбросить всё

Рисунок 98 — Интерактивная область для возврата к начальному состоянию рабочего пространства

Используя показанную интерактивную область, вернём к начальному состоянию рабочее пространство с внесёнными в предыдущем подразделе изменениями. После нажатия появится предупреждение см. рисунок 99.

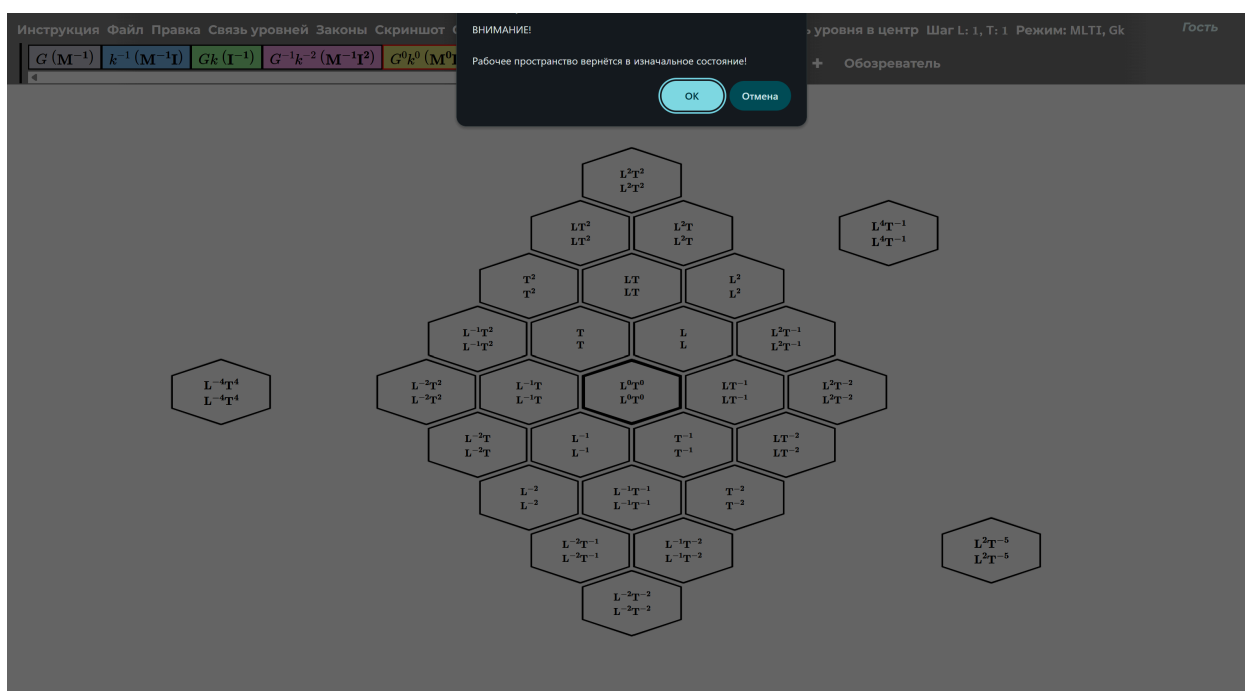


Рисунок 99 — Предупреждение о возврате к начальному состоянию рабочего пространства

В случае нажатия кнопки «OK» в диалоговом окне предупреждения, рабочее пространство вернётся к начальному состоянию без возможности возврата, см. рисунок 100.

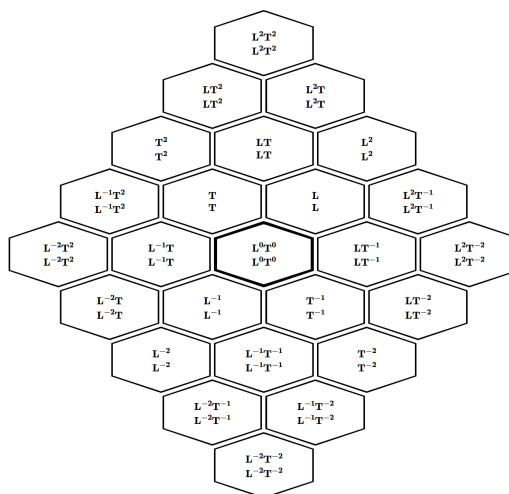


Рисунок 100 — Рабочее пространство в начальном состоянии

2.5. Регистрация, авторизация

Для открытия окна регистрации/авторизации требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Гость**», она подсвечивается *синим* цветом и появится окно регистрации/авторизации, см. рисунок 101.

Рисунок 101 — Окно регистрации/авторизации

Для *регистрации* требуется ввести: имя пользователя, логин, пароль. Для *авторизации* — логин, пароль.

В случае успешной регистрации или авторизации название области интерфейса рабочего пространства «**Гость**» изменится на *имя пользователя* аккаунта, созданного в процессе регистрации или имеющегося в случае успешной авторизации.

3. Серверное взаимодействие с системой

В данном разделе приведена информация о работе с файлами рабочего пространства системы, сохранёнными в аккаунте.

В ИС ФВиЗ реализован *автоматический* вход по токену: при успешной регистрации или авторизации генерируется *токен* (ключ) который в случае закрытия системы, позволит в течение нескольких секунд без повторного ввода логина и пароля войти в аккаунт (*сессия*), в который ранее был осуществлён вход, при повторном входе в систему в течение небольшого промежутка времени (пока не устарела *сессия*).

После успешной регистрации или авторизации окно регистрации/авторизации изменяется на *окно аккаунта*, см. рисунок 102.

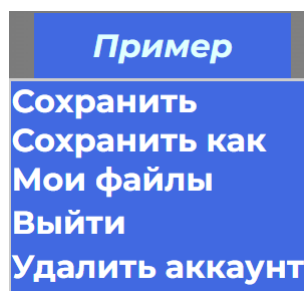


Рисунок 102 — Окно аккаунта

3.1. Сохранить

Для *серверного* сохранения с тем же именем или перезаписи файла, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Сохранить**», она подсветится *серым* цветом, появятся поле ввода имени файла и кнопка сохранения, см. рисунок 103.

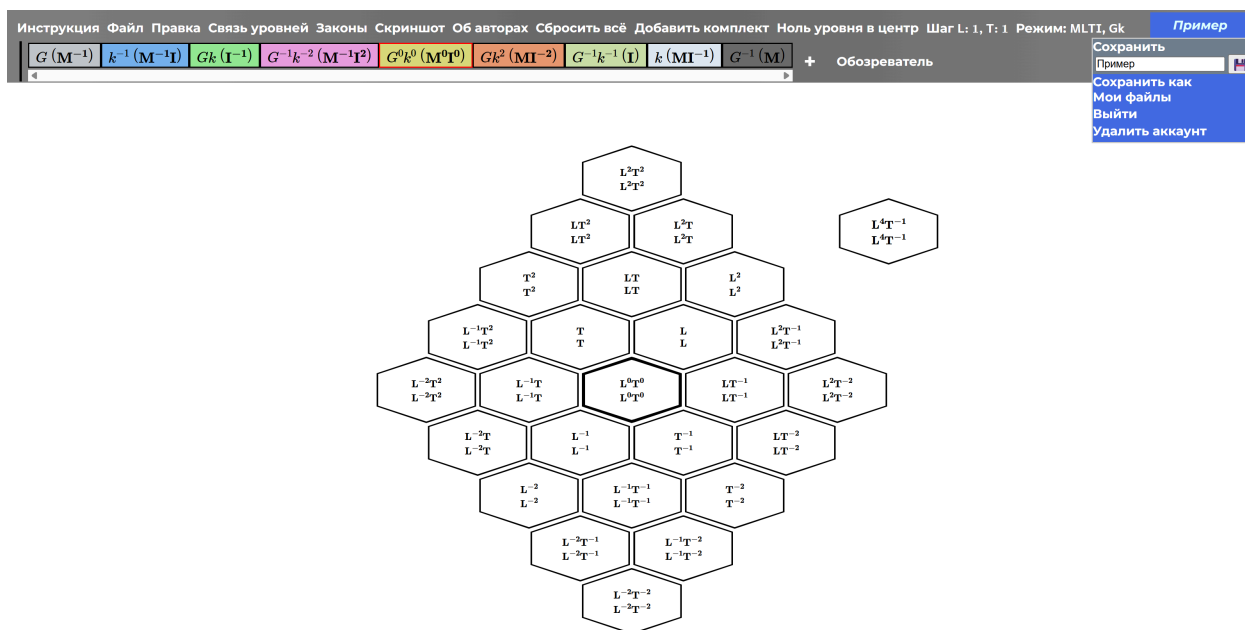


Рисунок 105 — Открытый файл с именем "Пример"

Внесём изменения в открытый файл и нажмём кнопку сохранения в интерактивной области с названием: «**Сохранить**», см. рисунок 106.

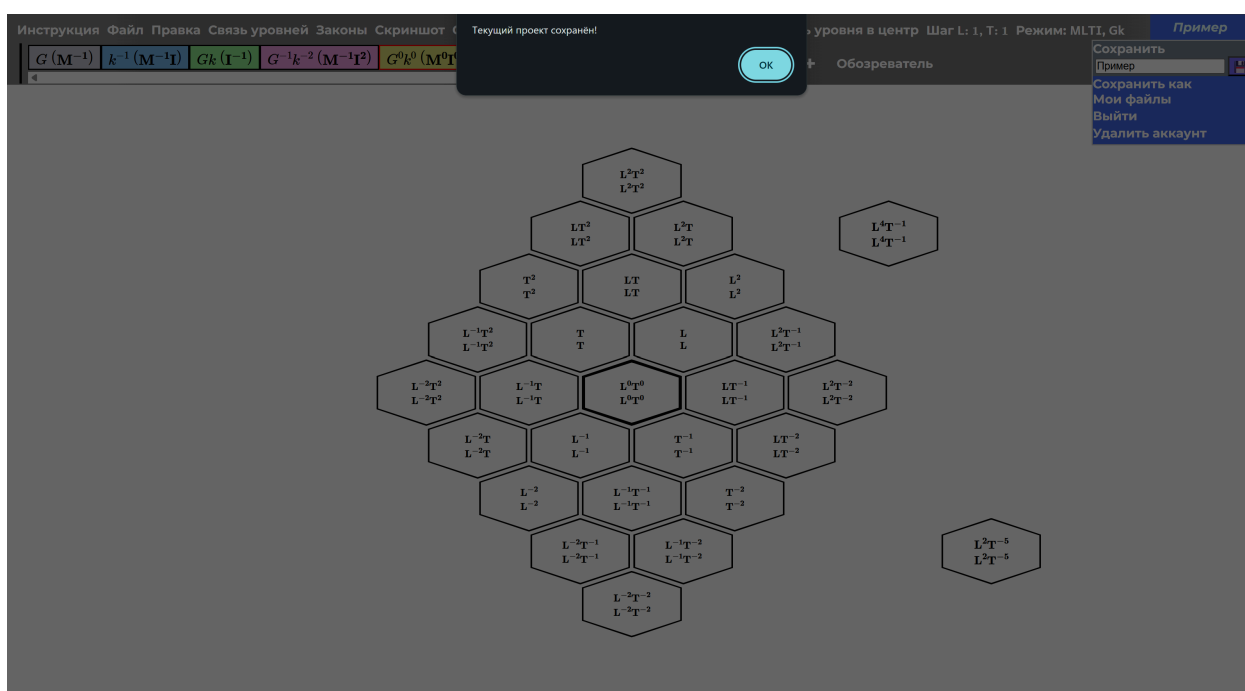


Рисунок 106 — Сохранение изменённого файла с именем "Пример"

Не внося никаких изменений в файл (что возможно), в поле ввода имени введём «Новый пример» и нажмём кнопку сохранения в интерактивной области с названием: «**Сохранить**», см. рисунок 107.

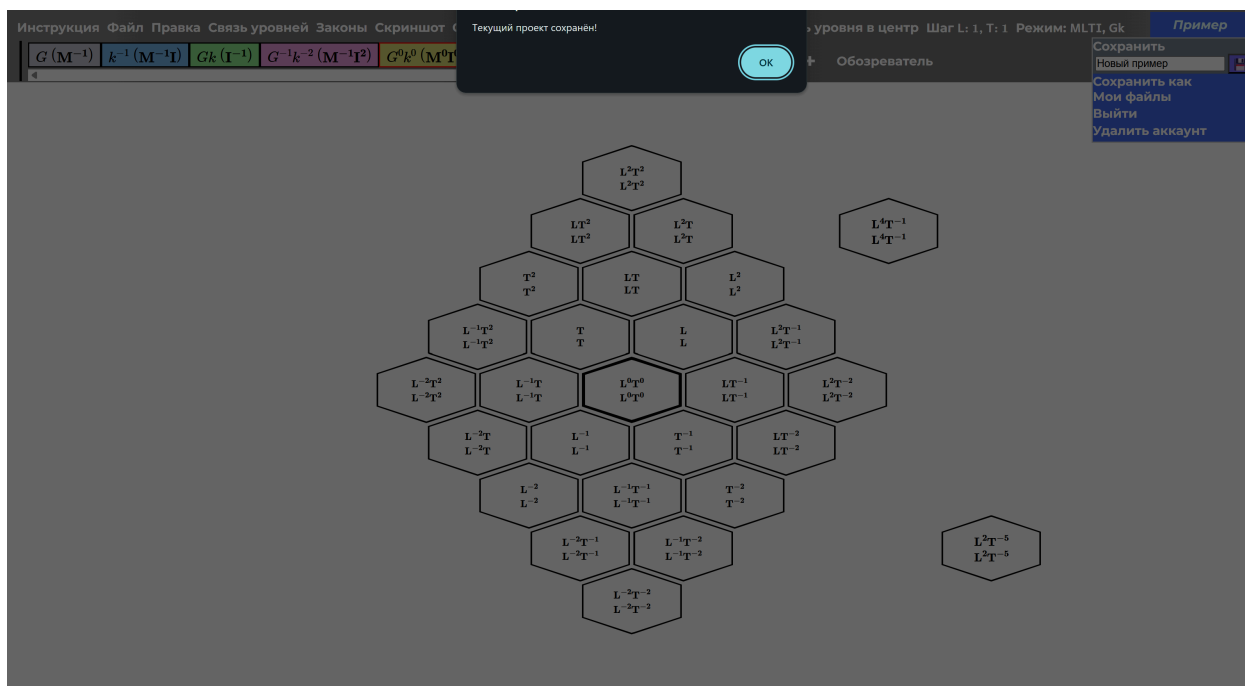


Рисунок 107 — Изменение имени файла с "Пример" на "Новый пример"

Имя файла теперь изменено.

3.2. Сохранить как

Для *серверного* сохранения файла с желаемым именем или создания копии, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Сохранить как**», она подсветится *серым* цветом, появятся поле ввода имени файла и кнопка сохранения, см. рисунок 108.

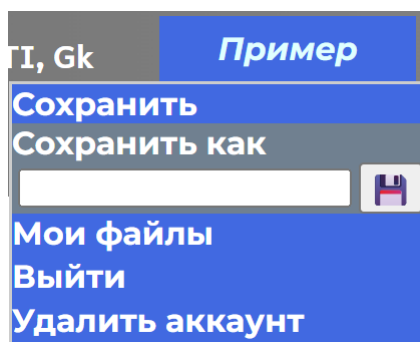


Рисунок 108 — Серверное сохранение с желаемым именем или создание копии файла

Пусть имеется новое рабочее пространство с внесёнными изменениями. Сохраним его как файл с именем «Пример», введём желаемое имя файла в поле ввода и нажмём кнопку сохранения в интерактивной области с названием: «**Сохранить как**» см. рисунок 109.

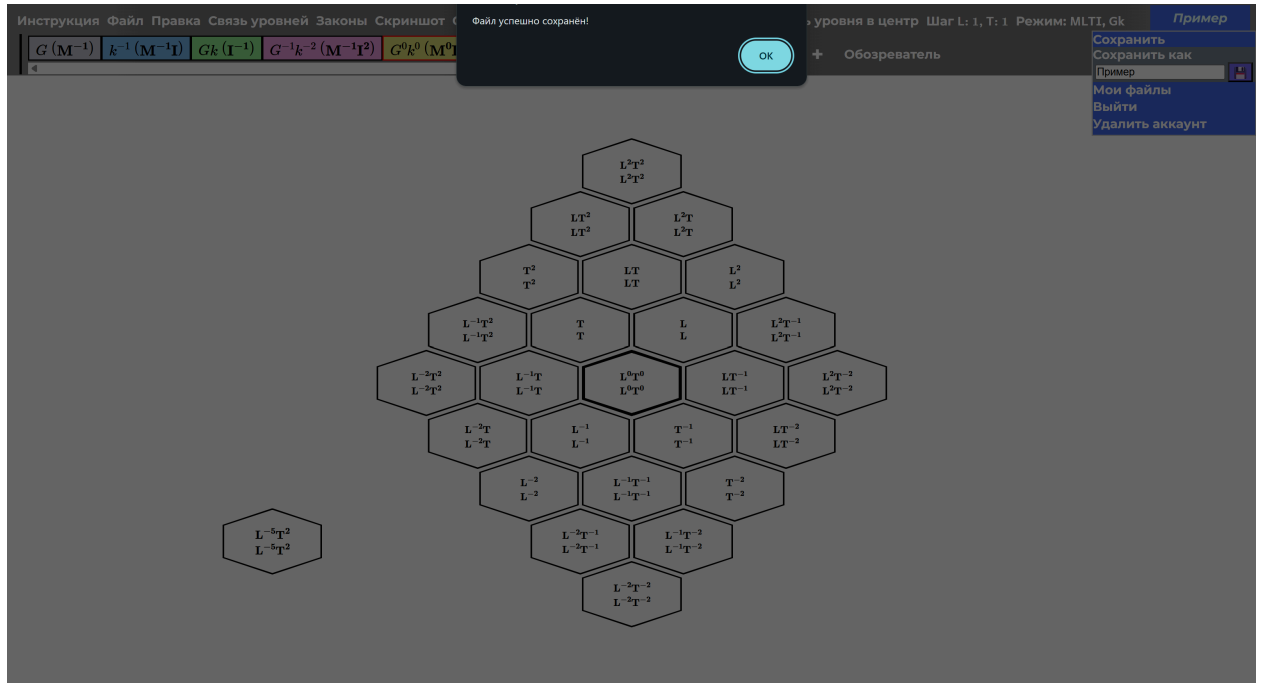


Рисунок 109 — Сохранение рабочего пространства, как файла с именем "Пример"

Не внося никаких изменений в файл (что возможно), в поле ввода имени введём «Копия примера» и нажмём кнопку сохранения в интерактивной области с названием: «**Сохранить как**», см. рисунок 110.

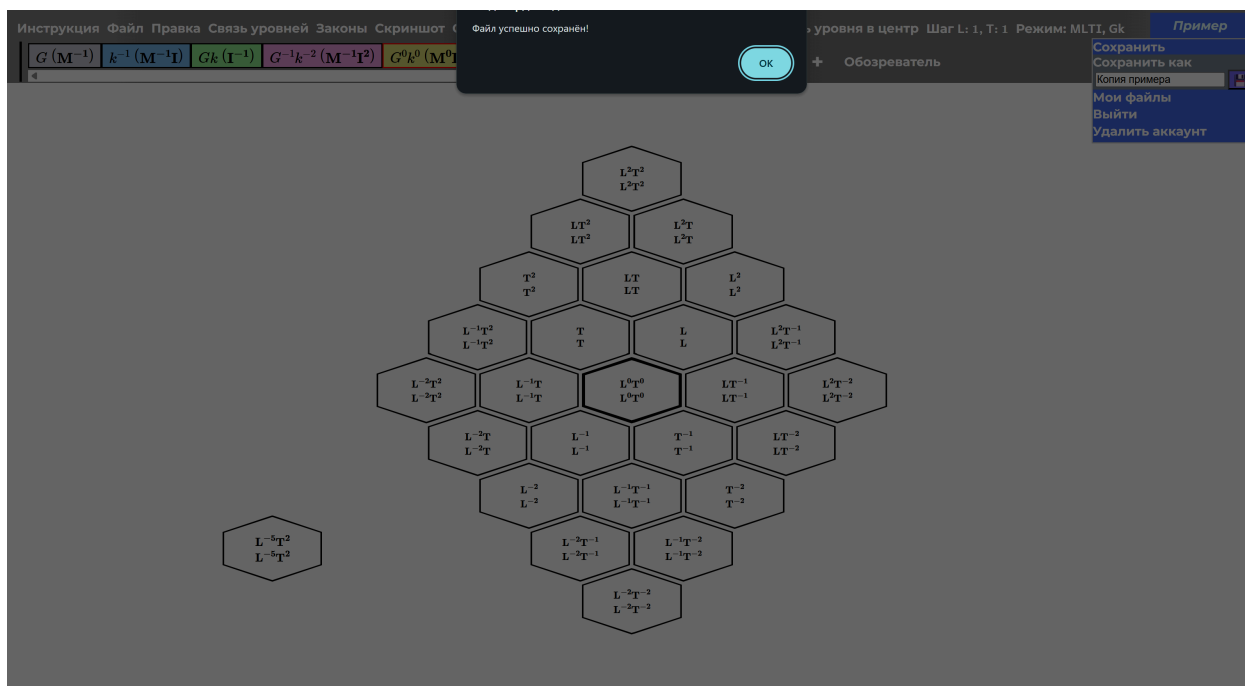


Рисунок 110 — Создание копии файла с именем "Пример"

Теперь в файлах аккаунта два файла: «Пример», «Копия примера».

