

## МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

---

DOI: 10.24888/2500-1957-2024-1-76-86

УДК  
378.147

**ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОМЕРНОЙ МОДЕЛИ ДАННЫХ К  
ИССЛЕДОВАНИЮ КОМБИНАТОРНЫХ СОСТОЯНИЙ СИСТЕМ**

**Богун Виталий Викторович**  
к.п.н., доцент  
vvtital@mail.ru  
г. Ярославль

Ярославский государственный  
педагогический университет  
им. К.Д. Ушинского

**Аннотация.** При изучении комбинаторики как неотъемлемой составляющей математических основ обработки информации рассматриваются различные варианты классификации комбинаций, как правило, реализуемых с помощью различных схем. Однако подобная классификация не строится на применении бинарного способа представления информации и исследовании многомерной модели данных, что изначально приводит к вопросу о корректности получения всех возможных вариантов комбинаций в рамках имеющейся классификации. Построение многомерной модели реализации комбинаторных состояний должно базироваться на учете трёх измерений с точки зрения выделяемых параметров процесса в рамках формирования различных комбинаций (классификация по учетам повторов объектов, наличия полного набора объектов и порядка расположения объектов в выборке), которые также можно получить при формировании макета таблицы истинности для трех логических аргументов, графически представляемой в виде бинарного куба, и в процессе при реализации многомерного анализа данных с точки зрения рассмотрения гиперкуба или OLAP-куба.

**Ключевые слова:** интеллектуальная обработка данных, комбинаторика, классификация комбинаций, гиперкуб, OLAP-куб, макеты таблиц истинности.

### **Введение**

В рамках изучения комбинаторики как раздела математики ключевой особенностью при решении задач является распознавание определенного вида комбинации на основе имеющейся классификации. Однако данная классификация, представленная в литературе и в рамках преамбулы данной статьи, не является полной. Она рассматривается сугубо с математической точки зрения, не отражая информационную составляющую возможной классификации через призму, с одной стороны, вопросов кодирования информации с использованием двоичного кода, с другой стороны, вопросов многомерного анализа данных, что полноценно рассматривается в рамках предложенного автором подхода, приводящего к реализации полноценной системы возможной классификации комбинаций.

Целью статьи является наглядное представление интеграционных механизмов между математическими и информационными дисциплинами через призму применения двоичного представления информации с точки зрения формирования макетов таблиц истинности и многомерного анализа данных с точки зрения применения OLAP-кубов для реализации

полноценного анализа конечного множества различных вариантов комбинаций объектов, предметов или элементов конечного множества данных сущностей.

### Основная часть

Как известно, под комбинаторикой понимается раздел математики, в котором изучаются задачи выбора определенного количества объектов из заданного множества в зависимости от выбранных условий формирования определенных комбинаций или выборок. Остановимся на рассмотрении так называемых перечислительных задач, цель которых заключается в реализации количественного решения задачи с точки зрения определения количества комбинаций, которые можно составить из элементов, предметов или объектов конечного множества с точки зрения учета обозначенных условий формирования отдельно взятой конкретной выборки (Павленкова Е.В., Чекмарев Д.Т., 2012, Елисеев, 2015).

В общем случае разделяют выборки без повторений элементов, предметов или объектов (рассматриваемая система не изменяет своего первоначального состояния, поскольку осуществляется ее возврат в исходное состояние) или с повторениями элементов, предметов или объектов (рассматриваемая система изменяет своё первоначальное состояние, поскольку не осуществляется ее возврат в исходное состояние) (Григорьев-Голубев, 2021).