3.3. Мои файлы

Для просмотра информации о сохранённых файлах аккаунта требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Мои файлы**», она подсветится *серым* цветом, появятся три кнопки, предназначение которых будет раскрыто далее, см. рисунок 111.

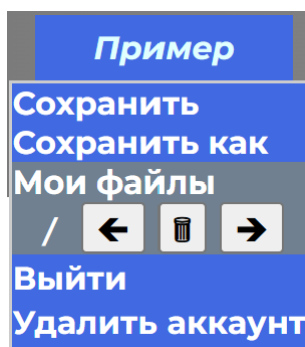


Рисунок 111 — Окно со сведениями о файлах аккаунта при их отсутствии

Выполним серверное сохранение рабочего пространства, область с названием: «**Мои файлы**» изменится, см. рисунок 112.

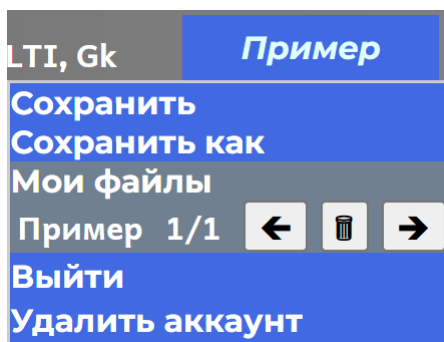


Рисунок 112 — Окно со сведениями о файлах аккаунта

Вновь выполним серверное сохранение рабочего пространства, некоторые элементы области с названием: «**Мои файлы**» изменятся, см. рисунок 113.

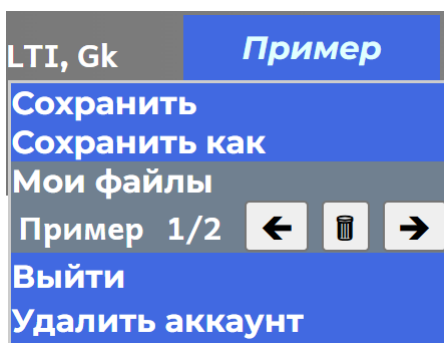


Рисунок 113 — Изменённое окно со сведениями о файлах аккаунта

Рассмотрим запись «Пример 1/2» в вышепоказанном окне:

- **Пример** — название файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён;
- **1** — номер файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, в списке всех файлов аккаунта;
- **2** — количество всех файлов аккаунта.

3.3.1. Открытие

Для открытия одного из файлов аккаунта требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта,

в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Мои файлы**», она подсветится *серым* цветом, появятся три кнопки и область с названием первого файла аккаунта в списке всех файлов, при наличии такового, **навести курсор** на эту область, она подсветится *тёмно-зелёным* цветом и нажать на неё, см. рисунок 114.

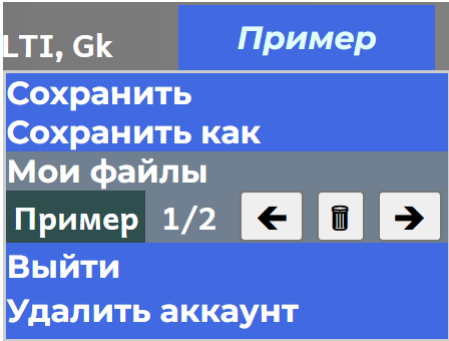


Рисунок 114 — Открытие файла аккаунта

После нажатия на область произойдёт открытие файла с данным именем, см. рисунок 115.

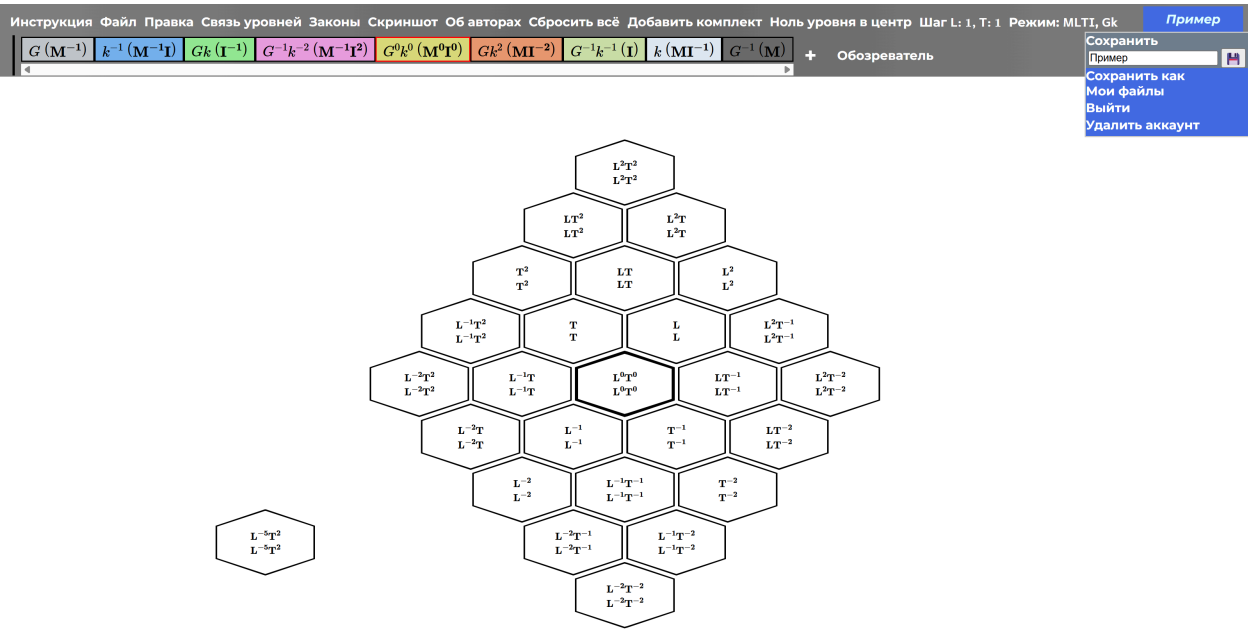


Рисунок 115 — Открытый файл аккаунта

3.3.2. Следующий проект

Для смены файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, на *следующий*, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего

пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Мои файлы**», она подсветится *серым* цветом, появятся три кнопки и область с названием первого файла аккаунта в списке всех файлов, при наличии такового, **навести курсор** на кнопку с изображением стрелки, указывающей вправо, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 116.

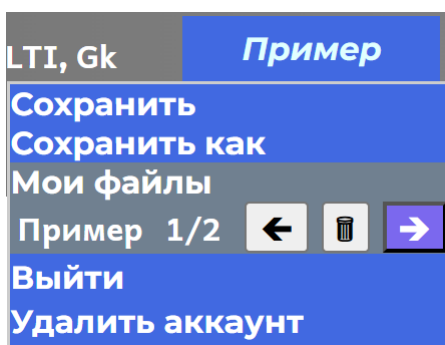


Рисунок 116 — Смена файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, на следующий

После нажатия кнопки запись слева от трёх кнопок изменится, см. рисунок 117.

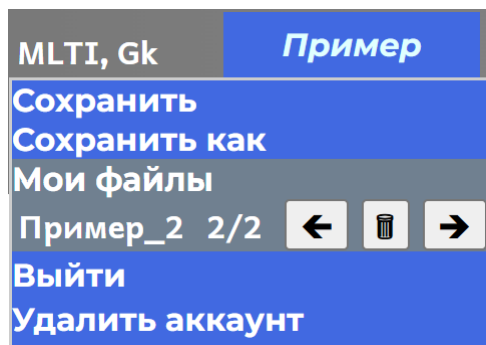


Рисунок 117 — После смены файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, на следующий

3.3.3. Предыдущий проект

Для смены файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, на *предыдущий* требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Мои файлы**», она подсветится *серым* цветом, появятся

три кнопки и область с названием первого файла аккаунта в списке всех файлов, при наличии такового, **навести курсор** на кнопку с изображением стрелки, указывающей влево, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 118.

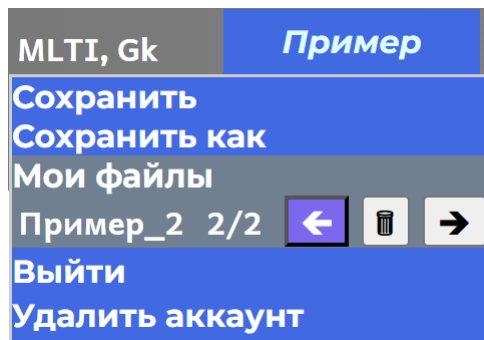


Рисунок 118 — Смена файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, на предыдущий

После нажатия кнопки запись слева от трёх кнопок изменится, см. рисунок 119.

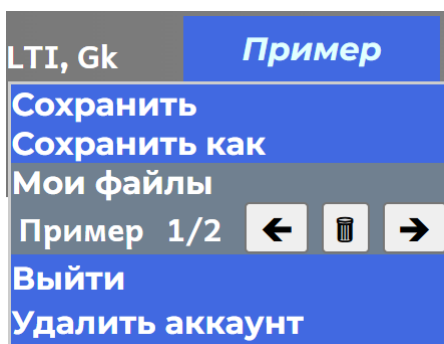


Рисунок 119 — После смены файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, на предыдущий

3.3.4. Удаление проекта

Для удаления файла, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «**Мои файлы**», она подсветится *серым* цветом, появятся три кнопки и область с названием первого файла аккаунта в списке всех файлов, при

наличии такового, **навести курсор** на кнопку с изображением мусорного ведра, она подсветится *красным* цветом и нажать на неё, см. рисунок 120.



Рисунок 120 — Удаление файла, который в текущем состоянии может быть открыт
или удалён

После нажатия кнопки появится уведомление, файл, который в текущем состоянии может быть открыт или удалён, будет удалён, запись слева от трёх кнопок изменится, см. рисунок 121.

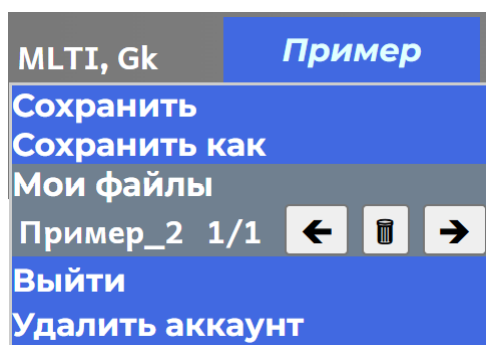


Рисунок 121 — После удаления файла, который в текущем состоянии может быть
открыт или удалён

При этом, если был открыт файл, а потом удалён, текущее состояние рабочего пространства (фактически — содержание удалённого файла) не будет сброшено до начального состояния.

3.4. Выйти

Для выхода из аккаунта требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне

навести курсор на область с названием: «Выйти», она подсветится *красным* цветом, см. рисунок 122.

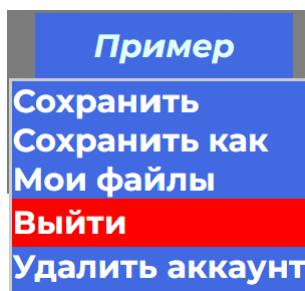


Рисунок 122 — Выход из аккаунта

После нажатия кнопки, произойдёт выход из аккаунта, см. рисунок 123.

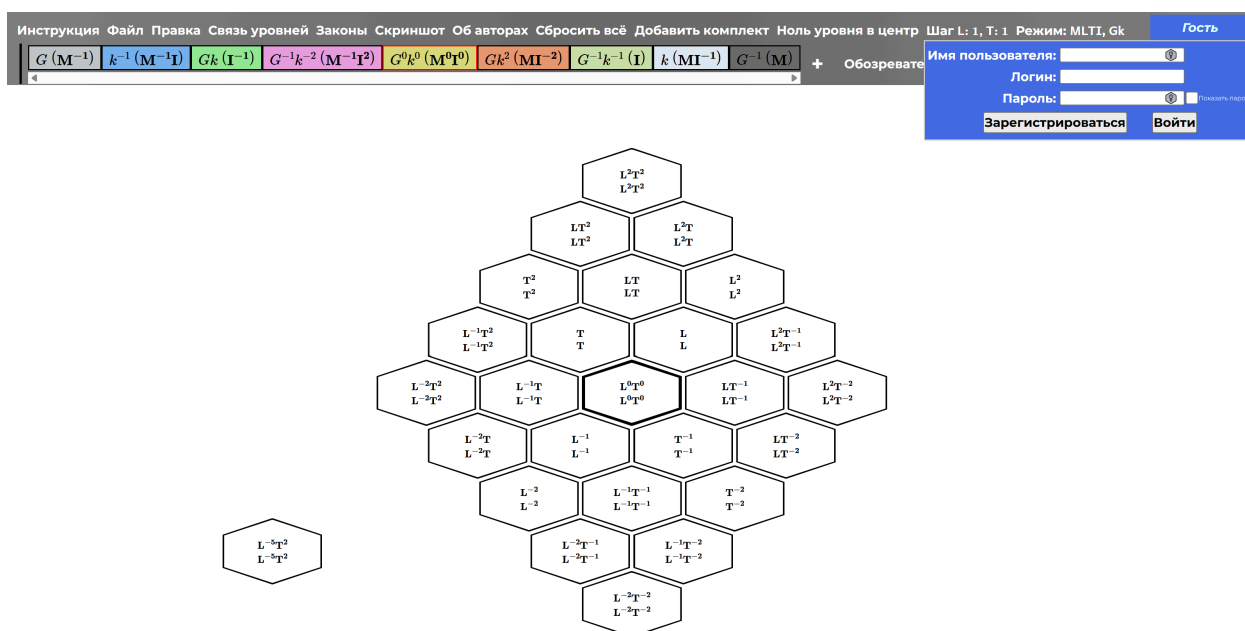


Рисунок 123 — После выхода из аккаунта

При этом, если был открыт файл, текущее состояние рабочего пространства (фактически — содержание файла аккаунта, из которого был произведён выход) не будет сброшено до начального состояния.

3.5. Удалить аккаунт

Для удаления аккаунта требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с именем пользователя аккаунта, в появившемся окне **навести курсор** на область с названием: «Удалить аккаунт», она подсветится

красным цветом, появятся поле ввода пароля аккаунта и кнопка «Удалить аккаунт», **навести курсор** на кнопку с надписью «Удалить аккаунт», она подсветится *светло-фиолетовым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 124.

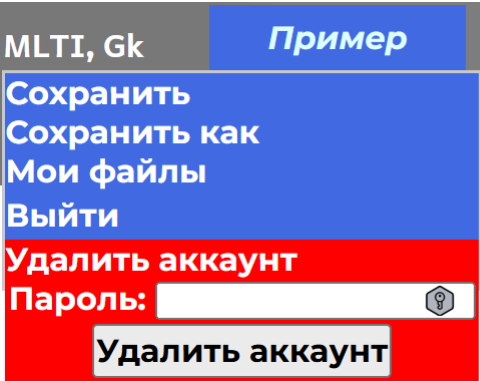


Рисунок 124 — Удаление аккаунта

После нажатия кнопки появится уведомление и произойдёт удаление аккаунта, см. рисунок 125.

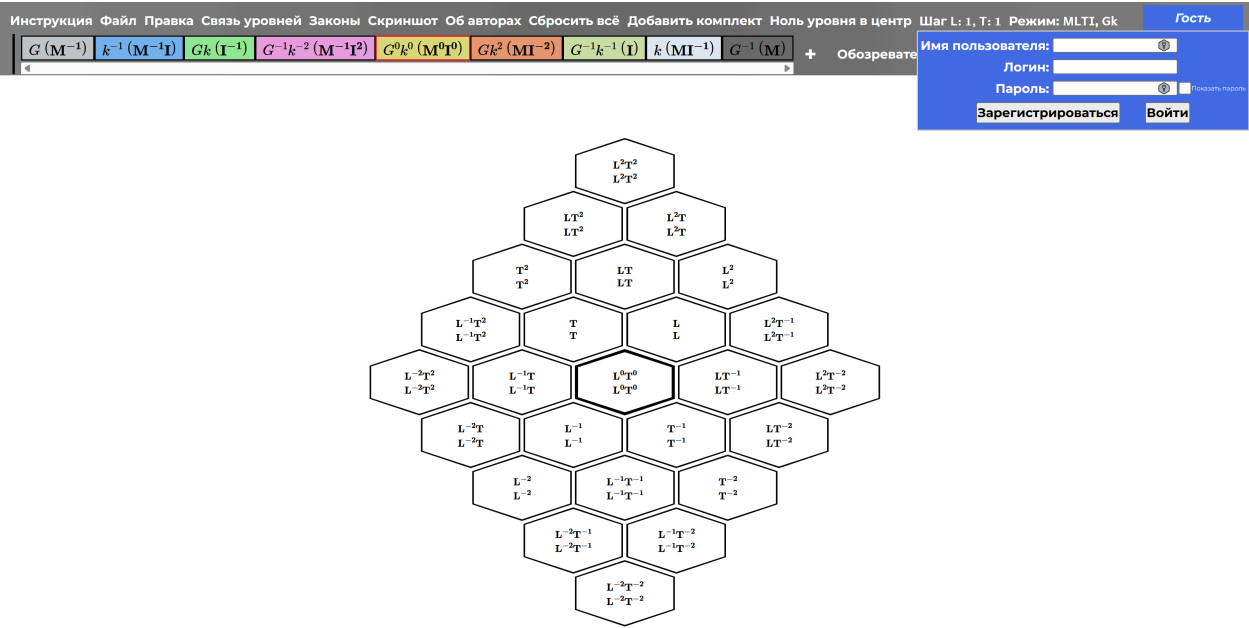


Рисунок 125 — После удаления аккаунта

При этом, если был открыт файл, текущее состояние рабочего пространства (фактически — содержание файла удалённого аккаунта) не будет сброшено до начального состояния.

4. Функциональное взаимодействие с системой

В данном разделе приведена информация о работе с ИС ФВиЗ: добавление строк и рядов ячеек, выбор физических величин, добавление системных уровней (кластеров), настройка шага изменения **LT**-размерности от ячейки к ячейке.

4.1. Добавить комплект

В первом разделе было пояснено, что каждый системный уровень (кластер) включает в себя *бесконечное* количество физических величин. В ИС ФВиЗ, согласно принципу систем ФВиЗ, физическая величина в любом кластере — это шестиугольная ячейка на рабочем пространстве. Сразу после запуска системы (по умолчанию) на рабочем пространстве доступно лишь ограниченное количество ячеек, т. е. ограниченное количество физических величин в любом кластере, следовательно, необходимо предусмотреть способы увеличения количества ячеек, чтобы иметь возможность выбирать физические величины в тех ячейках, которые по умолчанию не доступны (не созданы).

Для открытия окна добавления ячеек требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Добавить комплект**», см. рисунок 126.

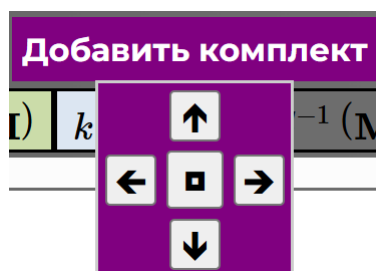


Рисунок 126 — Окно добавления ячеек

Операции добавления комплектов ячеек не могут быть отменены *правочными действиями*, рабочее пространство вернётся к состоянию по умолчанию только в

случае сброса всех изменений рабочего пространства или перезагрузки системы.

4.1.1. Добавление сверху

Для добавления *строки* ячеек сверху основной области рабочего пространства, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Добавить комплект**», она подсветится *сиреневым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на кнопку с изображением стрелки, указывающей вверх, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 127.

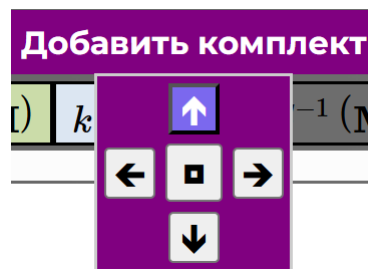


Рисунок 127 — Добавление строки ячеек сверху основной области рабочего пространства

После нажатия кнопки произойдёт добавление *строки* ячеек сверху основной области рабочего пространства, см. рисунок 128, рисунок 129.

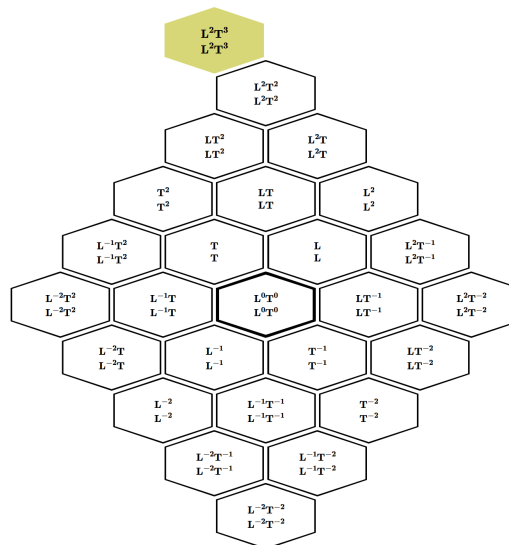
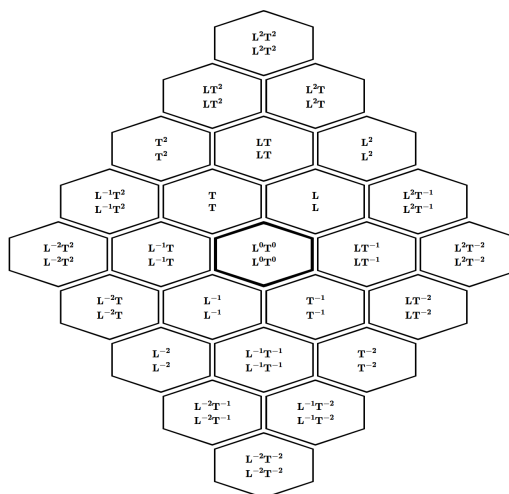
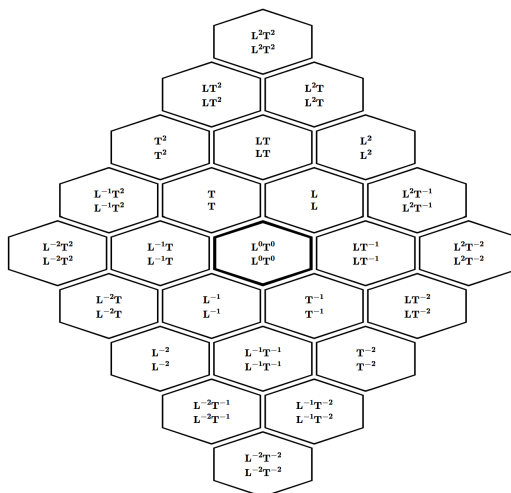


Рисунок 128 — До добавления строки ячеек сверху основной области рабочего пространства


$$\mathbf{L}^6\mathbf{T}^{-5}$$


4.1.3. Добавление снизу

Для добавления *строки* ячеек снизу основной области рабочего пространства, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Добавить комплект**», она подсветится *сиреневым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на кнопку с изображением стрелки, указывающей вниз, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 133.