Можно записать следующие общие правила определения количества возможных комбинаций для выборок предметов без повторений [с повторениями] (Матвеева, 2014):

1. **Перестановки** (составление комбинаций из всех предметов сразу, которые меняются местами друг с другом) – выборки, составленные из одних и тех же различных [периодически одинаковых]  $n$ -элементов, которые отличаются друг от друга только порядком их расположения в выборке:

$$P_n = n! \left[ \bar{P}_{n_1; n_2, \dots, n_n} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_n!} \right].$$

2. **Размещения** (составление комбинаций не из всех предметов сразу с учетом порядка расположения) – соединения, составленные из различных [периодически одинаковых]  $n$ -элементов по  $m$ -элементам, которые отличаются друг от друга не только составом элементов, но и порядком их расположения в выборке:

$$A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!} \left[ \bar{A}_n^m = n^m \right].$$

3. **Сочетания** (составление комбинаций не из всех предметов сразу без учета порядка расположения) – соединения, составленные из различных [периодически одинаковых]  $n$ -элементов по  $m$ -элементам, которые отличаются друг от друга только составом элементов без учета порядка их расположения в выборке:

$$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!} \left[ \bar{C}_n^m = \frac{(n+m-1)!}{m!(n-1)!} \right].$$

Можно представить подобные варианты классификации различных видов комбинаций выборок в табличном виде (таблица 1) или в рамках графической интерпретации (рис. 1).

Таблица 1. Классификация различных видов комбинаций

Варианты выборок (Названия выборок)	Выборки без повторений элементов в выборке	Выборки с повторениями элементов в выборке
Перестановки	$P_n = n!$	$\bar{P}_{n_1, n_2, \dots, n_n} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_n!}$
Размещения	$A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$	$\bar{A}_n^m = n^m$
Сочетания	$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$	$\bar{C}_n^m = \frac{(n+m-1)!}{m!(n-1)!}$

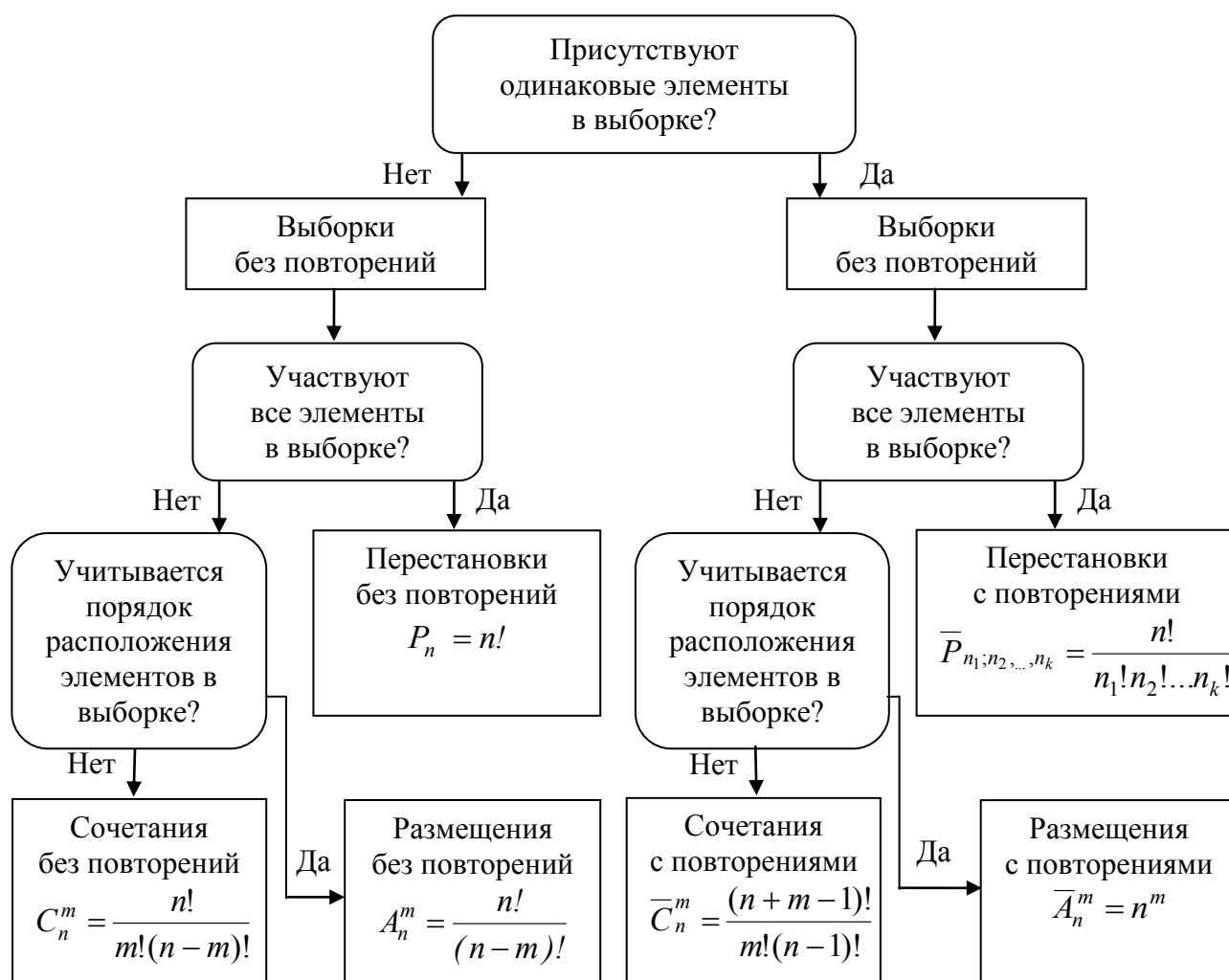


Рис. 1. Классификация различных видов комбинаций в виде дерева

Однако представленный вариант классификации комбинаций выборок не является полным с информационной точки зрения, поскольку, с одной стороны, не учитывает реализацию вопросов кодирования соответствующей информации с применением двоичного кода, с другой стороны, не учитывает особенности выполнения полноценного многомерного анализа данных.

Рассмотрим сначала вопросы реализации двоичного представления информации с точки зрения выполнения логических операций в рамках построения таблиц истинности. Как известно, под логическим высказыванием понимается любое повествовательное

предложение, в отношении которого можно однозначно сказать, ложно оно (двоичный ноль, «false») или истинно (двоичная единица, «true»). Под логической или булевой функцией понимается функция от одного или более логических аргументов (переменных), которая может принимать только одно из двух логических значений: 0 (двоичный ноль, «ложь», «false») или 1 (двоичная единица, «истина», «true»), при этом логический аргумент (каждый из логических аргументов) логической функции также может принимать только одно из обозначенных логических значений (В. А. Феофанова, В. И. Воротников, 2013, Семенова, 2023).

Общий вид логической функции, содержащей  $n$  логических аргументов:

$$Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

где:

$Y$  – логическая или бинарная функция в общем случае от нескольких логических или булевых аргументов,

$X_1, X_2, \dots, X_n$  – совокупность логических или бинарных аргументов, входящих в запись логической функции.

Для анализа логических высказываний в цифровой форме реализуются логические операции с точки зрения формирования таблиц истинности. Согласно определению, таблица истинности логической формулы выражает соответствие между всевозможными наборами значений переменных и значениями логической формулы.

Количество возможных сочетаний значений логических аргументов определяется согласно обозначенной выше комбинаторной формуле размещений с повторениями:

$$\bar{A}_n^m = n^m,$$

где:

$\bar{A}_n^m$  – общее количество различных комбинаций,

$n$  – количество возможных вариантов для одного элемента (ячейки или логического аргумента),

$m$  – количество элементов (ячеек или логических аргументов).

Поскольку логическая переменная может иметь только одно из двух логических значений (0 или 1), то получим количество различных вариантов:  $\bar{A}_n^m = 2^m$ .

Ниже в рамках таблицы 2 представлены реализации макетов таблиц истинности для одной, двух и трех логических аргументов с учетом возможной их графической интерпретации в виде бинарного отрезка прямой (одно измерение), бинарного квадрата на плоскости (два измерения) или куба в пространстве (три измерения) соответственно.

Для получения корректно составленной последовательности значений логических аргументов необходимо для каждой последующей переменной разделять согласно методу дихотомии (пополам) промежутки значений для предыдущей переменной (отражены в виде выделенных цветов заливки ячеек таблицы диапазонов).