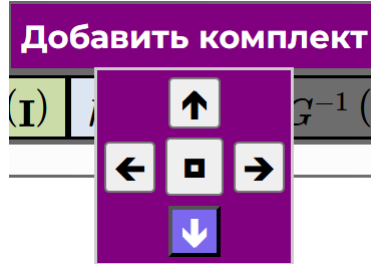


Рисунок 133 — Добавление строки ячеек снизу основной области рабочего пространства

После нажатия кнопки произойдёт добавление *строки* ячеек снизу основной области рабочего пространства, см. рисунок 134, рисунок 135.

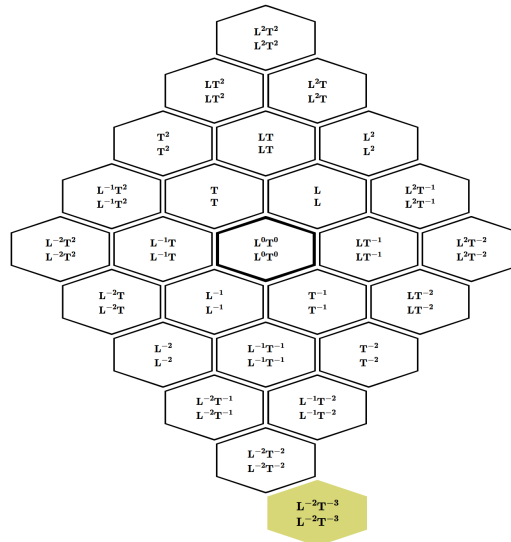


Рисунок 134 — До добавления строки ячеек снизу основной области рабочего пространства

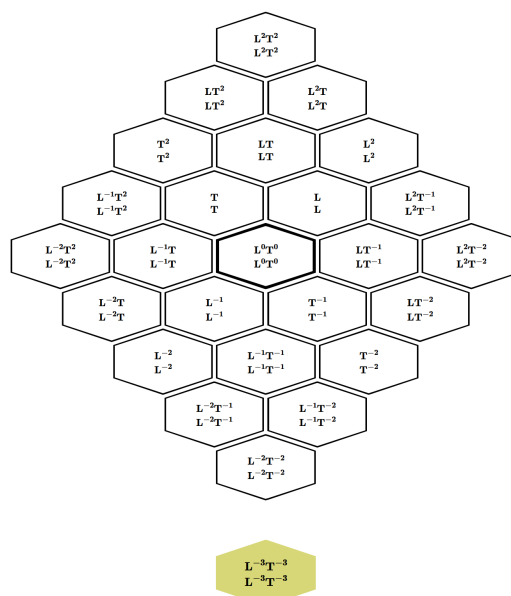


Рисунок 135 — После добавления строки ячеек снизу основной области рабочего пространства

4.1.4. Добавление слева

Для добавления *ряда* ячеек слева основной области рабочего пространства, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Добавить комплект**», она подсветится *сиреневым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на кнопку с изображением стрелки, указывающей влево, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 136.

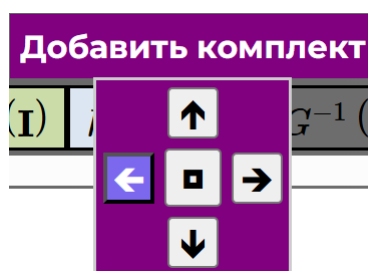
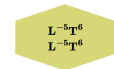
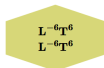


Рисунок 136 — Добавление ряда ячеек слева основной области рабочего пространства

После нажатия кнопки произойдёт добавление *ряда* ячеек слева основной области рабочего пространства, см. рисунок 137, рисунок 138.



CTBa



пространства

4.1.5. Добавление по периметру

странства, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства

системы с названием: «**Добавить комплект**», она подсветится *сиреневым* цветом, в появившемся окне **навести курсор** на кнопку с изображением квадрата, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 139.

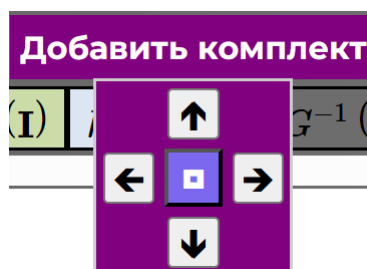


Рисунок 139 — Добавление контура ячеек по периметру основной области рабочего пространства

После нажатия кнопки произойдёт добавление *контура* ячеек по периметру основной области рабочего пространства, см. рисунок 140, рисунок 141.

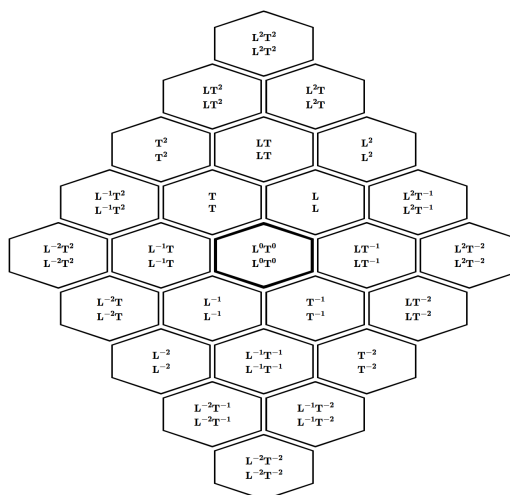
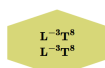
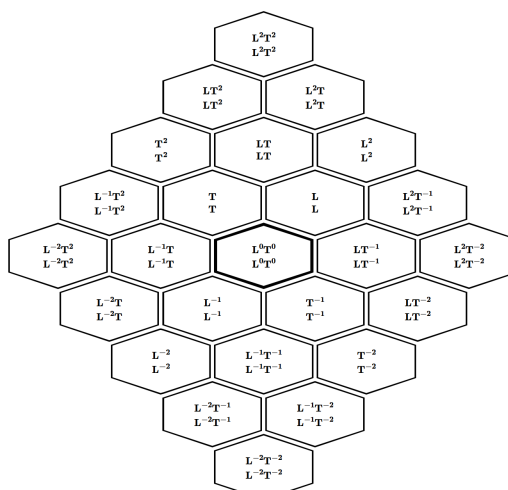


Рисунок 140 — До добавления контура ячеек по периметру основной области рабочего пространства



4.2. Ноль уровня в центр

Для размещения *нуля уровня* (ячейки с **LT**-размерностью $\mathbf{L}^0\mathbf{T}^0$) в центре рабочего пространства, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Ноль уровня в центр**», она подсветится *сиреневым* цветом и нажать на неё, см. рисунок 142.



Рисунок 142 — Интерактивная область для размещения нуля уровня в центре основной области рабочего пространства

После нажатия на интерактивную область произойдёт перемещение основной области рабочего пространства так, чтобы в *центре* рабочего пространства находился *ноль уровня*, см. рисунок 143, рисунок 144.

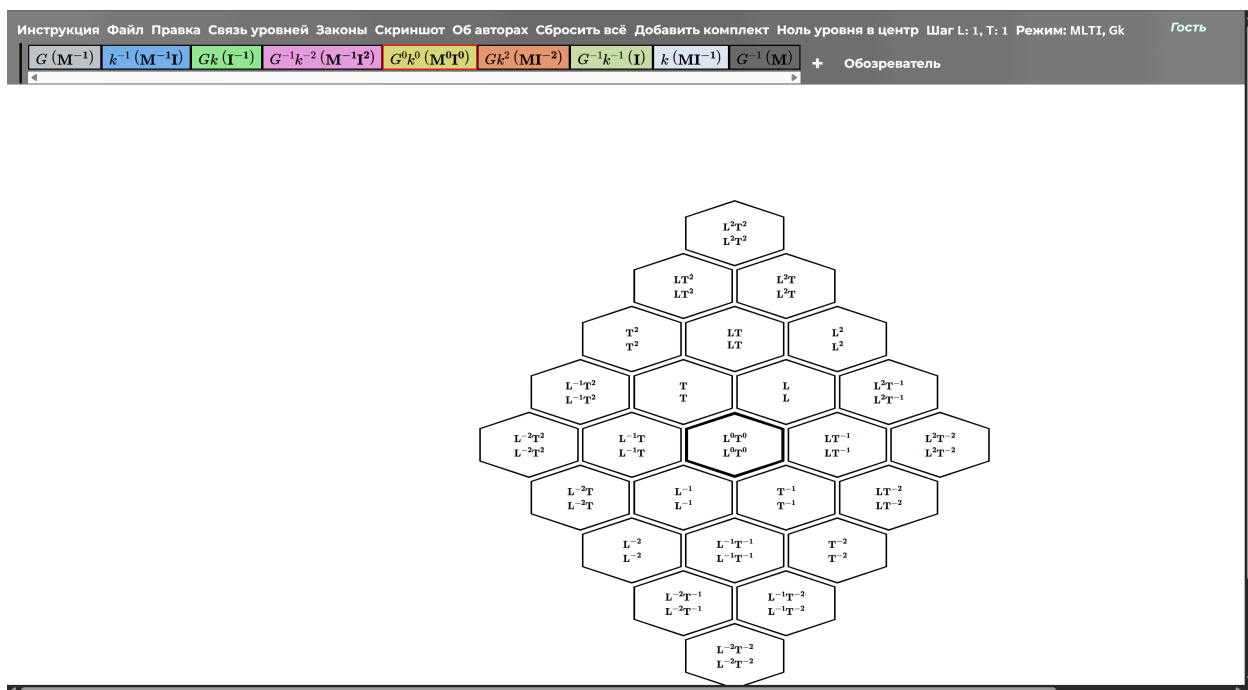


Рисунок 143 — До нажатия на интерактивную область

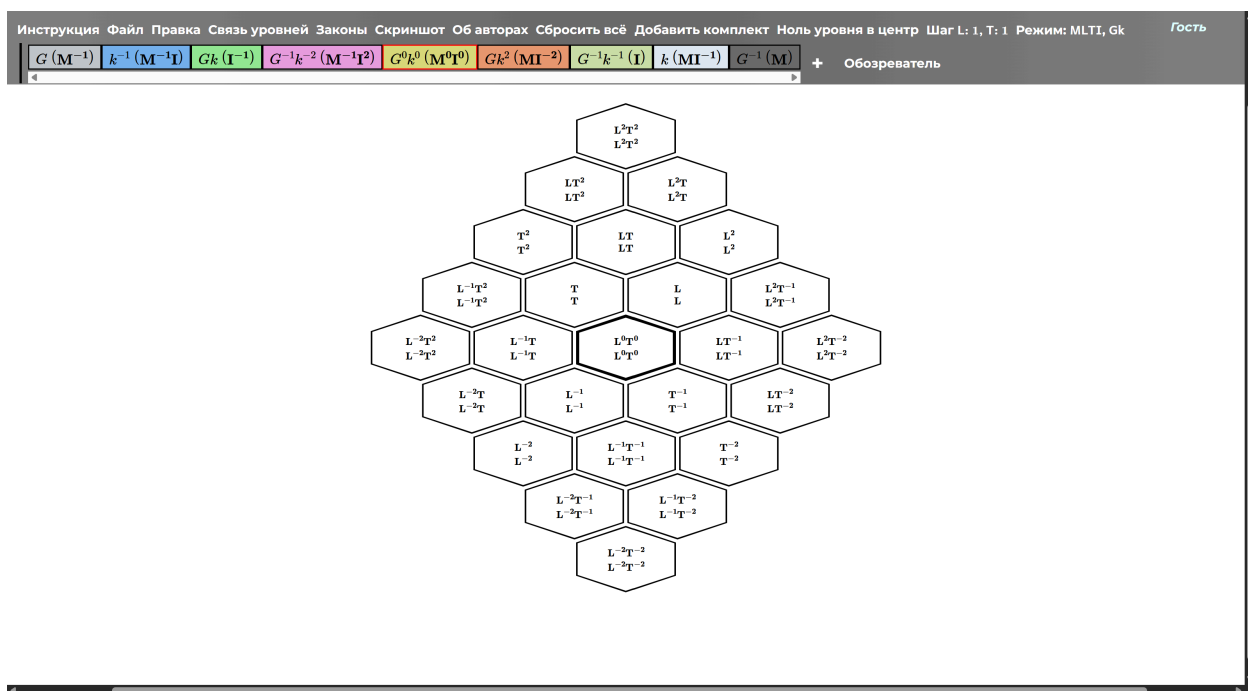


Рисунок 144 — После нажатия на интерактивную область

4.3. Шаг

Некоторые физические величины имеют размерность с дробными степенями при составляющих её компонентах, например, электромагнитные физические величины в размерностном пространстве MLT .

Однако в вышеописанном случае, проблема решается введением кластера, к которому принадлежат данные физические величины, с характеристикой, размерность которой также имеет дробные степени при составляющих её компонентах, т. е. при $\mathbf{M}$, $\mathbf{L}$ и $\mathbf{T}$. Это электромагнитный кластер с характеристикой $G^{\frac{1}{2}}$ ($\dim G^{\frac{1}{2}} = \mathbf{M}^{-\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1}$). Применяя формулу-проверку (3), найдём $\mathbf{LT}$ -размерности некоторых электромагнитных физических величин, принадлежащих данному кластеру:

1) (альтернативный) магнитный поток Φ , $\dim \Phi = \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{1}{2}}\mathbf{T}^0$:

$$\mathbf{M}^{-\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{1}{2}}\mathbf{T}^0 = \mathbf{L}^2\mathbf{T}^{-1}.$$

2) (альтернативный) электрический заряд q , $\dim q = \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1}$:

$$\mathbf{M}^{-\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1} = \mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}.$$

3) (альтернативный) элемент тока I | l , $\dim(I | l) = \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{5}{2}}\mathbf{T}^{-2}$:

$$\mathbf{M}^{-\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{5}{2}}\mathbf{T}^{-2} = \mathbf{L}^4\mathbf{T}^{-3}.$$

4) (альтернативный) скалярный потенциал φ , $\dim \varphi = \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{1}{2}}\mathbf{T}^{-1}$:

$$\mathbf{M}^{-\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{1}{2}}\mathbf{T}^{-1} = \mathbf{L}^2\mathbf{T}^{-2}.$$

5) (альтернативная) сила тока I , $\dim I = \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-2}$:

$$\mathbf{M}^{-\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-1} \cdot \mathbf{M}^{\frac{1}{2}}\mathbf{L}^{\frac{3}{2}}\mathbf{T}^{-2} = \mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-3}.$$

Таким образом, основные электромагнитные физические величины в электромагнитном кластере с характеристикой $G^{\frac{1}{2}}$ имеют $\mathbf{LT}$ -размерности с *целыми* степенями при их составляющих. Формулируем следующий вывод: несмотря на размерности физических величин с дробными степенями при их составляющих, при правильно подобранной размерности характеристики кластера, которому принадлежат данные физические величины, можно обойтись стандартным **шагом** (изменением) $\mathbf{LT}$ -размерностей при переходе от одной ячейки к другой, см. рисунок 6.

Однако бывают случаи в размерностных пространствах **MLTI** и **MLT**, в основном с физическими величинами из квантовой физики, когда вышеописанным подходом обойтись не представляется возможным.

Рассмотрим волновую функцию Ψ , $\dim \Psi = \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}}$. Исходя из размерности видно, что волновая функция Ψ принадлежит *кинематическому* кластеру (в размерностном пространстве **MLTI** — $G^0 k^0$ ($\dim(G^0 k^0) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0$), в **MLT** — G^0 ($\dim(G^0) = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0$)).

Применяя формулу-проверку (3), найдём **LT**-размерности волновой функции Ψ в размерностных пространствах **MLTI** и **MLT**, принадлежащей кинематическому кластеру:

- **MLTI**: $\dim \Psi = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0$:

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0 \cdot \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^0 = \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^0.$$

- **MLT**: $\dim \Psi = \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^0$:

$$\mathbf{M}^0 \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \cdot \mathbf{M}^0 \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^0 = \mathbf{L}^{-\frac{3}{2}} \mathbf{T}^0.$$

Таким образом, в обоих размерностных системах у волновой функции Ψ в кинематическом кластере остаётся дробная степень при **L** компоненте **LT**-размерности.

Остаётся единственный способ корректно получить волновую функцию Ψ на основной области рабочего пространства ИС ФВиЗ: изменить **шаг LT**-размерностей при переходе от одной ячейки к другой.

Рассмотрим стандартный алгоритм изменения **LT**-размерностей при переходе от одной ячейки к другой (**шаг** для **L** и **T** компонентов **LT**-размерностей — 1), см. рисунок 145.

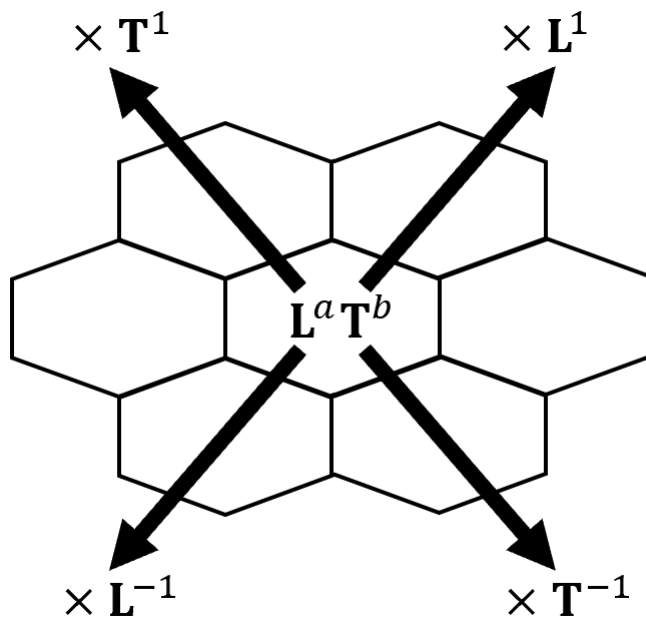


Рисунок 145 — Стандартный алгоритм изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой

Обобщим ранее приведённый алгоритм (**шаг** для L компонентов LT -размерностей — $n \in \mathbb{Q} > 0$, **шаг** для T компонентов LT -размерностей — $m \in \mathbb{Q} > 0$), см. рисунок 146.

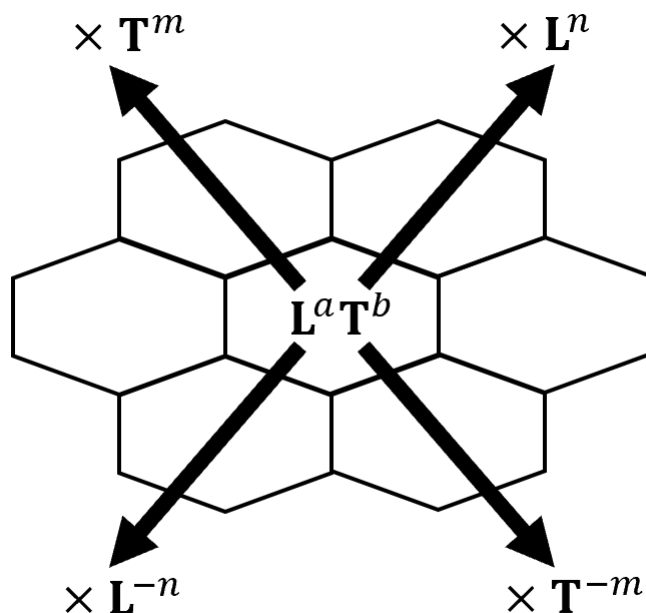


Рисунок 146 — Алгоритм изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде

Таким образом, если изменить *шаг* для **L** компонентов **LT**-размерностей ячеек на $\frac{1}{2}$, а *шаг* для **T** компонентов **LT**-размерностей ячеек оставить стандартным (1), можно получить волновую функцию Ψ в кинематическом кластере в основной области рабочего пространства как в размерностном пространстве **MLTI**, так и **MLT**.

Однако в этом случае по показателю степеней при **L** компонентах **LT**-размерностей ячеек основная область рабочего пространства *сужится в два раза*, т. к. количество ячеек не изменится, а количество ячеек между ячейками с целыми степенями при **L** компонентах **LT**-размерностей увеличится с одной до двух.