Таблица 2. Модели таблиц истинности

Количество логических аргументов функции	Количество различных вариантов совокупности значений логических аргументов	Макет таблицы истинности для указанного количества аргументов логической функции	Графическое представление макета таблицы истинности для указанного количества аргументов логической функции						
Один логический аргумент ( $n = 1$ )	$\bar{A}_n^m = \bar{A}_2^1 = 2^1 = 2$	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><math>X_1</math></td> <td><math>Y = F(X_1)</math></td> </tr> <tr> <td>0</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>...</td> </tr> </table>	$X_1$	$Y = F(X_1)$	0	...	1	...	
$X_1$	$Y = F(X_1)$								
0	...								
1	...								

**МЕТОДОЛОГИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ЭПОХУ  
ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ**

Два логических аргумента ( $n = 2$ )	$\bar{A}_n^m = \bar{A}_2^2 = 2^2 = 4$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px 10px;"><math>X_1</math></th> <th style="padding: 2px 10px;"><math>X_2</math></th> <th style="padding: 2px 10px;"><math>Y = F(X_1, X_2)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> </tbody> </table>	$X_1$	$X_2$	$Y = F(X_1, X_2)$	0	0	...	0	1	...	1	0	...	1	1	...																						
$X_1$	$X_2$	$Y = F(X_1, X_2)$																																					
0	0	...																																					
0	1	...																																					
1	0	...																																					
1	1	...																																					
Три логических аргумента ( $n = 3$ )	$\bar{A}_n^m = \bar{A}_2^3 = 2^3 = 8$	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px 10px;"><math>X_1</math></th> <th style="padding: 2px 10px;"><math>X_2</math></th> <th style="padding: 2px 10px;"><math>X_3</math></th> <th style="padding: 2px 10px;"><math>Y = F(X_1, X_2, X_3)</math></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">0</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> <tr><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">1</td><td style="padding: 2px 10px;">...</td></tr> </tbody> </table>	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y = F(X_1, X_2, X_3)$	0	0	0	...	0	0	1	...	0	1	0	...	0	1	1	...	1	0	0	...	1	0	1	...	1	1	0	...	1	1	1	...	
$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y = F(X_1, X_2, X_3)$																																				
0	0	0	...																																				
0	0	1	...																																				
0	1	0	...																																				
0	1	1	...																																				
1	0	0	...																																				
1	0	1	...																																				
1	1	0	...																																				
1	1	1	...																																				

Остановимся подробнее на технологии анализа данных, которая является очень актуальной в настоящее время при обработке большого количества информационных массивов данных применительно к исследованиям в рамках различных предметных областей. При анализе определенной отдельно взятой предметной области исследования необходимо наличие количественной информации, взятой для различных параметров процесса с точки зрения построения зависимостей между данными параметрами, под каждое из которых отводится свое собственное измерение, представляющее собой последовательность значений исследуемого параметра явления или процесса, протекающего и исследуемого в рамках обозначенной предметной области (технология OLAP). Именно наличие обозначенного множества измерений по каждому из факторов процесса или явления предполагает представление данных в виде так называемой многомерной модели данных, по измерениям в рамках которой и откладываются числовые или значения параметров, относящиеся к анализируемой предметной области.

«Согласно Кодду, под многомерным концептуальным представлением понимается множественная перспектива, состоящая из нескольких независимых измерений, вдоль которых могут быть проанализированы определенные числовые или иные совокупности данных. При этом одновременный анализ значений по нескольким независимым измерениям определяется как многомерный анализ» (Барсегян, 2009).

На рис. 2 представлена многомерная модель (три измерения) данных применительно к исследованию трех независимых измерений, на пересечениях осей которых располагаются данные, количественно характеризующие анализируемые факты или меры. Подобную многомерную модель данных можно представить в виде трехмерного гиперкуба, ребрами которого являются измерения, а ячейки – непосредственно количественные значения мер.

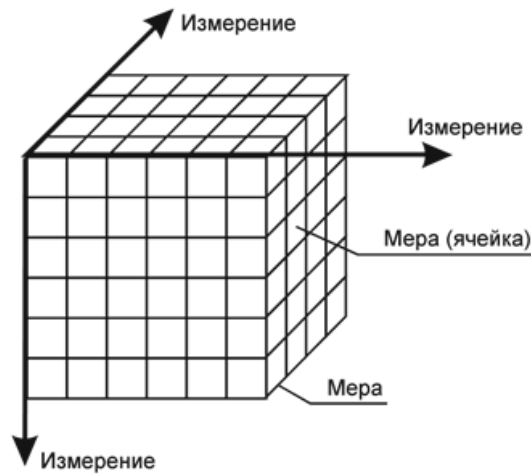
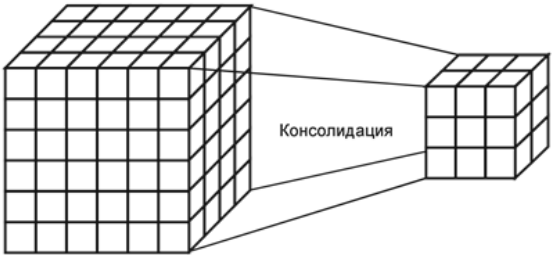
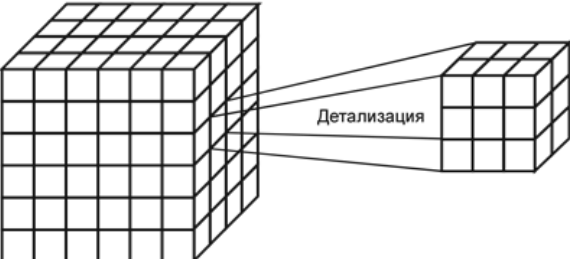


Рис. 2. Многомерная (трехмерная) модель данных (гиперкуб)

В таблице 3 представлены основные операции с данными, которые можно реализовать в рамках представленной в виде гиперкуба многомерной модели.

Таблица 3. Операции над данными в гиперкубе

Наименование операции над данными в гиперкубе	Описание операции на данными в гиперкубе	Графическое представление операции над данными в гиперкубе
Срез	Формирование конечного подмножества многомерного массива данных, соответствующего единственному значению одного или нескольких элементов измерений, не входящих в это подмножество (двумерная проекция куба)	<p>The diagram shows a 3D grid on the left. A horizontal line is drawn across one of its axes, labeled 'Фиксированное значение' (Fixed value). A vertical plane, labeled 'Срез' (Slice), passes through the grid at this fixed value. On the right, a 2D grid represents the resulting slice.</p>
Вращение	Изменение расположения измерений, представленных в отчете или на отображаемой странице (вращение куба)	<p>The diagram shows two 3D grids. The left grid has axes labeled 'Измерение1' (up-right), 'Измерение2' (right), and 'Измерение3' (down). An arrow labeled 'Вращение' (Rotation) points to the right grid. The right grid has axes labeled 'Измерение2' (up-right), 'Измерение1' (right), and 'Измерение3' (down), showing a rotation of the cube.</p>

Консолидация	Определяется переход вверх по направлению от детального представления данных к агрегированному	
Детализация	Определяется переход вниз по направлению от агрегированного представления данных к детальному	

Теперь рассмотрим полноценный вариант классификации комбинаций выборок через призму информационного подхода, заключающегося в опоре, во-первых, на вопросы кодирования информации с применением двоичного кода, во-вторых, на особенности выполнения полноценного многомерного анализа данных.

В частности, при рассмотрении различных вариантов классификации выборок могут применяться следующие три размерности, отражающие истинные или ложные значения соответствующих логических или числовых аргументов соответствующих рассматриваемых функций:

1. Отсутствие (0) или наличие (1) повторов объектов в выборке;
2. Отсутствие (0) или наличие (1) полного набора объектов в выборке;
3. Отсутствие (0) или наличие (1) порядка расположения объектов в выборке.

Реализация указанных выше мер с точки зрения классификации комбинаций можно отразить как в рамках макета таблицы истинности (таблица 4), так и в рамках прообраза консолидированной таблицы данных (таблица 5), что способствует выявлению полного набора различных вариантов комбинаций через появление названных автором монокомбинаций без повторов или с повторениями.