Для изменения шагов компонентов **LT**-размерностей ячеек и других настроек, связанных с отображением информации в ячейках, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг L: ... , T: ...**» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), см. рисунок 147, рисунок 148.

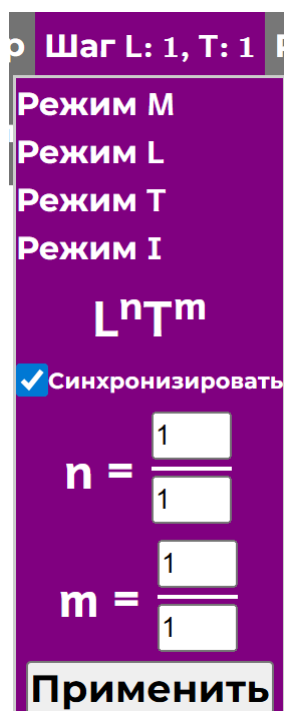


Рисунок 147 — Окно для изменения шагов "координат" и других настроек, связанных с отображением информации в ячейках в четырёхразмерностном режиме

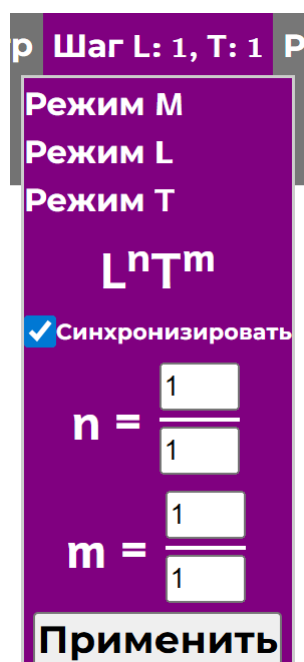


Рисунок 148 — Окно для изменения шагов "координат" и других настроек, связанных с отображением информации в ячейках в трёхразмерном режиме

4.3.1. Режим М

Для изменения формата отображения **М** компонентов размерностей в ячейках в режиме «**MLTI**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг L: ..., T: ...**» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), она подсветится *сиреневым* цветом, **навести курсор** на область с названием: «**Режим М**», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **М** компонентов размерностей в ячейках, см. рисунок 149.

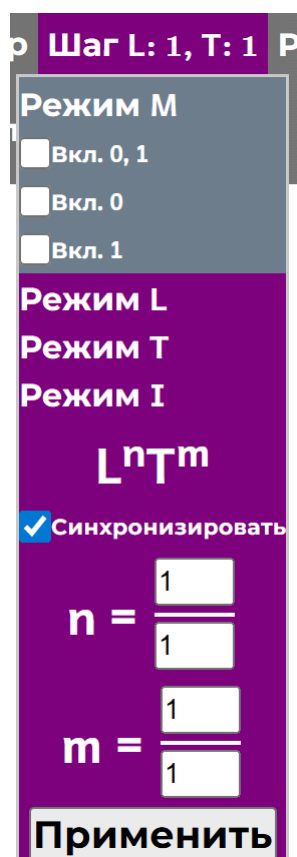


Рисунок 149 — Изменение формата отображения компонентов размерностей

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах размерностей ячеек.

Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится *сразу* после изменения формата отображения.

Для изменения формата отображения **M** компонентов размерностей в ячейках в режиме «**MLT**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг L: ..., T: ...**» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), она подсветится *сиреневым* цветом, **навести курсор** на область с названием: «**Режим M**», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **M** компонентов размерностей в ячейках, см. рисунок 150.

Шаг L: 1, T: 1

Режим M

☐ Вкл. 0, 1

☐ Вкл. 0

☐ Вкл. 1

Режим L

Режим T

$L^n T^m$

☒ Синхронизировать

$n = \frac{1}{1}$

$m = \frac{1}{1}$

Применить

Рисунок 150 — Изменение формата отображения компонентов размерностей

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах размерностей ячеек.

Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.3.2. Режим L

Для изменения формата отображения **L** компонентов размерностей в ячейках в режиме «**MLTI**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг L: ..., T: ...**» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), она подсветится *сиреневым* цветом, **навести курсор** на область с названием:

«Режим L», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **L** компонентов размерностей в ячейках, см. рисунок 151.

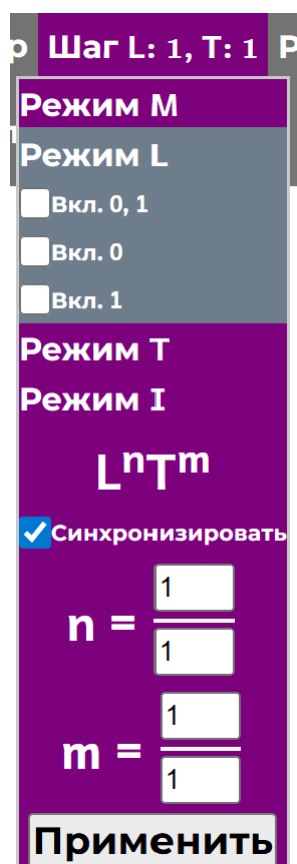


Рисунок 151 — Изменение формата отображения компонентов размерностей

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах размерностей ячеек.

Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится *сразу* после изменения формата отображения.

Для изменения формата отображения **L** компонентов размерностей в ячейках в режиме «**MLT**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг L: ..., T: ...**» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), она подсветится *сиреневым* цветом, **навести курсор** на область с названием:

«Режим L», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **L** компонентов размерностей в ячейках, см. рисунок 152.

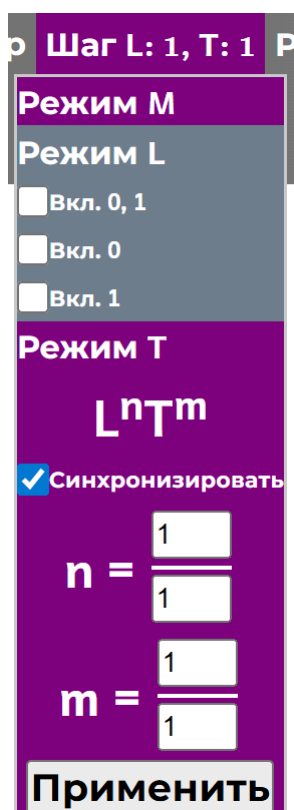


Рисунок 152 — Изменение формата отображения компонентов размерностей

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах размерностей ячеек.

Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.3.3. Режим T

Для изменения формата отображения **T** компонентов размерностей в ячейках в режиме «MLTI», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «Шаг L: ..., T: ...» (по умолчанию: «Шаг L: 1,

T: 1»), она подсветится *сиреневым* цветом, **навести курсор** на область с названием: **«Режим T»**, она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **T** компонентов размерностей в ячейках, см. рисунок 153.

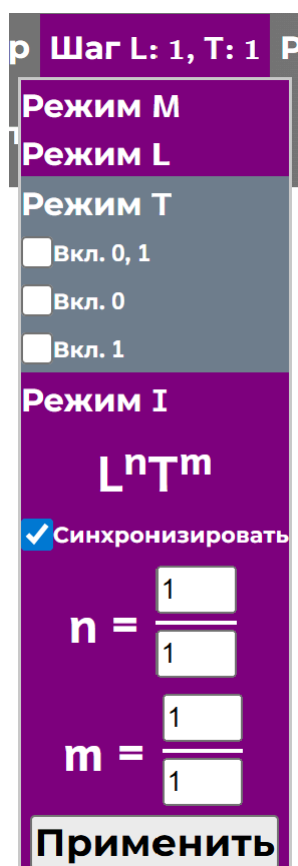


Рисунок 153 — Изменение формата отображения компонентов размерностей

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- **«Вкл. 0, 1»** — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей ячеек;
- **«Вкл. 0»** — отображается нулевая степень при компонентах размерностей ячеек;
- **«Вкл. 1»** — отображается первая степень при компонентах размерностей ячеек.

Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится *сразу* после изменения формата отображения.

Для изменения формата отображения **T** компонентов размерностей в ячейках в режиме **«MLT»**, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: **«Шаг L: ..., T: ...»** (по умолчанию: **«Шаг L: 1, T: 1»**), она подсветится *сиреневым* цветом, **навести курсор** на область с названием:

«Режим Т», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **T** компонентов размерностей в ячейках, см. рисунок 154.

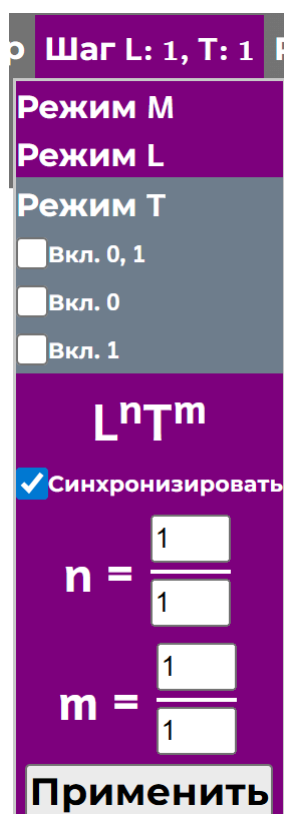


Рисунок 154 — Изменение формата отображения компонентов размерностей

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей ячеек;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах размерностей ячеек.

Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.3.4. Режим I (только в режиме «MLTI»)

Для изменения формата отображения **I** компонентов размерностей в ячейках, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «Шаг L: ..., T: ...» (по умолчанию: «Шаг L: 1, T: 1»), она подсветится

сиреневым цветом, **навести курсор** на область с названием: «**Режим I**», она подсвечивается *серым* цветом, появятся три варианта отображения **I** компонентов размерностей в ячейках, см. рисунок 155.

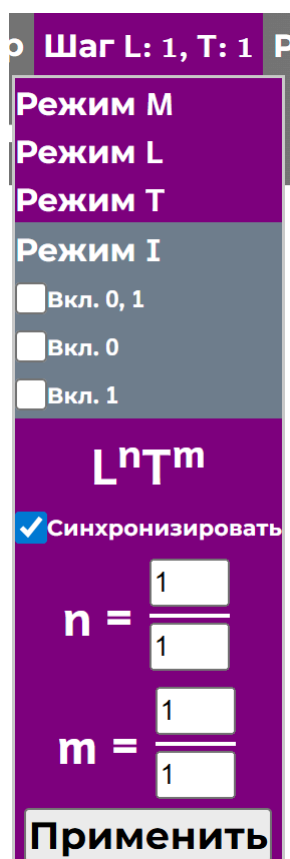


Рисунок 155 — Изменение формата отображения компонентов размерностей

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «**Вкл. 0, 1**» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей ячеек;
- «**Вкл. 0**» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей ячеек;
- «**Вкл. 1**» — отображается первая степень при компонентах размерностей ячеек.

Содержимое ячеек в основной области рабочего пространства изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.3.5. n

Для выбора *шага L* компонентов **LT**-размерностей ячеек, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг**

L: ... , T: ...» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), она подсветится *сиреневым* цветом, и изменить числитель и знаменатель *дроби* справа от надписи: «**n =**», см. рисунок 156, рисунок 157.

Шаг L: 1, T: 1

Режим M

Режим L

Режим T

Режим I

$L^n T^m$

☒ Синхронизировать

$n = \frac{1}{1}$

$m = \frac{1}{1}$

Применить

Рисунок 156 — Выбор шага для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в четырёхразмерностном режиме

Шаг L: 1, T: 1

Режим M

Режим L

Режим T

$L^n T^m$

☒ Синхронизировать

$n = \frac{1}{1}$

$m = \frac{1}{1}$

Применить

Рисунок 157 — Выбор шага для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в трёхразмерностном режиме

4.3.6. m

Для выбора *шага* **T** компонентов **LT**-размерностей ячеек, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг L: ..., T: ...**» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), она подсветится *сиреневым* цветом, и изменить числитель и знаменатель *дроби* справа от надписи: «**m =**», см. рисунок 158, рисунок 159.

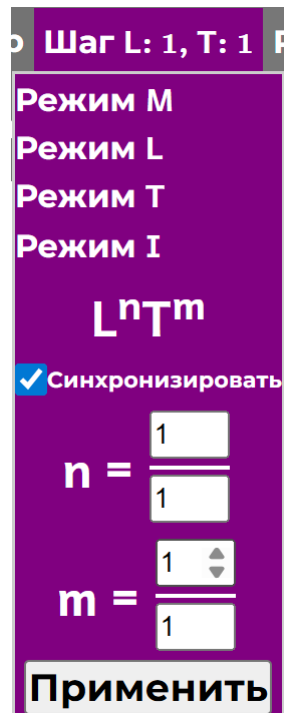


Рисунок 158 — Выбор шага для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в четырёхразмерностном режиме

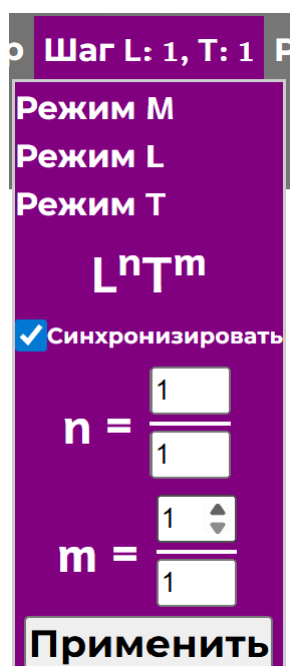


Рисунок 159 — Выбор шага для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в трёхразмерностном режиме

4.3.7. Синхронизировать

Для включения или выключения синхронизации значений *шагов* **L** и **T** компонентов **LT**-размерностей ячеек, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Шаг L: ..., T: ...**» (по умолчанию: «**Шаг L: 1, T: 1**»), она подсветится *сиреневым* цветом, и нажать на квадратик с галочкой или без, справа от которого надпись «**Синхронизировать**», область вокруг подсветится *серым* цветом, см. рисунок 160, рисунок 161.

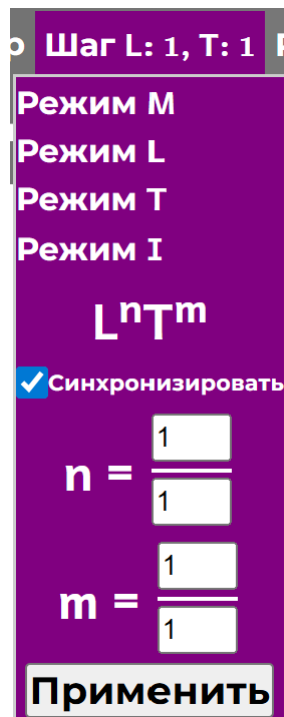


Рисунок 160 — Включение и выключение синхронизации шагов для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в четырёхразмерностном режиме

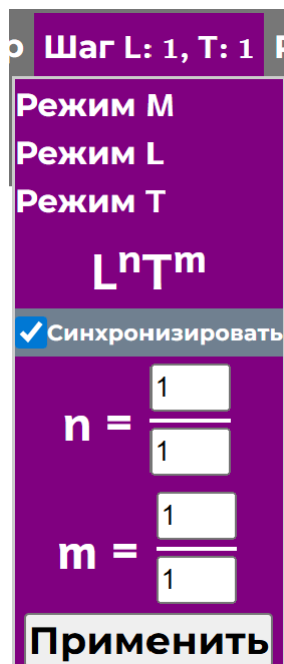


Рисунок 161 — Включение и выключение синхронизации шагов для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в трёхразмерностном режиме

В режиме «**MLTI**» заменим знаменатель (можно и числитель) параметра n , см. рисунок 162.

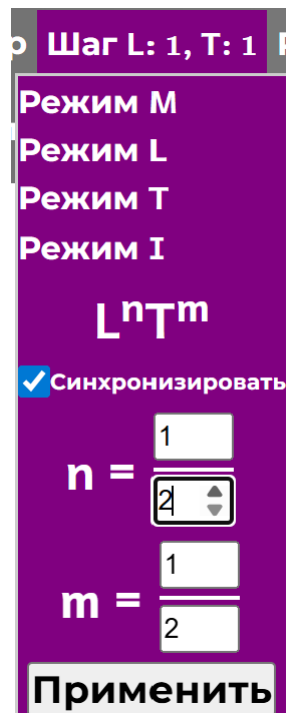


Рисунок 162 — Демонстрация синхронизации шагов для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в трёхразмерностном режиме

Видно, что вместе со знаменателем параметра n был изменён знаменатель параметра m .

Выключим синхронизацию и установим различные значения параметров n и m , см. рисунок 163.

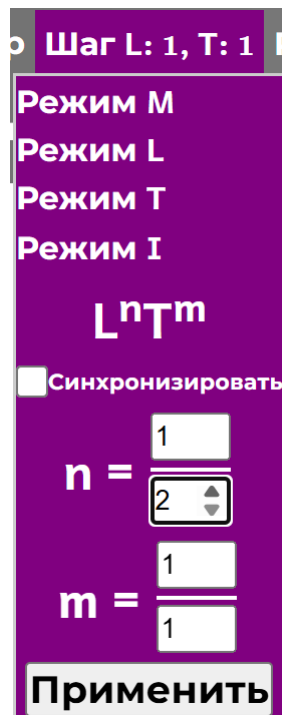


Рисунок 163 — Демонстрация отсутствия синхронизации шагов для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде

Теперь включим синхронизацию, появится диалоговое окно, спрашивающее по значению какого параметра провести синхронизацию, см. рисунок 164.

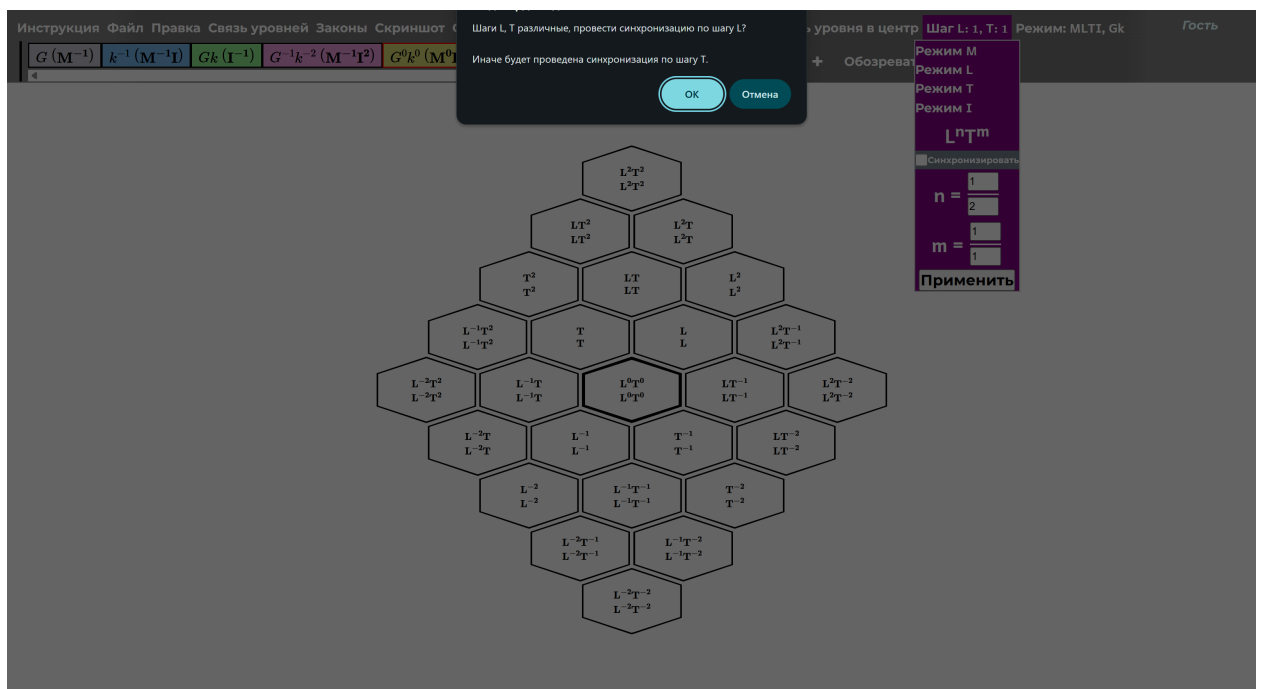


Рисунок 164 — Диалоговое окно, спрашивающее по значению какого параметра провести синхронизацию

Исходя из текста в диалоговом окне:

- «ОК» — синхронизация по параметру n ;
- «Отмена» — синхронизация по параметру m .

Ранее описанный механизм также присутствует в режиме «MLT».

4.3.8. Применить

Для изменения шагов L и T компонентов LT -размерностей ячеек, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «Шаг L : ..., T : ...» (по умолчанию: «Шаг L : 1, T : 1»), она подсветится *сиреневым* цветом, и нажать кнопку «Применить», см. рисунок 165, рисунок 166.