*Таблица 4. Применение макета таблицы истинности к классификации комбинаций*

Мера $X_1$ (повтор объектов)	Мера $X_2$ (полный набор объектов)	Мера $X_3$ (порядок расположения объектов)	Наименование комбинации	Формула комбинаторики
0	0	0	Сочетания без повторов	$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$
0	0	1	Размещения без повторов	$A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$
0	1	0	Монокомбинация без повторов	1

0	1	1	Перестановки без повторений	$P_n = n!$
1	0	0	Сочетания с повторениями	$\bar{C}_n^m = \frac{(n+m-1)!}{m!(n-1)!}$
1	0	1	Размещения с повторениями	$\bar{A}_n^m = n^m$
1	1	0	Монокомбинация с повторениями	1
1	1	1	Перестановки с повторениями	$\bar{P}_{n_1; n_2, \dots, n_n} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_n!}$

Таблица 5. Применение консолидации данных к классификации комбинаций

Признак $X_2$ (полный набор объектов)	Признак $X_3$ (порядок расположения объектов)	Наименование комбинации	Признак $X_1$ (повтор объектов)	
			Выборки без повторений	Выборки с повторениями
Выборки из всех элементов	Не учитывается порядок расположения элементов	Монокомбинации	1	1
	Учитывается порядок расположения элементов	Перестановки	$P_n = n!$	$\bar{P}_{n_1; n_2, \dots, n_n} = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_n!}$
Выборки из части элементов	Учитывается порядок расположения элементов	Размещения	$A_n^m = \frac{n!}{(n-m)!}$	$\bar{A}_n^m = n^m$
	Не учитывается порядок расположения элементов	Сочетания	$C_n^m = \frac{n!}{m!(n-m)!}$	$\bar{C}_n^m = \frac{(n+m-1)!}{m!(n-1)!}$

Таким образом, каждый из логических аргументов (переменных) логической функции можно ассоциировать с факторами, влияющими на получение представленного выше набора вариантов классификации комбинаций, поэтому их совместную реализацию как раз и можно представить в виде булева или бинарного куба, представленного на рис. 3, вершинами которого являются соответствующие таблице 4 варианты видов комбинаций.

Что касается многомерной (трехмерной модели данных), представляемой в рамках трех измерений в рамках гиперкуба, то его реализацию применительно к получаемой классификации комбинаций можно увидеть на рис. 4 ниже.

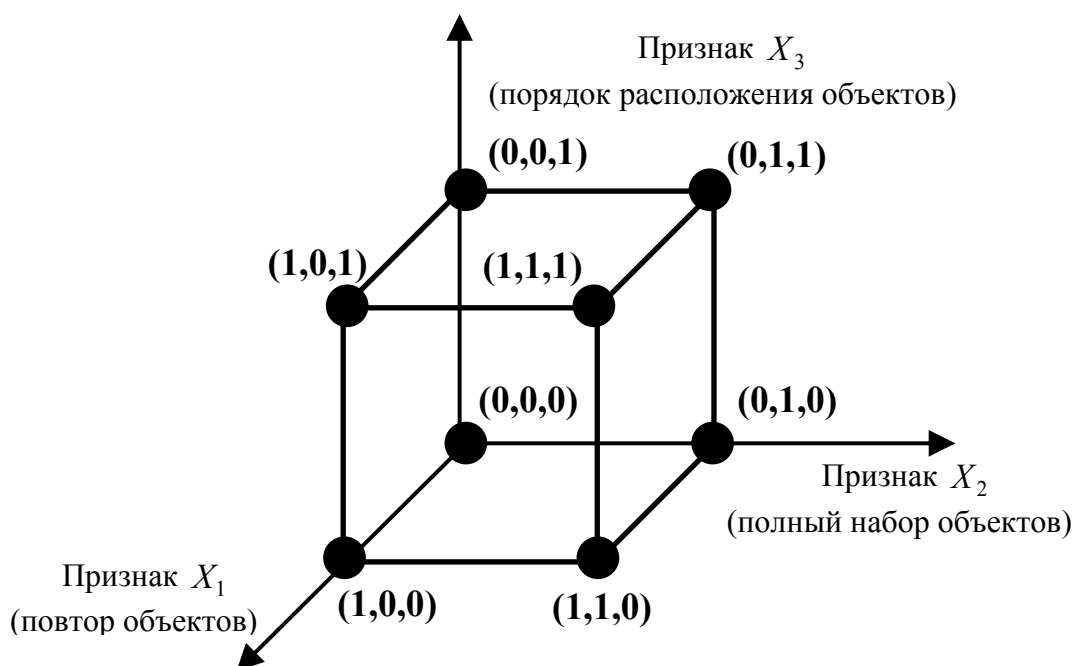


Рис. 3. Булев или бинарный куб

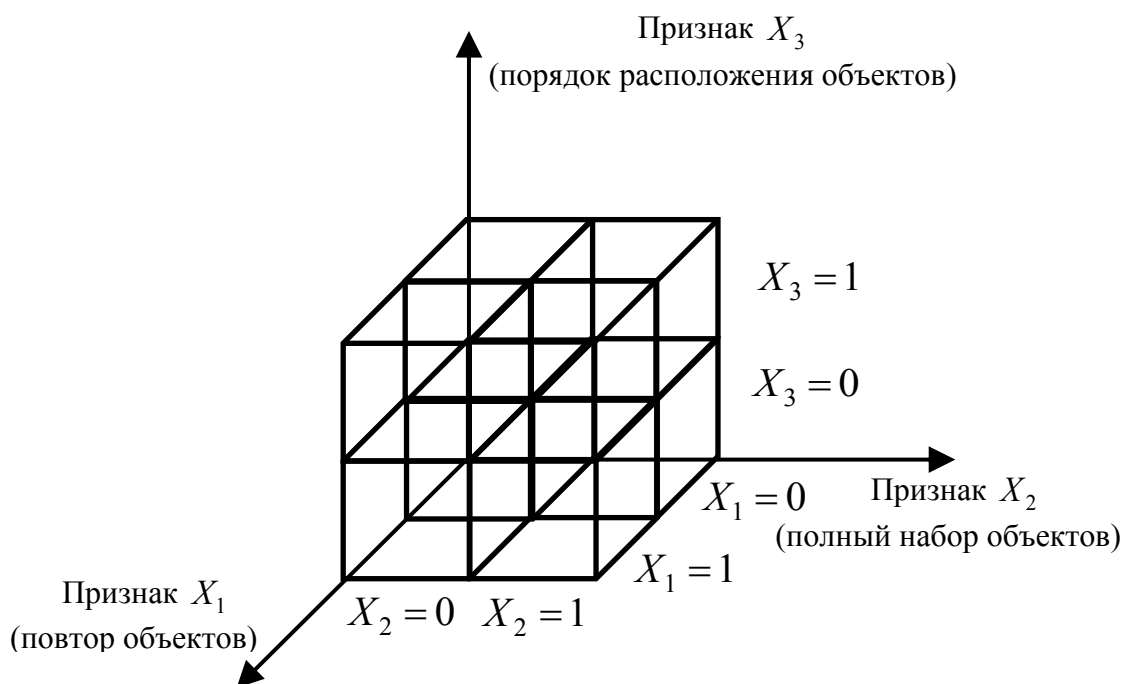


Рис. 4. Многомерная модель данных в виде гиперкуба

### Заключение

В статье наглядным образом показано применение информационных компонентов с точки зрения реализации двоичного представления информации и многомерного анализа данных для составления полноценной классификации конечного множества различных вариантов комбинаций объектов, предметов или элементов, входящих в конечное множество данных исследуемых сущностей.

Построение многомерной модели реализации комбинаторных состояний должна базироваться на учете трех измерений с учетом выделяемых параметров процесса в рамках формирования различных комбинаций (классификация по учетам повторов объектов, наличия полного набора объектов и порядка расположения объектов в выборке), которые также можно получить при формировании макета таблицы истинности для трех логических аргументов, графически представляемой в виде бинарного куба, и в процессе при реализации многомерного анализа данных с точки зрения рассмотрения гиперкуба или OLAP-куба.