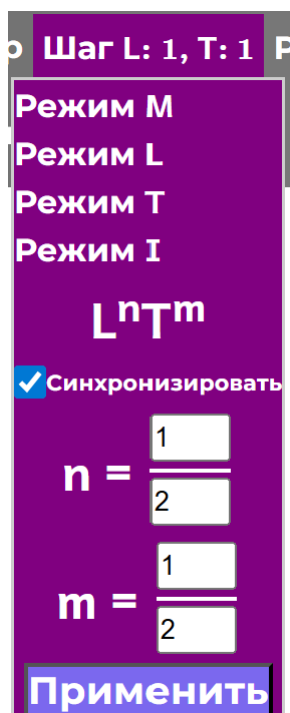


Рисунок 165 — Изменение шагов для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в четырёхразмерностном режиме

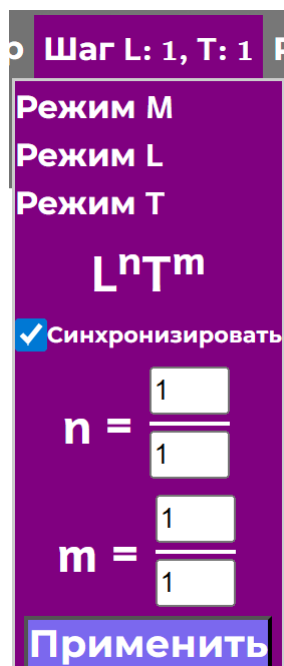


Рисунок 166 — Изменение шагов для алгоритма изменения "координат" при переходе от одной ячейки к другой в общем виде в трёхразмерном режиме

Только после нажатия данной кнопки изменённые *шаги* **L** и **T** компонентов **LT**-размерностей ячеек будут применены к основной области рабочего пространства, надпись «**Шаг L: ..., T: ...**» изменится, см. рисунок 167.

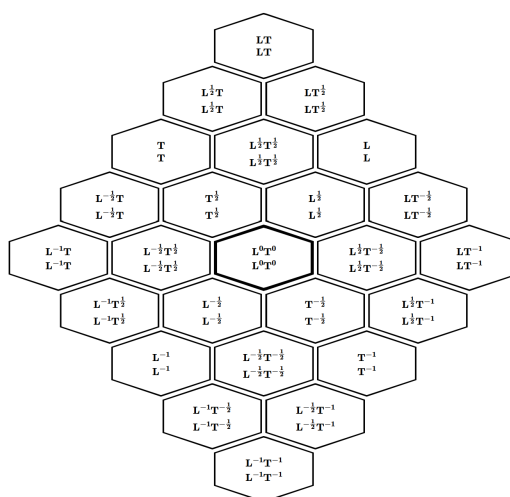
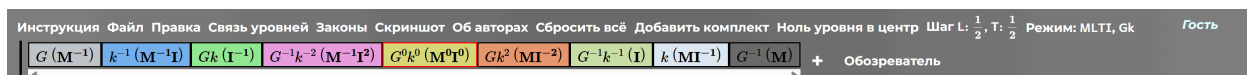


Рисунок 167 — Изменённое рабочее пространство в четырёхразмерном режиме

Для каждого режима («**MLTI**» и «**MLT**») запоминаются *шаги* **L** и **T** компонентов **LT**-размерностей ячеек, *форматы* отображения размерностей физических величин и **LT**-размерностей ячеек и *параметр синхронизации*. Таким образом, в случае изменения *шагов* **L** и **T** компонентов **LT**-размерностей ячеек в режиме «**MLTI**», *форматов* отображения размерностей физических величин и **LT**-размерностей ячеек или *параметра синхронизации*, *шаги* **L** и **T** компонентов **LT**-размерностей ячеек, *форматы* отображений размерностей физических величин и **LT**-размерностей ячеек или *параметр синхронизации* в режиме «**MLT**» будут по умолчанию (если не были изменены).

4.4. Добавление новых уровней

В первом разделе было пояснено, что существует *бесконечное* количество кластеров. В некоторых случаях для построения закономерностей может не хватить стандартных *девяти* в режиме «**MLTI**», см. рисунок 168, и *пяти* в режиме «**MLT**», см. рисунок 169, кластеров.

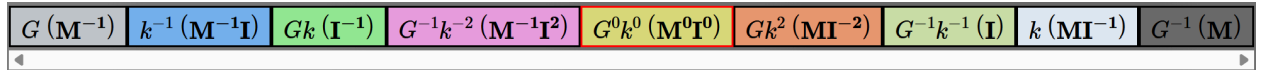


Рисунок 168 — Стандартные кластеры в четырёхразмерном режиме

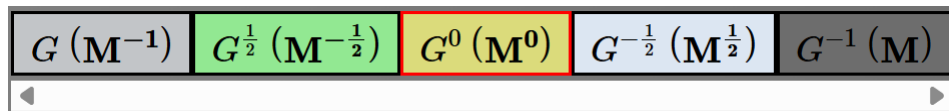


Рисунок 169 — Стандартные кластеры в трёхразмерном режиме

Для добавления новых кластеров и изменения настроек, связанных с отображением информации в кластерах требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», см. рисунок 170, рисунок 171.

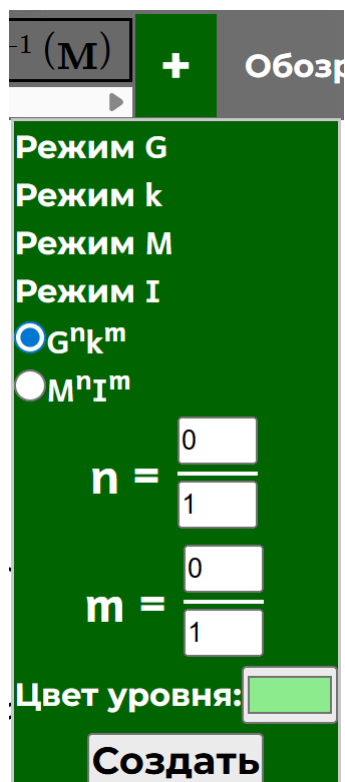


Рисунок 170 — Окно для добавления новых кластеров и изменения настроек, связанных с отображением информации в кластерах в четырёхразмерностном режиме

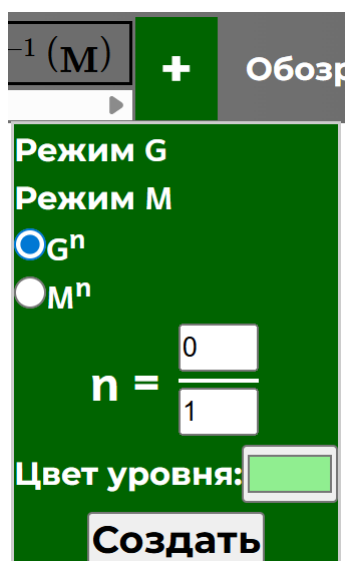


Рисунок 171 — Окно для добавления новых кластеров и изменения настроек, связанных с отображением информации в кластерах в четырёхразмерностном режиме

4.4.1. Режим G

Для изменения формата отображения G компонентов характеристик в кластерах в режиме «**MLTI**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего

пространства системы с названием: «+», она подсветится *зелёным* цветом, **навести курсор** на область с названием: «**Режим G**», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения G компонентов размерностей в кластерах, см. рисунок 172.

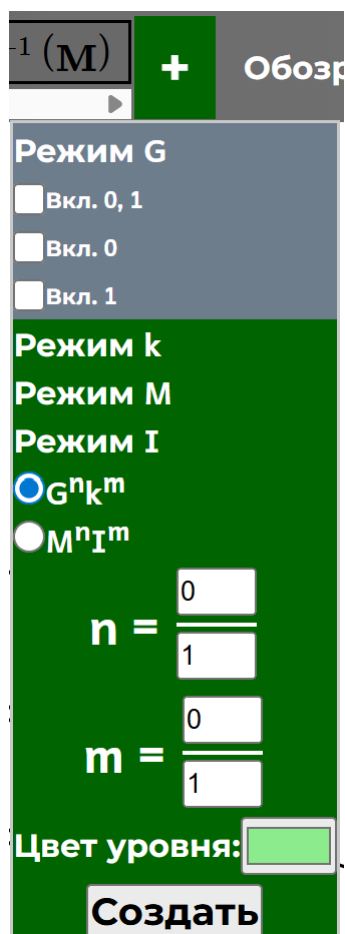


Рисунок 172 — Изменение формата отображения компонентов характеристик кластеров

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «**Вкл. 0, 1**» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах характеристик кластеров;
- «**Вкл. 0**» — отображается нулевая степень при компонентах характеристик кластеров;
- «**Вкл. 1**» — отображается первая степень при компонентах характеристик кластеров.

Содержимое кластеров изменится *сразу* после изменения формата отображения.

Для изменения формата отображения G компонентов характеристик в кластерах в режиме «MLT», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «+», она подсветится *зелёным* цветом, **навести курсор** на область с названием: «Режим G», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения G компонентов размерностей в кластерах, см. рисунок 173.

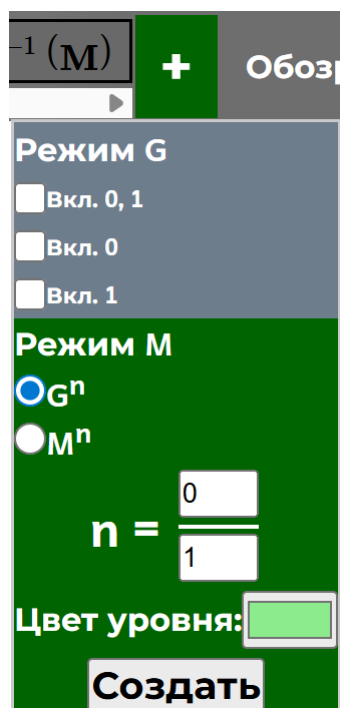


Рисунок 173 — Изменение формата отображения компонентов характеристик кла-
стеров

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах характеристик кластеров;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах характеристик кластеров;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах характеристик кластеров.

Содержимое кластеров изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.4.2. Режим k (только в режиме «MLTI»)

Для изменения формата отображения k компонентов характеристик в кластерах, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «+», она подсветится *зелёным* цветом, **навести курсор** на область с названием: «Режим G», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения k компонентов размерностей в кластерах, см. рисунок 174.

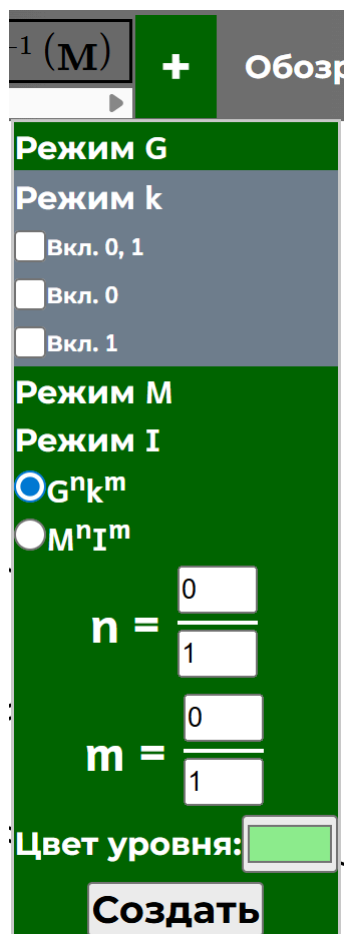


Рисунок 174 — Изменение формата отображения компонентов характеристик кла-
стеров

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах характеристик кластеров;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах характеристик кла-
стеров;

- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах характеристик кластеров.

Содержимое кластеров изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.4.3. Режим М

Для изменения формата отображения **М** компонентов размерностей характеристик в кластерах в режиме «**MLTI**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», она подсветится *зелёным* цветом, **навести курсор** на область с названием: «**Режим G**», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **М** компонентов размерностей в кластерах, см. рисунок 175.

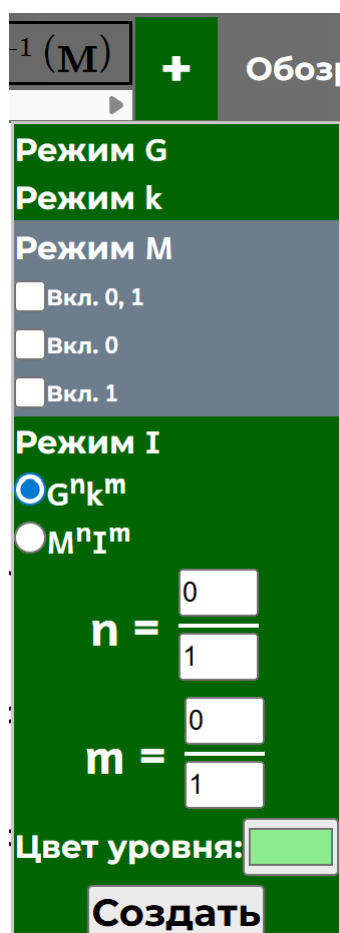


Рисунок 175 — Изменение формата отображения компонентов размерностей характеристик кластеров

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей характеристик кластеров;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей характеристик кластеров;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах размерностей характеристик кластеров.

Содержимое кластеров изменится *сразу* после изменения формата отображения.

Для изменения формата отображения **М** компонентов характеристик в кластерах в режиме «**MLT**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», она подсветится *зелёным* цветом, **навести курсор** на область с названием: «**Режим G**», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **М** компонентов размерностей в кластерах, см. рисунок 176.

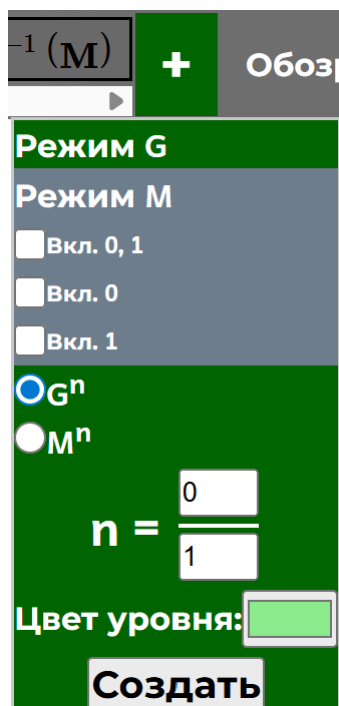


Рисунок 176 — Изменение формата отображения компонентов размерностей характеристик кластеров

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «Вкл. 0, 1» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей характеристик кластеров;
- «Вкл. 0» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей характеристик кластеров;
- «Вкл. 1» — отображается первая степень при компонентах размерностей характеристик кластеров.

Содержимое кластеров изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.4.4. Режим I (только в режиме «MLTI»)

Для изменения формата отображения **I** компонентов размерностей характеристик в кластерах, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «+», она подсветится *зелёным* цветом, **навести курсор** на область с названием: «Режим G», она подсветится *серым* цветом, появятся три варианта отображения **I** компонентов размерностей в кластерах, см. рисунок 177.

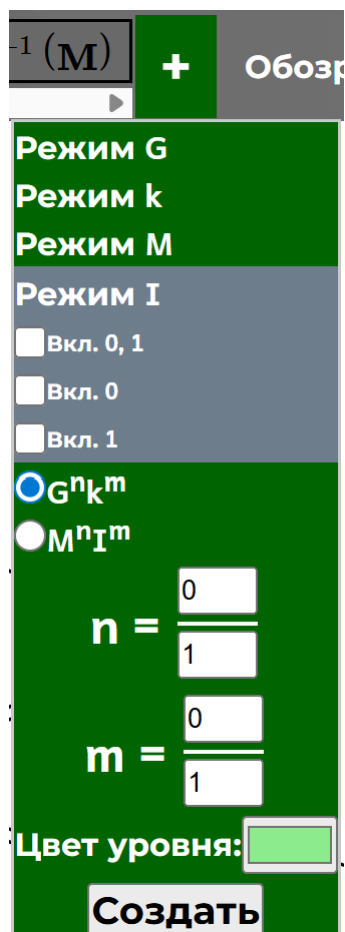


Рисунок 177 — Изменение формата отображения компонентов размерностей характеристик кластеров

Рассмотрим предложенные варианты отображения:

- «**Вкл. 0, 1**» — отображаются нулевая и первая степени при компонентах размерностей характеристик кластеров;
- «**Вкл. 0**» — отображается нулевая степень при компонентах размерностей характеристик кластеров;
- «**Вкл. 1**» — отображается первая степень при компонентах размерностей характеристик кластеров.

Содержимое кластеров изменится *сразу* после изменения формата отображения.

4.4.5. $G^n(k^m)$

Данный вариант $G^n k^m$ в режиме «**MLTI**» и *подрезиме* « Gk » предполагает создание системных уровней (кластеров) со следующей размерностью характеристики:

$$\dim(G^n k^m) = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2} \mathbf{I}^0)^n \cdot (\mathbf{M}^1 \mathbf{I}^{-1})^m.$$

$$\dim(G^n k^m) = \mathbf{M}^{m-n} \mathbf{L}^{3n} \mathbf{T}^{-2n} \mathbf{I}^{-m}. \quad (40)$$

В *подрезиме* «**МИ**» выражение (40) (размерность характеристики кластеров) упрощается: $\mathbf{M}^{m-n} \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^{-m}$ (нет *гравитационного сдвига*).

Для создания кластера вышеописанным вариантом в режиме «**MLTI**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», она подсветится *зелёным* цветом, и нажать на *пустой* кружок, справа от которого надпись « $G^n k^m$ », область вокруг подсветится *серым* цветом, данный вариант применяется для создания кластеров по умолчанию, см. рисунок 178.

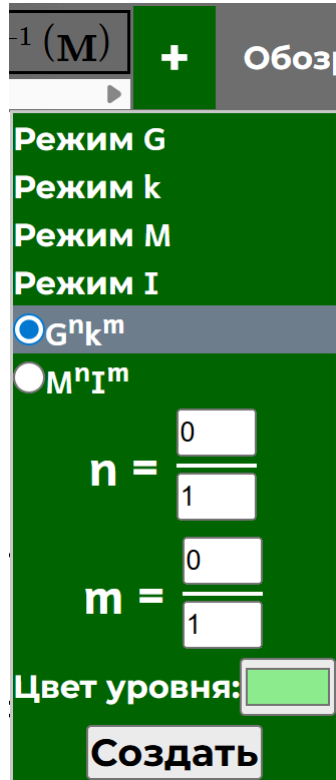


Рисунок 178 — Выбор способа для создания кластера в четырёхразмерностном режиме

Рассматриваемый вариант G^n в режиме «**MLT**» и *подрежиме* « G » предполагает создание системных уровней (кластеров) со следующей размерностью характеристики:

$$\begin{aligned}\dim(G^n) &= (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^n. \\ \dim(G^n) &= \mathbf{M}^{-n}\mathbf{L}^{3n}\mathbf{T}^{-2n}.\end{aligned}\tag{41}$$

В *подрежиме* «**М**» выражение (41) (размерность характеристики кластеров) упрощается: $\mathbf{M}^{-n}\mathbf{L}^0\mathbf{T}^0$ (нет гравитационного сдвига).

Для создания кластера вышеописанным вариантом в режиме «**MLT**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», она подсветится *зелёным* цветом, и нажать на *пустой* кружок, справа от которого надпись « G^n », область вокруг подсветится *серым* цветом, данный вариант применяется для создания кластеров по умолчанию, см. рисунок 179.

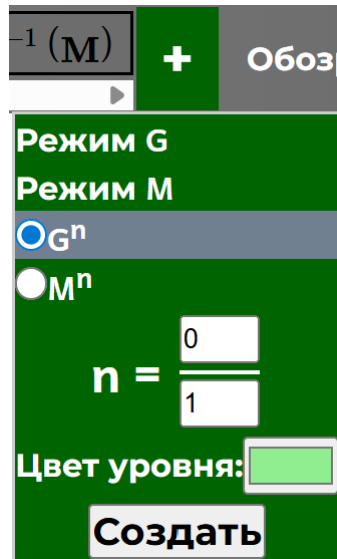


Рисунок 179 — Выбор способа для создания кластера в трёхразмерностном режиме

В случае использования данного варианта при создании кластера в его содержимом *основным* (т. е. не в скобках) текстом будет $G^n k^m$ в режиме «**MLTI**» и G^n в режиме «**MLT**», *неосновным* (т. е. в скобках) — $\mathbf{M}^{m-n}\mathbf{I}^{-m}$ и $\mathbf{M}^{-n}$ соответственно. Стандартные и вновь созданные кластеры размещаются в вышепоказанной области рабочего пространства, см. рисунок 164, рисунок 165, согласно (прямоу) **+****М**-ориен-

тированному механизму мощности уровней в порядке увеличения мощности уровней слева направо.