### Список литературы

- Барсегян А.А. Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, И.И. Холод, М.Д. Тесс, С.И. Елизаров. 3-е изд., перераб. и доп. СПб: БХВ-Петербург, 2009. (Учебная литература для вузов)
- Григорьев-Голубев В. В. Теория вероятностей и математическая статистика. Руководство по решению задач: учебник / В.В. Григорьев-Голубев, Н.В. Васильева, Е.А. Кротов. 2-е изд., испр. и доп. СПб: БХВ-Петербург, 2021. (Учебная литература для вузов).
- Елисеев Е.М. Основы математической обработки информации: проектно-ориентированный подход. Учебно-методическое пособие. Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2015.
- Матвеева А.М. Основы математической обработки информации: учебное пособие / А.М. Матвеева, Т.Н. Глухова, Д.А. Абриков. Чебоксары: Чуваш. гос. пед. ун-т, 2014.
- Павленкова Е.В., Чекмарев Д.Т. Сборник задач по дискретной математике. Электронное учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012.
- Семенова И.В. Булева алгебра и ее применение при построении математических моделей: учебное пособие. Самара: Издательство Самарского университета, 2023.
- Феофанова В.А., Воротников В.И. Дискретная математика: учебно-метод. пособие. Нижний Тагил: НТИ (филиал) УрФУ, 2013.

## APPLICATION OF A MULTIDIMENSIONAL DATA MODEL TO THE STUDY OF COMBINATORIAL STATES OF SYSTEMS

**Bogun V. V.**  
Ph.D. (Pedagogy), associate Professor  
vvvital@mail.ru  
Yaroslavl

Yaroslavl State Pedagogical University named  
after K.D. Ushinsky

**Abstract.** When studying combinatorics as an integral part of the mathematical foundations of information processing, various options for classifying combinations, as a rule, implemented with the help of various schemes, are considered. However, such a classification is not based on the use of a binary method of presenting information and the study of a multidimensional data model, which initially leads to the question of the correctness of obtaining all possible combinations within the existing classification. The construction of a multidimensional model for the implementation of combinatorial states should be based on taking into account three dimensions from the point of view of the selected process parameters within the framework of the formation of various combinations (classification by taking into account the repetition of objects, the presence of a complete set of objects and the order of objects in the sample), which can also be obtained by forming the layout of the truth table for three logical arguments, graphically represented in the form of a binary cube and in the process of implementing multidimensional data analysis in terms of considering a hypercube or OLAP cube.

**Keywords:** Data Intelligence, Combinatorics, Combination Classification, Hypercube, OLAP Cube, Truth Table Layouts.

### References

- Barsegyan, A. A., Kupriyanov, M. S., Holod, I. I., Tess, M. D., Elizarov S. I. (2009). *Analiz dannyh i processov: ucheb. posobie*. 3-e izd., pererab. i dop. SPb: BHV-Peterburg. (Uchebnaya literatura dlya vuzov). (In Russ).
- Feofanova, V. A., Vorotnikov, V. I. (2013). *Diskretnaya matematika: ucheb.-metod. posobie*. Nizhnij Tagil: NTI (filial) UrFU. (In Russ).
- Eliseev, E. M. (2015). *Osnovy matematicheskoy obrabotki informacii: proektno-orientirovannyj podhod. Uchebno-metodicheskoe posobie*. Arzamas: Arzamasskij filial NNGU. (In Russ).
- Grigor'ev-Golubev, V. V., Vasil'eva, N. V., Krotov E. A. (2021). *Teoriya veroyatnostej i matematicheskaya statistika. Rukovodstvo po resheniyu zadach: uchebnik*. 2-e izd., ispr. i dop. SPb: BHV-Peterburg. (Uchebnaya literatura dlya vuzov). (In Russ).
- Matveeva, A. M., Gluhova, T. N., Abrukov D. A. (2014). *Osnovy matematicheskoy obrabotki informacii: uchebnoe posobie*. Cheboksary: Chuvash. gos. ped. un-t. (In Russ).
- Pavlenkova, E. V., Chekmarev, D. T. (2012). *Sbornik zadach po diskretnoj matematike. Elektronnoe uchebno-metodicheskoe posobie*. Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskij gosuniversitet. (In Russ).
- Semenova, I. V. (2023). *Buleva algebra i ee primenenie pri postroenii matematicheskikh modelej: uchebnoe posobie*. Samara: Izdatel'stvo Samarskogo universiteta. (In Russ).

Статья поступила в редакцию 11.03.2024  
Принята к публикации 18.03.2024