4.4.6. $\mathbf{M}^n(\mathbf{I}^m)$

Рассмотрим размерности компонентов характеристик кластеров системы ФВиЗ в $\mathbf{MLTI}$ -размерностном представлении и проведём с ними алгебраические преобразования:

$$\dim G = \mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}.$$

$$\mathbf{M} = (\dim G)^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}. \quad (42)$$

$$\dim k = \mathbf{M}^1\mathbf{L}^0\mathbf{T}^0\mathbf{I}^{-1}.$$

$$\mathbf{I} = (\dim k)^{-1}\mathbf{M}^1\mathbf{L}^0\mathbf{T}^0. \quad (43)$$

Подставим правую часть выражения (42) в формулу (43):

$$\mathbf{I} = (\dim k)^{-1} \cdot (\dim G)^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2} \cdot \mathbf{L}^0\mathbf{T}^0.$$

$$\mathbf{I} = (\dim k)^{-1}(\dim G)^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}. \quad (44)$$

Подставим правые части выражений (42) и (44) в выражение размерности характеристики кластеров $\mathbf{M}^n\mathbf{I}^m$:

$$\dim(\mathbf{M}^n\mathbf{I}^m) = ((\dim G)^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^n ((\dim k)^{-1}(\dim G)^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2})^m.$$

$$\dim(\mathbf{M}^n\mathbf{I}^m) = (\dim G)^{-n}\mathbf{L}^{3n}\mathbf{T}^{-2n}(\dim k)^{-m}(\dim G)^{-m}\mathbf{L}^{3m}\mathbf{T}^{-2m}.$$

$$\dim(\mathbf{M}^n\mathbf{I}^m) = (\dim G)^{-(n+m)}(\dim k)^{-m}\mathbf{L}^{3(n+m)}\mathbf{T}^{-2(n+m)}.$$

$$\dim(\mathbf{M}^n\mathbf{I}^m) = \dim G^{-(n+m)} \dim k^{-m} \mathbf{L}^{3(n+m)} \mathbf{T}^{-2(n+m)}.$$

$$\dim(\mathbf{M}^n\mathbf{I}^m) = \dim(G^{-(n+m)}k^{-m})\mathbf{L}^{3(n+m)}\mathbf{T}^{-2(n+m)}.$$

Отбросим $\mathbf{L}^{3(n+m)}\mathbf{T}^{-2(n+m)}$ от правой части полученного выражения. Таким образом, $\mathbf{M}^n\mathbf{I}^m$ есть $G^{-(n+m)}k^{-m}$. Найдём размерность полученной характеристики:

$$\dim(G^{-(n+m)}k^{-m}) = (\mathbf{M}^{-1}\mathbf{L}^3\mathbf{T}^{-2}\mathbf{I}^0)^{-(n+m)}(\mathbf{M}^1\mathbf{I}^{-1})^{-m}.$$

$$\dim(G^{-(n+m)}k^{-m}) = \mathbf{M}^{m+n}\mathbf{L}^{-3(n+m)}\mathbf{T}^{2(n+m)}\mathbf{I}^0\mathbf{M}^{-m}\mathbf{I}^m.$$

$$\dim(G^{-(n+m)}k^{-m}) = \mathbf{M}^n \mathbf{L}^{-3(n+m)} \mathbf{T}^{2(n+m)} \mathbf{I}^m. \quad (45)$$

Данный вариант $\mathbf{M}^n \mathbf{I}^m$ в режиме «**MLTI**» и *подрежиме* « Gk » предполагает создание системных уровней (кластеров) со следующей размерностью характеристики: $\mathbf{M}^n \mathbf{L}^{-3(n+m)} \mathbf{T}^{2(n+m)} \mathbf{I}^m$.

Для создания кластера вышеописанным вариантом в режиме «**MLTI**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», она подсветится *зелёным* цветом, и нажать на *пустой* кружок, справа от которого надпись « $\mathbf{M}^n \mathbf{I}^m$ », область вокруг подсветится *серым* цветом, см. рисунок 180.

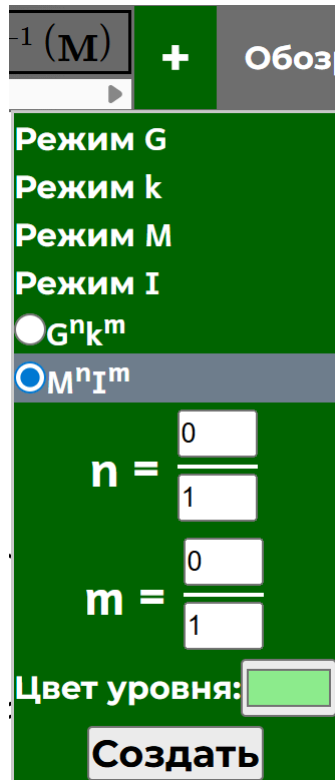


Рисунок 180 — Выбор способа для создания кластера в четырёхразмерностном режиме

В *подрежиме* «**MI**» выражение (45) (размерность характеристики кластеров) упрощается: $\mathbf{M}^n \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0 \mathbf{I}^m$ (нет *гравитационного сдвига*).

Рассмотрим размерности компонентов характеристик кластеров системы ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении. Подставим правую часть выражения (42) в выражение размерности характеристики кластеров $\mathbf{M}^n$:

$$\dim \mathbf{M}^n = ((\dim G)^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^n.$$

$$\dim \mathbf{M}^n = (\dim G)^{-n} \mathbf{L}^{3n} \mathbf{T}^{-2n}.$$

$$\dim \mathbf{M}^n = \dim G^{-n} \mathbf{L}^{3n} \mathbf{T}^{-2n}.$$

Отбросим $\mathbf{L}^{3n} \mathbf{T}^{-2n}$ от правой части полученного выражения. Таким образом, $\mathbf{M}^n$ есть G^{-n} . Найдём размерность полученной характеристики:

$$\dim G^{-n} = (\mathbf{M}^{-1} \mathbf{L}^3 \mathbf{T}^{-2})^{-n}.$$

$$\dim(G^{-n}) = \mathbf{M}^n \mathbf{L}^{-3n} \mathbf{T}^{2n}. \quad (46)$$

Рассматриваемый вариант $\mathbf{M}^n$ в режиме «**MLT**» и *подрежиме* « G » предполагает создание системных уровней (кластеров) со следующей размерностью характеристики: $\mathbf{M}^n \mathbf{L}^{-3n} \mathbf{T}^{2n}$.

В *подрежиме* «**M**» выражение (46) (размерность характеристики кластеров) упрощается: $\mathbf{M}^n \mathbf{L}^0 \mathbf{T}^0$ (нет *гравитационного сдвига*).

Для создания кластера вышеописанным вариантом в режиме «**MLT**», требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», она подсветится *зелёным* цветом, и нажать на *пустой* кружок, справа от которого надпись « $\mathbf{M}^n$ », область вокруг подсветится *серым* цветом, см. рисунок 181.

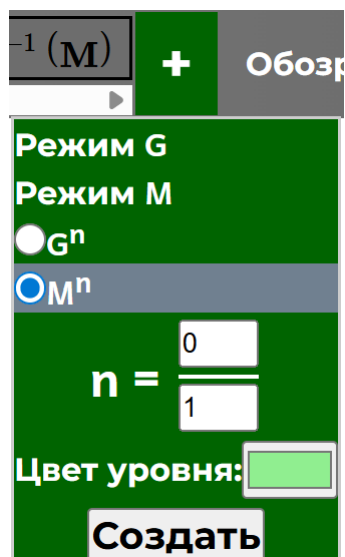


Рисунок 181 — Выбор способа для создания кластера в трёхразмерностном режиме

В случае использования данного варианта при создании кластера, в его содержимом *основным* (т. е. не в скобках) текстом будет $M^n I^m$ в режиме «**MLTI**» и M^n в режиме «**MLT**», неосновным (т. е. в скобках) — $G^{-(n+m)} k^{-m}$ и G^{-n} соответственно. Стандартные и вновь созданные кластеры размещаются в вышепоказанной области рабочего пространства, см. рисунок 164, рисунок 165, согласно (прямому) **+M**-ориентированному *механизму мощности уровней* в порядке *увеличения* мощности уровней *слева направо*.

4.4.7. n

Для выбора *степени* при компоненте G характеристики кластера или компоненте M размерности характеристики кластера, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**+**», она подсвечивается *зелёным* цветом, и изменить числитель и знаменатель *дроби* справа от надписи: «**n =**», см. рисунок 182, рисунок 183.

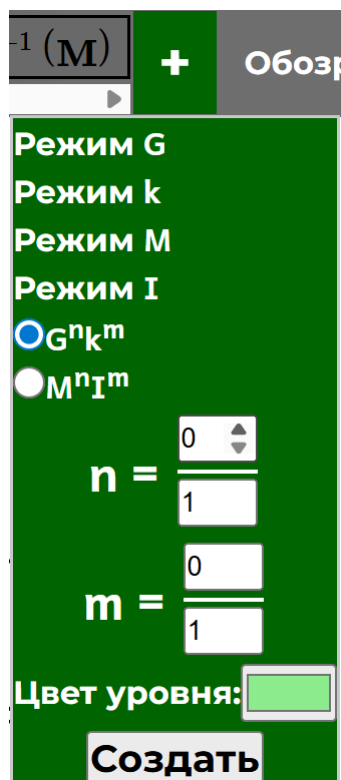


Рисунок 182 — Выбор степени для создания кластера в четырёхразмерностном режиме

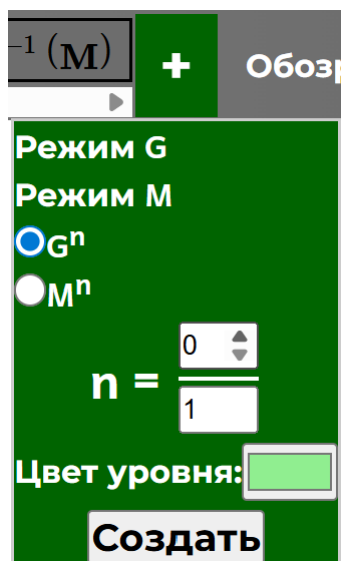


Рисунок 183 — Выбор степени для создания кластера в трёхразмерностном режиме

4.4.8. m (только в режиме «MLTI»)

Для выбора *степени* при компоненте k характеристики кластера или компоненте I размерности характеристики кластера, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «+», она подсветится *зелё-*

ным цветом, и изменить числитель и знаменатель дроби справа от надписи: « $m =$ », см. рисунок 184.



Рисунок 184 — Выбор степени для создания кластера в четырёхразмерностном режиме

4.4.9. Цвет уровня

Для выбора *цвета* системного уровня (кластера), требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «+», она подсвечивается *зелёным* цветом, нажать на цветной прямоугольник, слева от которого надпись «**Цвет уровня**» и выбрать подходящий (не совпадающий с цветами других кластеров) цвет в открывшейся палитре, см. рисунок 185, рисунок 186.

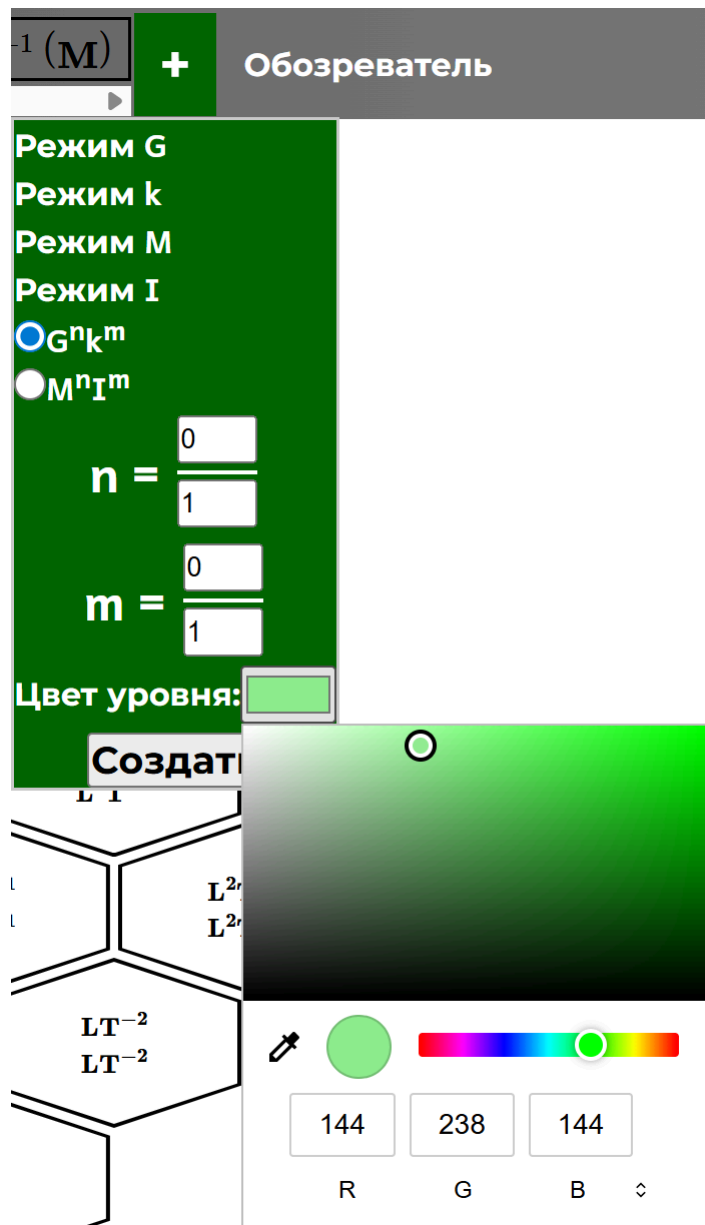


Рисунок 185 — Выбор цвета для создания кластера в четырёхразмерностном режиме

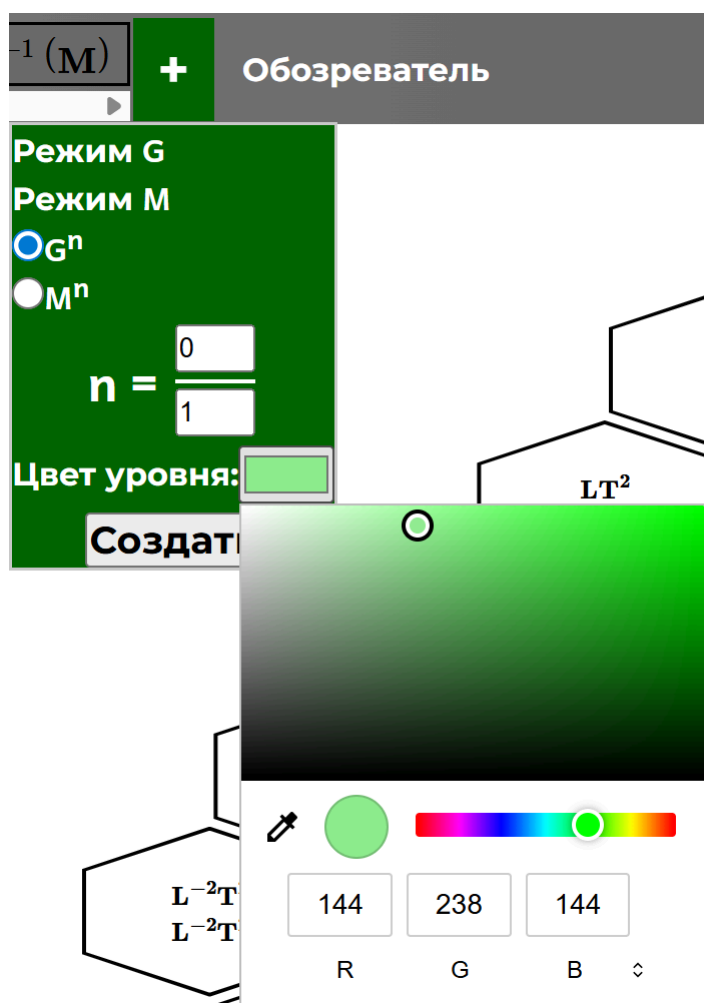


Рисунок 186 — Выбор цвета для создания кластера в трёхмерностном режиме

4.4.10. Создать

Для создания кластера с заданными ранее настройками, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «+», она подсветится *зелёным* цветом, и нажать на кнопку «Создать», см. рисунок 187, рисунок 188.

Рисунок 187 — Создание кластера в четырёхразмерностном режиме

Рисунок 188 — Создание кластера в трёхразмерностном режиме

После нажатия кнопки будет создан новый системный уровень (кластер) и размещён согласно (прямому) $+M$ -ориентированному *механизму мощности уровней* в порядке *увеличения* мощности уровней *слева направо*. При этом переключения на новый кластер не произойдёт, см. рисунок 189.

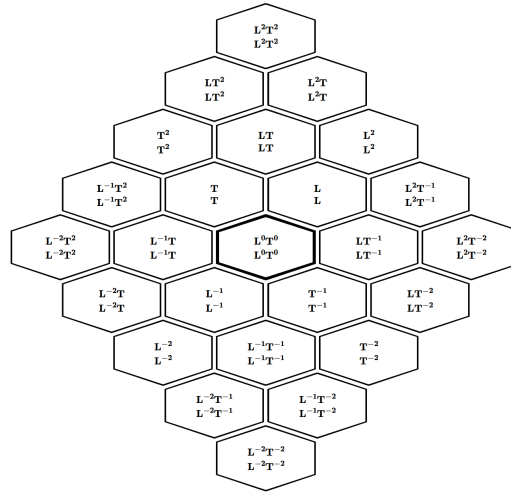


Рисунок 189 — Рабочее пространство с созданным кластером в четырёхразмерностном режиме

Для каждого режима («**MLTI**» и «**MLT**») запоминаются *степени* компонентов характеристик кластеров или компонентов размерностей характеристик кластеров и *форматы* отображения характеристик кластеров. Таким образом, в случае изменения *степеней* компонентов характеристик кластеров или компонентов размерностей характеристик кластеров или *форматов* отображения характеристик кластеров, *степени* компонентов характеристик кластеров или компонентов размерностей характеристик кластеров или *форматы* отображения характеристик кластеров в режиме «**MLT**» будут по умолчанию (если не были изменены).

4.5. Выбор уровня

Для выбора системного уровня (кластера) для основной области рабочего пространства, требуется **навести курсор** на желаемый кластер, вокруг него появится *синий* контур, и нажать на него, по умолчанию (сразу после запуска системы) в режимах «**MLTI**» и «**MLT**» выбраны кинематические кластеры G^0k^0 и G^0 соответственно, см. рисунок 190, рисунок 191.

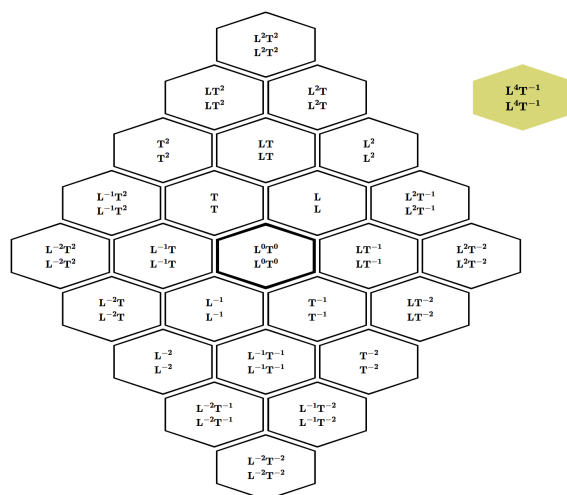


Рисунок 194 — Открытие ячейки

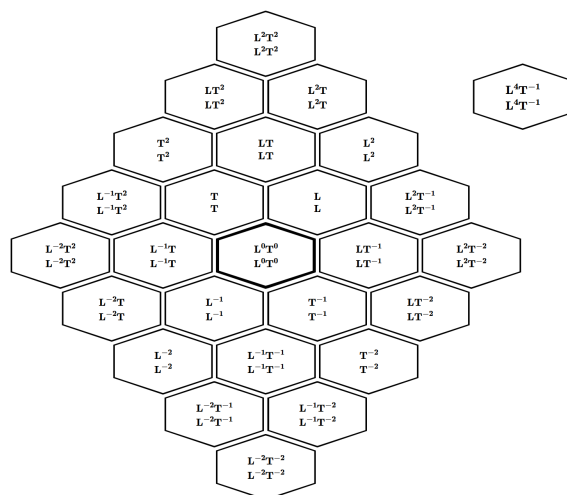


Рисунок 195 — Вновь открытая ячейка

4.6.1. Первая величина

Выберем первую физическую величину, существует единственный вариант данного события, см. рисунок 196.

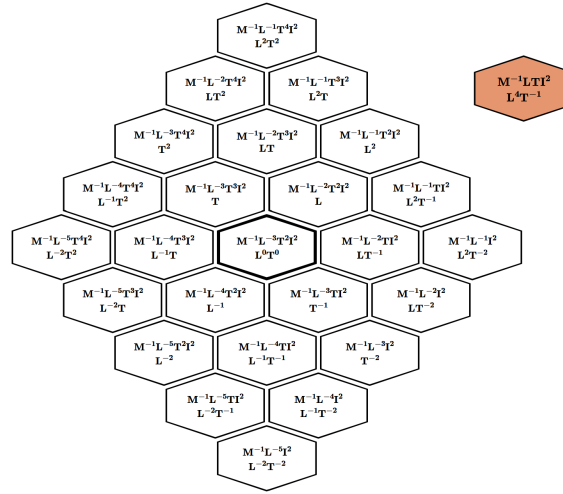


Рисунок 196 — Выбрана первая физическая величина

После выбора каждой величины *слева* от линейки стандартных и созданных кластеров в определённом месте появляется кластер, величина которого участвует в построении изображения, это *такая же* интерактивная область, что и кластеры в линейке справа, т. е. при наведении появляется *синий* контур, при нажатии можно выбрать данный кластер, и вокруг него появится *красный* контур. Далее станет очевидно удобство проверки *системных связей* с помощью данного подхода.

Сразу после выбора первой физической величины изменение *режима* работы системы, *шагов L* и *T* компонентов *LT*-размерностей ячеек, открытие и сохранение файлов становится *недоступным*.

4.6.2. Вторая величина

Выберем вторую физическую величину, существуют два варианта данного события, рассмотрим первый, см. рисунок 197.

Инструкция Файл Правка Связь уровней Законы Скриншот Об авторах Сбросить всё Добавить комплект Ноль уровня в центр Шаг L: 1, T: 1 Режим: MLTI, Gk Гость

$Gk^2(MI^{-2}) = Gk^2(MI^{-2})$ $G(M^{-1})$ $k^{-1}(M^{-1}L)$ $Gk(I^{-1})$ $G^{-1}k^{-2}(M^{-1}T^2)$ $G^{0}k^0(M^0T^0)$ $Gk^2(MI^{-2})$ $G^{-1}k^{-1}(I)$ $k(MI^{-1})$ $G^{-1}(M)$ + Обозреватель

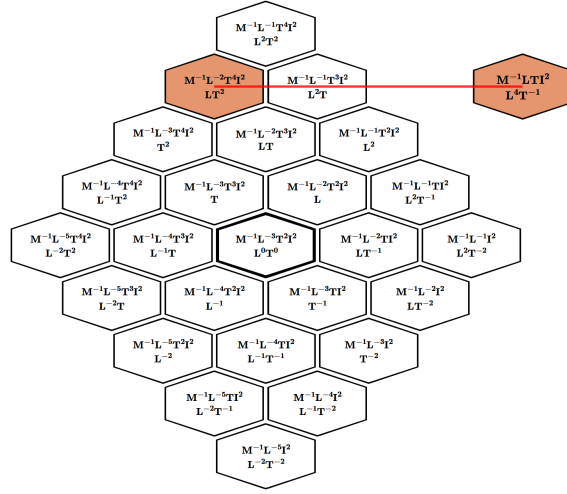


Рисунок 197 — Выбрана вторая физическая величина

Выберем вторую физическую величину из кинематического кластера в ранее выбранной ячейке, для этого выберем кинематический кластер, см. рисунок 198.

Инструкция Файл Правка Связь уровней Законы Скриншот Об авторах Сбросить всё Добавить комплект Ноль уровня в центр Шаг L: 1, T: 1 Режим: MLTI, Gk Гость

$Gk^2(MI^{-2})$ $G(M^{-1})$ $k^{-1}(M^{-1}L)$ $Gk(I^{-1})$ $G^{-1}k^{-2}(M^{-1}T^2)$ $G^{0}k^0(M^0T^0)$ $Gk^2(MI^{-2})$ $G^{-1}k^{-1}(I)$ $k(MI^{-1})$ $G^{-1}(M)$ + Обозреватель

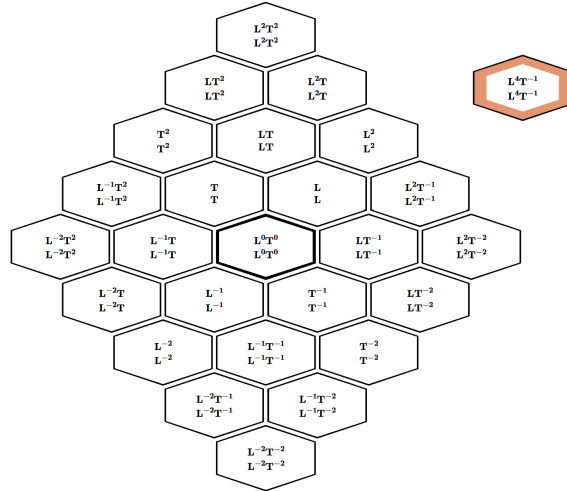


Рисунок 198 — Переключение кластера

В ранее выбранной ячейке появилась белая полость, сигнализирующая возможность её выбрать во второй раз. Данная полость появится только в том случае,

если произошло переключение на кластер, величина которого не ещё не выбрана в рассматриваемой ячейке. Теперь выберем вторую физическую величину путём нажатия на внутреннюю область (важно *быстро* перенести курсор во внутреннюю область ячейки, иначе ячейка полностью заполнится цветом кластера, в котором была выбрана первая физическая величина, и её текстовое содержимое изменится на размерность первой выбранной физической величины), см. рисунок 199. Данный механизм работает аналогично в случае третьего и четвёртого выбора одной ячейки.

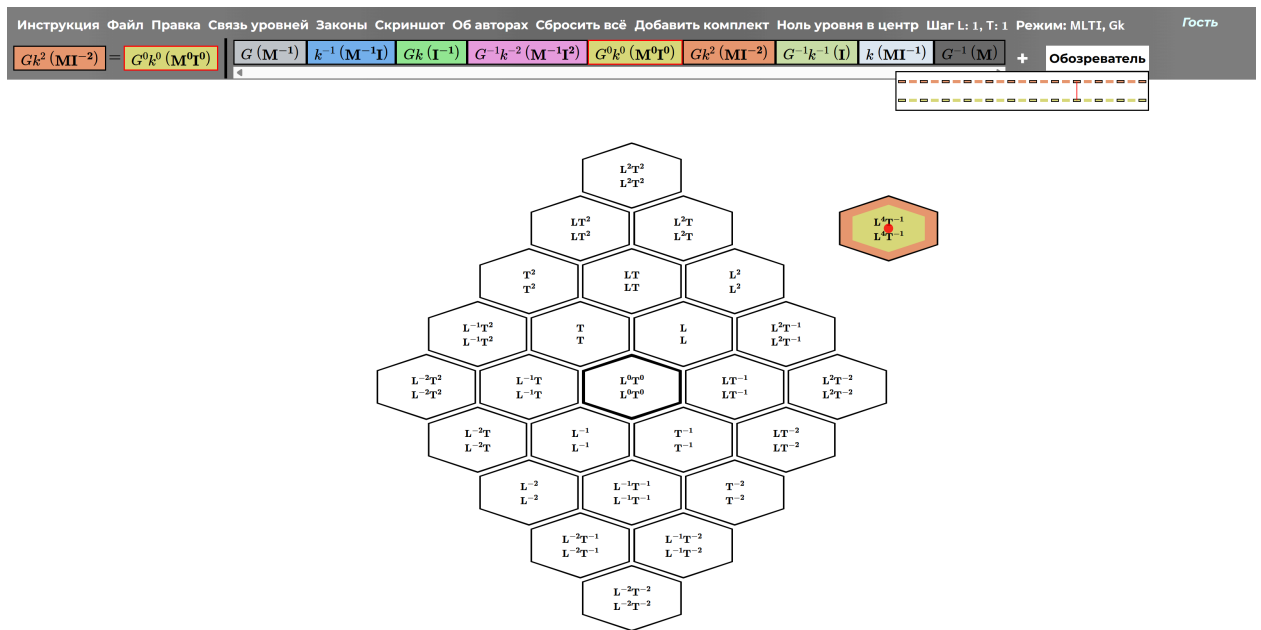


Рисунок 199 — Выбрана вторая физическая величина

4.6.3. Третья величина

Выберем третью физическую величину, существуют четыре варианта данного события, см. рисунок 200, рисунок 201, рисунок 202, рисунок 203.

Инструкция Файл Правка Связь уровней Законы Скриншот Об авторах Сбросить всё Добавить комплект Ноль уровня в центр Шаг L: 1, T: 1 Режим: MLTI, Gk Гость

$Gk^2 (M^{-2}) \cdot Gk^2 (M^{-2}) = Gk^2 (M^{-2})$ $G (M^{-1})$ $k^{-1} (M^{-1})$ $Gk (T^{-1})$ $G^{-1}k^{-2} (M^{-1}T^2)$ $G^0k^0 (M^0T^0)$ $Gk^2 (M^{-2})$ $G^{-1}k^{-1} (T)$ $k (M^{-1})$ $G^{-1} (M)$ + Обозреватель

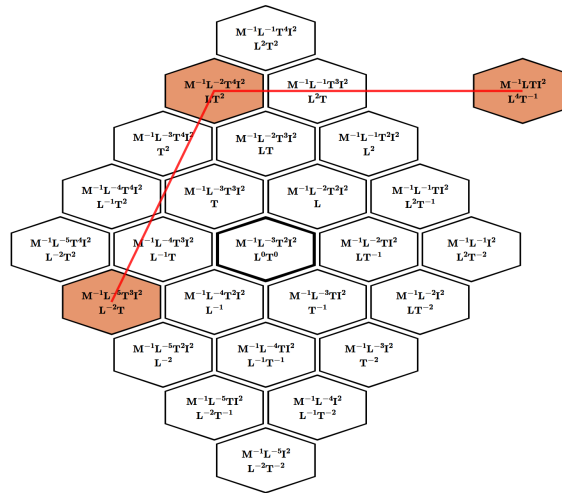


Рисунок 200 — Выбрана третья физическая величина

Инструкция Файл Правка Связь уровней Законы Скриншот Об авторах Сбросить всё Добавить комплект Ноль уровня в центр Шаг L: 1, T: 1 Режим: MLTI, Gk Гость

$Gk^2 (M^{-2}) \cdot Gk^2 (M^{-2}) = Gk^2 (M^{-2})^2$ $X_1 \cdot X_3 = C^2$ Добавить Новый Обозреватель

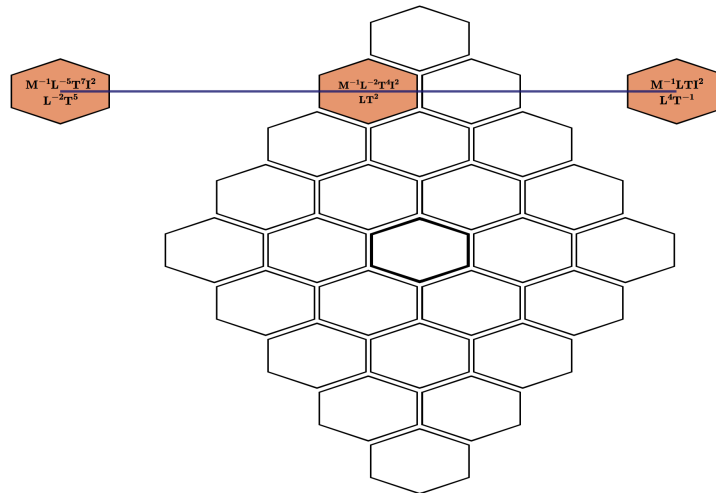


Рисунок 201 — Выбрана третья физическая величина

Получилась закономерность по *правилу выделенной линии*, содержимое всех ячеек, кроме выбранных, скрылось, *слева* от линейки стандартных и созданных кластеров — наглядный демонстратор системной связи.

4.6.4. Четвёртая величина

Выберем четвёртую физическую величину, существуют три варианта данного события, см. рисунок 204, рисунок 205, рисунок 206.

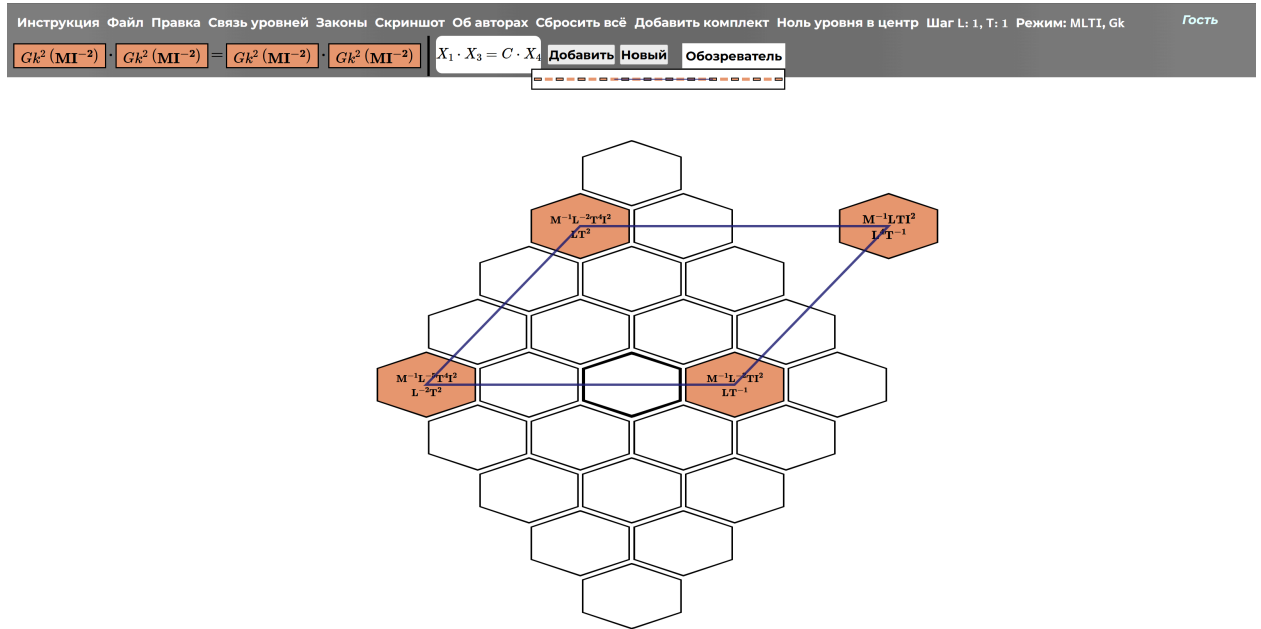


Рисунок 204 — Выбрана четвёртая физическая величина

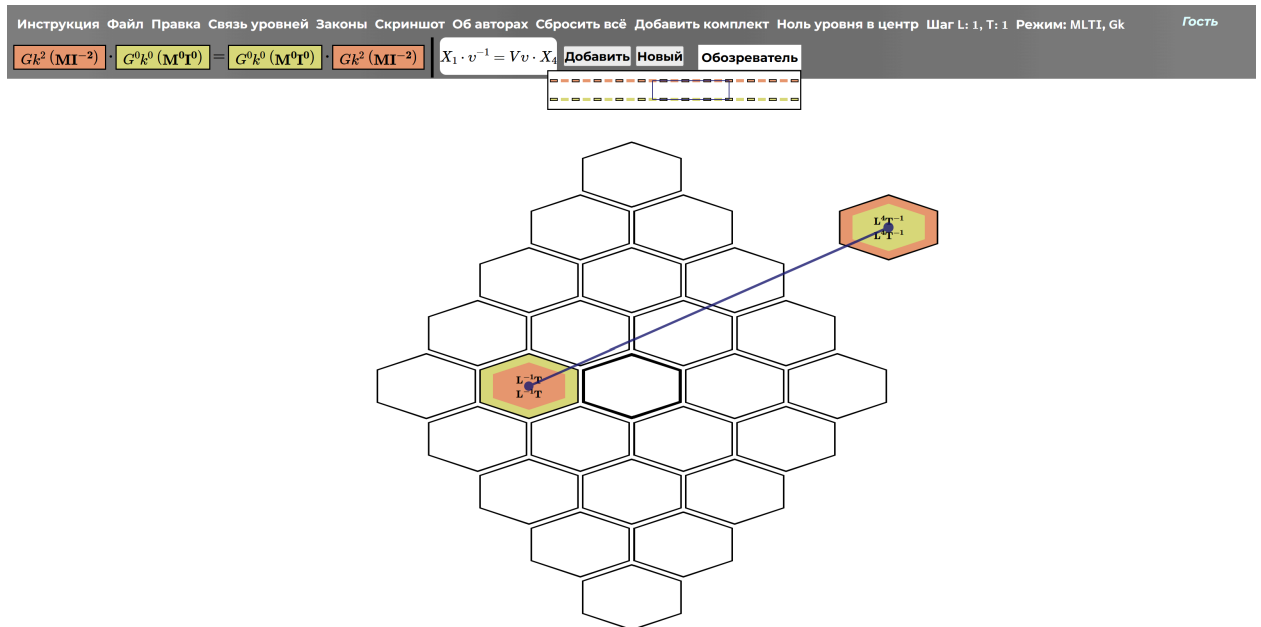


Рисунок 205 — Выбрана четвёртая физическая величина

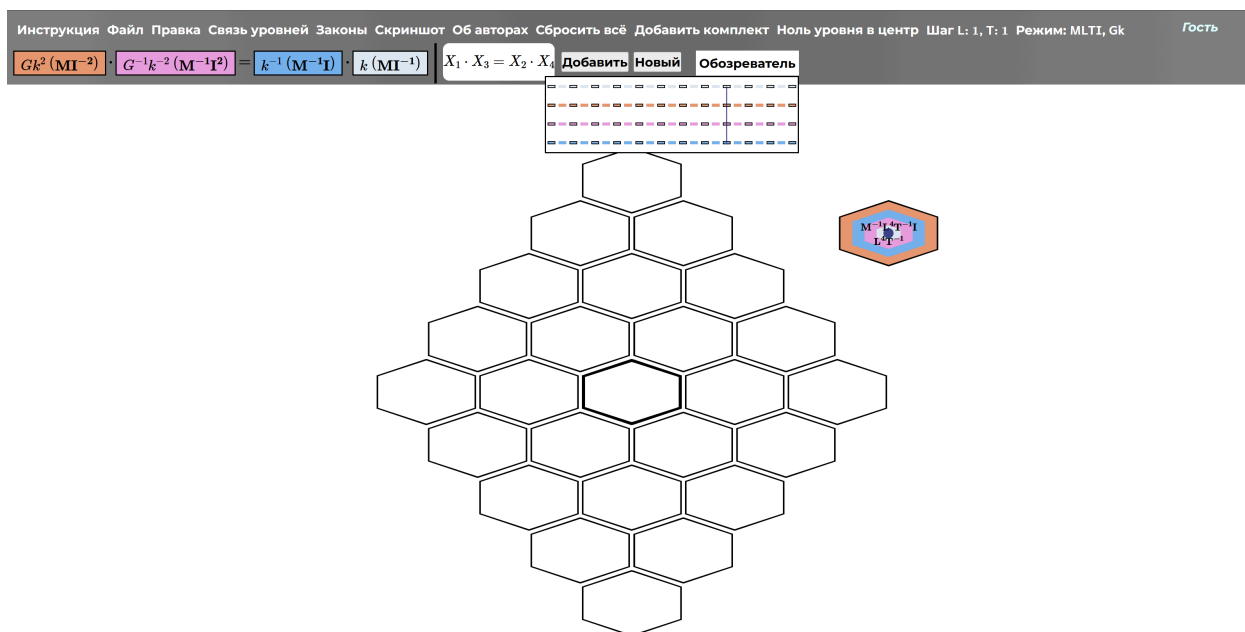


Рисунок 206 — Выбрана четвёртая физическая величина

Получились закономерности по *правилу выделенного параллелограмма*, содержащее всех ячеек, кроме выбранных, скрылось, в каждом случае *слева* от линейки стандартных и созданных кластеров — наглядный демонстратор системной связи.

В случае *некорректного* построения после выбора *четвёртой* физической величины будет предложено выбрать её повторно необязательно из того же кластера, допускается выбрать другой.

4.6.5. Добавить

Рассмотрим успешное построение закономерности, см. рисунок 207.

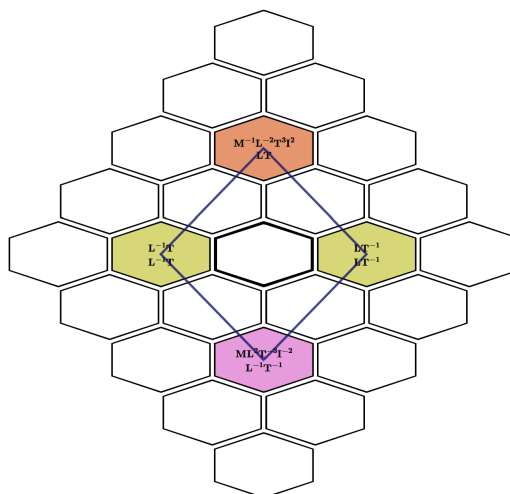


Рисунок 207 — Успешное построение закономерности

В белой области справа от наглядного демонстратора системной связи появилась формула полученной закономерности. Для записи формулы в *базу данных* требуется нажать кнопку «Добавить», справа от вышеописанной области, она подсвечивается *светло-фиолетовым* цветом при наведении курсора. Далее будет показано, где появится добавленная закономерность.

4.6.6. Новый

Рассмотрим успешное построение закономерности, построенной на *открытых* в процессе построения ячейках, см. рисунок 208.

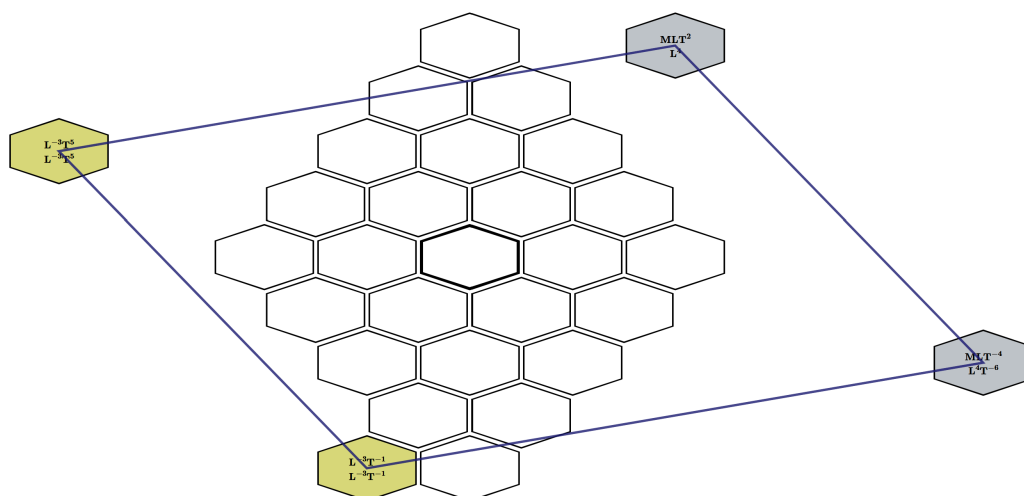
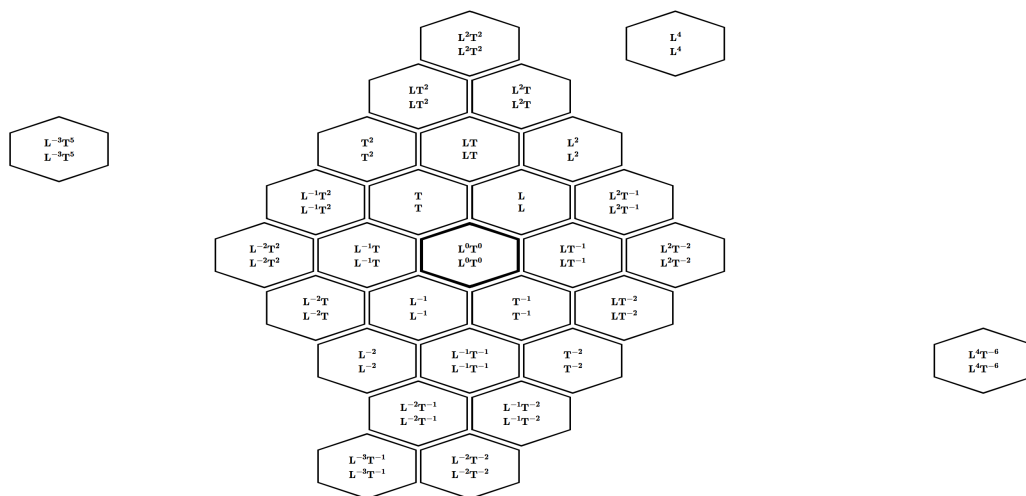


Рисунок 208 — Успешное построение закономерности, построенной на открытых в процессе построения ячейках

Предположим, в основной области рабочего пространства открыты ячейки, которые нужны для следующих построений. Чтобы *сохранить открытые ячейки и начать новое построение*, требуется нажать кнопку «Новый» слева от интерактивной области *обозревателя*, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом при наведении курсора, см. рисунок 209. Созданные кластеры в процессе предыдущего построения также сохранятся после нажатия вышеописанной кнопки.



4.6.7. Визуализация (только в режиме «MLT»)

Инструкция
Файл
Правка
Связь уровней
Законы
Скриншот
Об авторах
Сбросить всё
Добавить в центр
Шаг L: 1, T: 1
Режим: MLT, G
Гость

$G(M^{-1}) \cdot G^{-1}(M) = G^{\frac{1}{2}}(M^{-\frac{1}{2}}) \cdot G^{-\frac{1}{2}}(M^{\frac{1}{2}})$

$X_1 \cdot X_3 = X_2 \cdot X_4$
Визуализация
Добавить
Новый
Обозреватель

155

Как было пояснено в первом разделе, системе ФВиЗ в **MLT**-размерностном представлении существует три независимых размерностных символа: **M**, **L**, **T**. Размерность любой физической величины в данном представлении: $\mathbf{M}^z \mathbf{L}^x \mathbf{T}^y$.

Упорядоченный набор степеней при размерностных символах можно считать координатами физической величины в *трёхмерном пространстве размерностей*. Степень при **L** отложим по оси Ox , при **T** — по оси Oy , при **M** — по оси Oz .

Закономерность в системах ФВиЗ — это *соединяющая* физических величин, на которых она построена. Таким образом, если каждой физической величине (а точнее её размерности) соответствует *точка* в трёхмерном пространстве, обязательно найдётся объект (*плоскость для правила выделенного параллелограмма и линия для правила выделенной линии*), соединяющий несколько таких физических величин.

Для визуализации закономерности в трёхмерном пространстве размерностей, требуется нажать кнопку «Визуализация», справа от белой области, в которой представлена формула полученной закономерности, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом при наведении курсора, откроется новая страница с возможностью интерактивного взаимодействия, см. рисунок 211.

Ось x — синяя, ось y — красная, ось z — зелёная; $\dim(X) = \mathbf{M}^z \mathbf{L}^x \mathbf{T}^y$, X — некоторая физическая величина

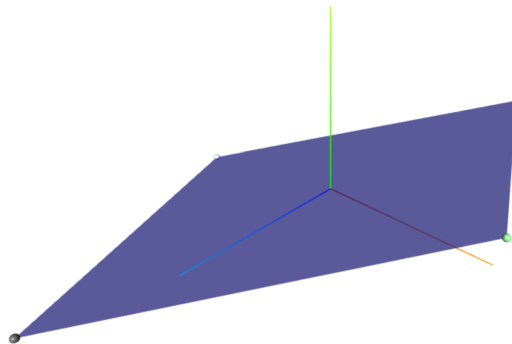


Рисунок 211 — Визуализация закономерности, построенной по правилу выделенного параллелограмма, в трёхмерном пространстве размерностей

Рассмотрим визуализацию закономерности, построенной *по правилу выделенной линии*, см. рисунок 212.

Ось x — синяя, ось y — красная, ось z — зелёная; $\dim(X) = \mathbf{M}^1\mathbf{L}^1\mathbf{T}^0$, X — некоторая физическая величина

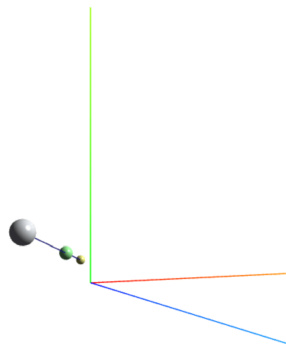


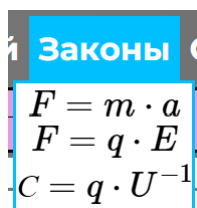
Рисунок 212 — Визуализация закономерности, построенной по правилу выделенной линии, в трёхмерном пространстве размерностей

Таким образом, формулируем вывод: корректные закономерности, связывающие *четыре* физические величины, образуют **плоскости**, точки (размерности физических величин, её образующие) которых соединяются в *параллелограммы*, а корректные закономерности, связывающие *три* физические величины, образуют **линии**.

4.7. Законы

После нажатия ранее описанной кнопки «Добавить» формула закономерности добавляется в базу данных. Для просмотра всех сохранённых формул закономерностей, требуется **навести курсор** на область интерфейса рабочего пространства системы с названием: «**Законы**», она подсветится *голубым* цветом, появится белая область с формулами сохранённых закономерностей, по умолчанию в базы данных (это

две *разные* базы данных) записаны по *три* закономерности для режимов «**MLTI**» и «**MLT**», см. рисунок 213, рисунок 214.



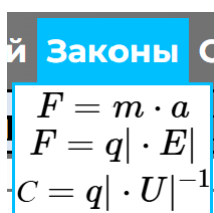
Законы

$$F = m \cdot a$$

$$F = q \cdot E$$

$$C = q \cdot U^{-1}$$

Рисунок 213 — Сохранённые по умолчанию формулы закономерностей в четырёх-
размерностном режиме



Законы

$$F = m \cdot a$$

$$F = q| \cdot E|$$

$$C = q| \cdot U|^{-1}$$

Рисунок 214 — Сохранённые по умолчанию формулы закономерностей в трёхразмер-
ностном режиме

5. Взаимодействие с базой данных

В ИС ФВиЗ помимо баз данных закономерностей, созданы базы данных физических величин для режимов «MLTI» и «MLT» (это две *разные* базы данных). Названные базы данных нужны для просмотра информации о физических величинах, *размерности* которых оказались нужными для построения закономерностей.

Для *просмотра информации* об интересующей физической величине, *размерность* которой оказалась нужна, требуется **навести курсор** на ячейку с нужной размерностью и нажать на неё **правой** кнопкой мыши (до этого под всеми нажатиями подразумевались нажатия **левой** кнопки мыши), появится окно с информацией, см. рисунок 215.

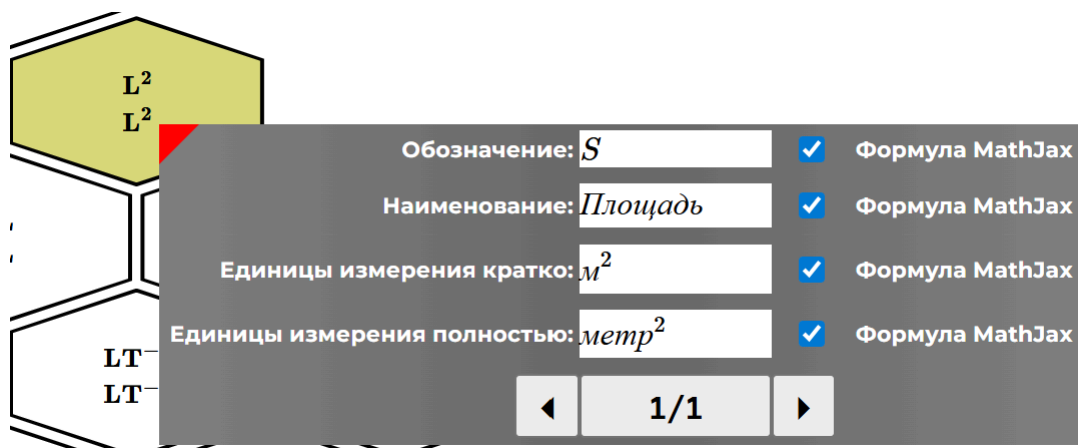


Рисунок 215 — Просмотр информации физической величины

5.1. Обозначение

Предусмотрена возможность редактирования.

5.2. Наименование

Предусмотрена возможность редактирования.

5.3. Единицы измерения кратко

Предусмотрена возможность редактирования.

5.4. Единицы измерения полностью

Предусмотрена возможность редактирования.

5.5. Сохранение данных, проход по данным

Некоторые размерности имеют не одну соответствующую физическую величину. Для таких случаев предусмотрена возможность прохода по данным.

Несмотря на объёмность созданных баз данных, может понадобиться добавление новой информации или редактирование стандартной.

5.5.1. Следующие данные

Для просмотра *следующего* комплекта данных требуется нажать на кнопку с изображением треугольника, указывающего *вправо*, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом при наведении курсора, см. рисунок 216.

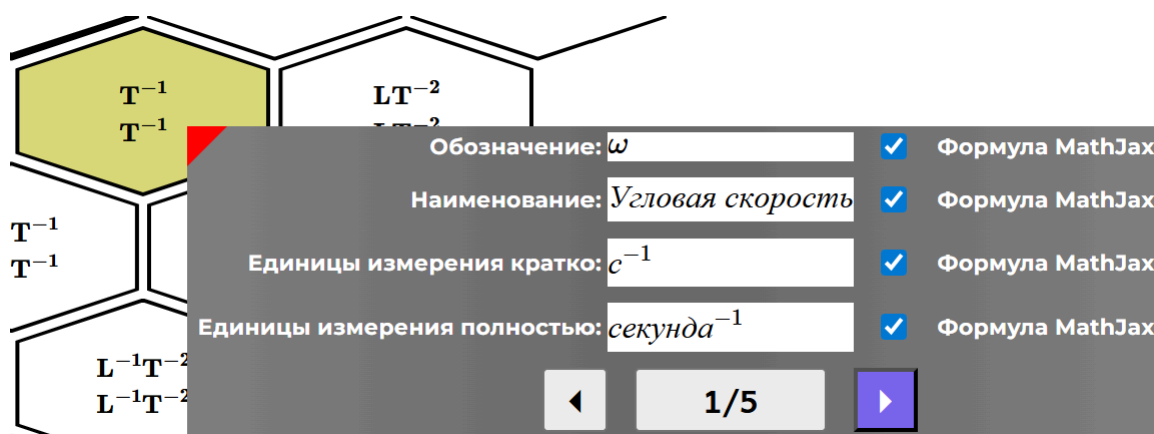


Рисунок 216 — Кнопка для просмотра следующего комплекта данных

После нажатия вышеописанной кнопки данные в текстовых полях и надпись в кнопке *слева* от рассматриваемой изменятся, см. рисунок 217.

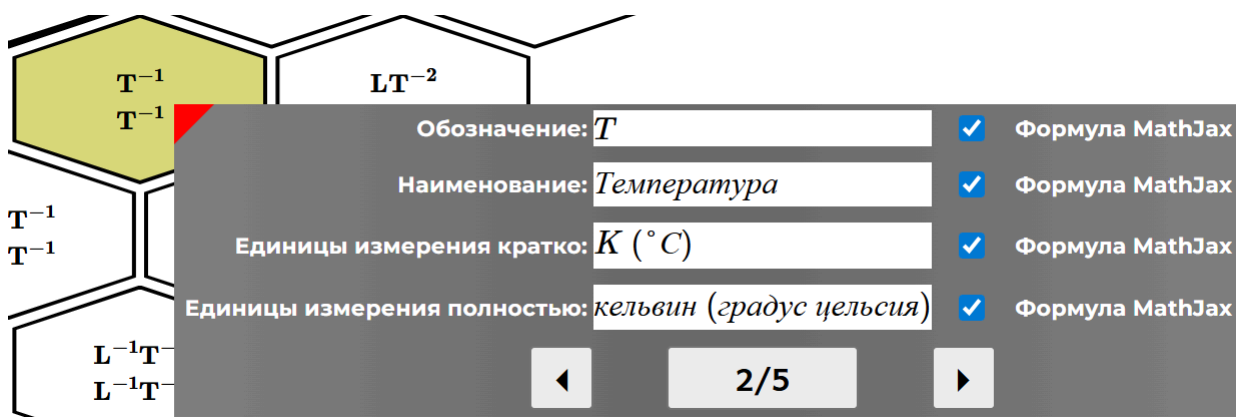


Рисунок 217 — После смены комплекта данных на следующий

Рассмотрим запись «2/5» в кнопке *слева* от рассматриваемой:

- 2 — номер представленного комплекта данных в списке всех комплектов данных для данной размерности;
- 5 — количество всех комплектов данных для данной размерности.

В случае закрытия окна при повторном его появлении в текстовых полях будет представлен выбранный комплект данных.

5.5.2. Предыдущие данные

Для просмотра *предыдущего* комплекта данных требуется нажать на кнопку с изображением треугольника, указывающего *влево*, она подсветится *светло-фиолетовым* цветом при наведении курсора, см. рисунок 218.

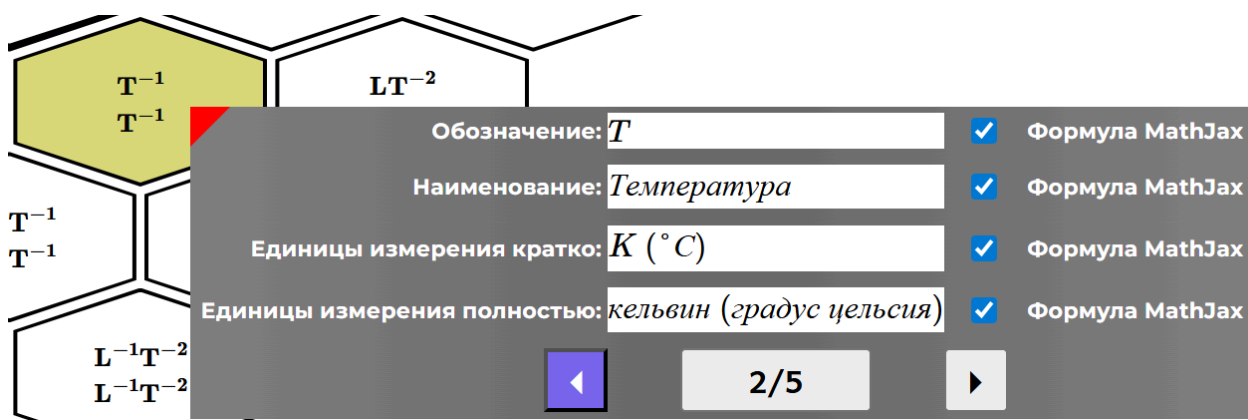


Рисунок 218 — Кнопка для просмотра предыдущего комплекта данных

После нажатия вышеописанной кнопки данные в текстовых полях и надпись в кнопке *справа* от рассматриваемой изменятся, см. рисунок 219.

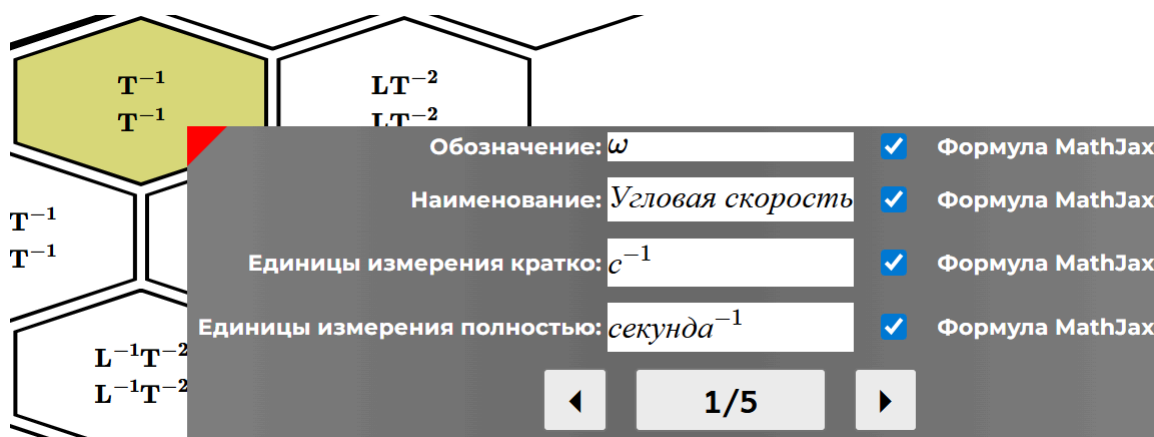


Рисунок 219 — После смены комплекта данных на предыдущий

Рассмотрим запись «1/5» в кнопке *справа* от рассматриваемой:

- 1 — номер представленного комплекта данных в списке всех комплектов данных для данной размерности;
- 5 — количество всех комплектов данных для данной размерности.

В случае закрытия окна при повторном его появлении в текстовых полях будет представлен выбранный комплект данных.

5.5.3. Редактирование, сохранение

Для *редактирования* и *создания* новых комплектов данных требуется, чтобы *справа* от текста для исправления был пустой квадратик (без галочки), тогда надпись *справа* от данного квадратика будет: «**Ввод**», см. рисунок 220.

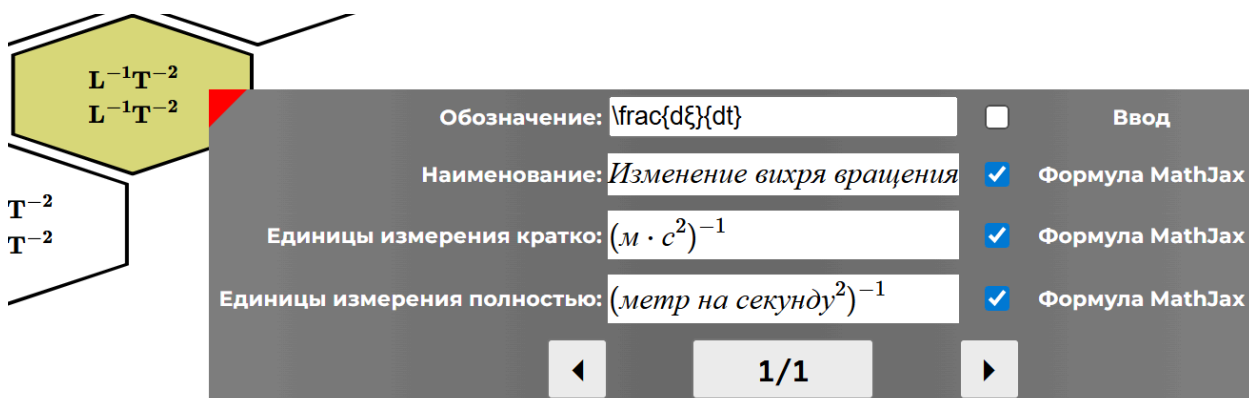


Рисунок 220 — Поле "Обозначение" в состоянии редактирования

По окончании редактирования следует нажать на вышеописанный пустой квадратик, чтобы в нём появилась галочка, состояние *редактирования* изменится на состояние *показа*.

Для вывода обыкновенных дробей, не латинских символов и т. п. применяется математический синтаксис системы компьютерной вёрстки $\text{\LaTeX}$ без символов математического окружения $\$ \$ \dots \$ \$$.

Для *сохранения* отредактированных или новых комплектов данных, требуется нажать на кнопку с надписью «.../...», она подсветится *светло-фиолетовым* цветом при наведении курсора, см. рисунок 221.

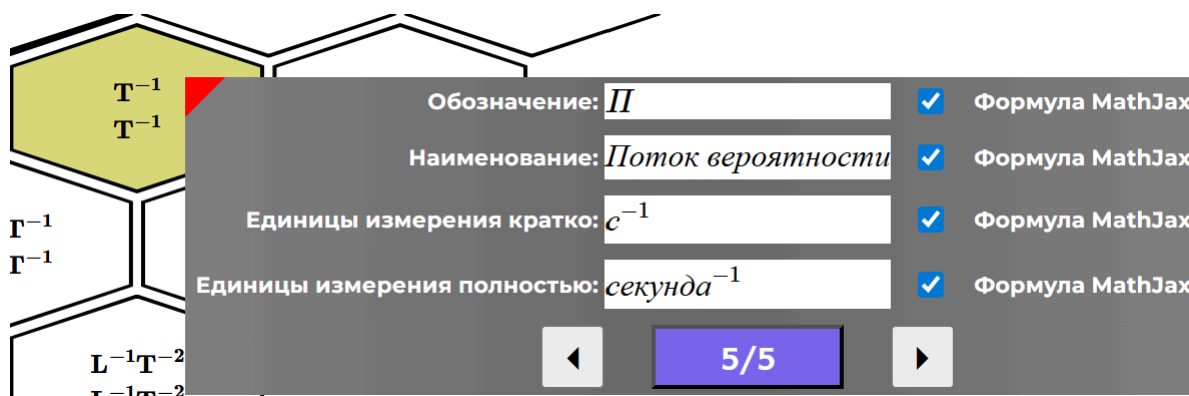


Рисунок 221 — Сохранение отредактированных или новых комплектов данных

После сохранения в случае закрытия окна, при повторном его появлении в текстовых полях будет представлен отредактированный или вновь созданный комплект данных.