

УДК 510.62

## ИЕРАРХИЯ СУЩЕГО И ОДНОЗНАЧНО ЗАМКНУТЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

**Булыгин Владимир Викторович**

инженер

Межрегиональный центр управления  
Сибирского филиала ОАО Ростелеком, Новосибирск

*author@apriori-journal.ru*

**Аннотация.** Статья о конструировании того, что существует. И иерархия этого сущего видна в лингвистике, биологии и не только. Поэтому, если требуется выразить этот их общий закон построения, не вправе рассматривать уже одно отдельно от другого. В явном или неявном виде это сущее может быть представлено однозначно замкнутыми преобразованиями.

**Ключевые слова:** существует; иерархия; функция; информация; преобразование; образ; операнд.

---

### THE HIERARCHY THAT EXISTS. DEFINITELY CLOSED TRANSFORMATION

**Bulygin Vladimir Viktorovich**

engineer

Inter-control center of the Siberian branch of Rostelecom, Novosibirsk

**Abstract.** The article is about designing of that exists. And the hierarchy of this real is visible in linguistics, biology and not only. Therefore if it is required to express their general law of the construction having no right to consider already one separately from another. In explicit or implicit form, this can be represented uniquely closed transformation.

**Key words:** exists; hierarchy; function; information; transformation; image; operand.

Для кибернетики, как известно, важно то, что повторяемо. И важно также то, что однозначно. Это означает, что если из В следует только А, то сколько бы раз не наблюдалось В, уже известно, что последует А. Возможность предвидеть и поступать, соответственно, исходя из заранее поставленной цели, отделяет фундаментально живое от неживого.

П. Анохин в своей работе «Теория отражения и современная наука о мозге» писал [1]: «Для развития жизни кардинальным условием стала не простая последовательность событий, а периодически или ритмически повторяющаяся последовательность отдельных фрагментов из бесконечного континуума явлений в общей картине мира. Только при этих условиях стали возможными и приспособление живого к внешним событиям и прогресс его материальной организации».

А это означает, что условие возникновения жизни – возможность предвидеть нечто за долго до того, как оно случится. Поэтому, чтобы иметь такую возможность, неживое становится живым тогда, когда возникает механизм (в кибернетическом понимании), который занимается поиском (и/или созданием) таких преобразований, которые и позволяют это делать - предвидеть, т. е. преобразований однозначно замкнутых. А уже извлеченные из окружающей среды однозначно замкнутые преобразования становятся далее средством для поиска все новых однозначно замкнутых преобразований. В этом смысле живое необходимым образом оказывается неустойчиво. Более подробно о такой трактовке понятия жизнь – статья [2, с. 63-65].

С другой стороны, преобразование типа «если В, то только А» верно при прочих равных условиях. Изменение этих «прочих равных условий» попросту означает, что изменился оператор, при котором из операнда В следует образ А. Этим оператором является функция. И, следовательно, тогда формально можно записать  $A = C(B)$ , где  $C$  – функция, преобразующая аргумент функции В в значение функции А.

Сам Эшби под тождественным преобразованием понимал преобразование, когда из операнда  $A$  следует только образ  $A$ , т. е. в таком случае имеем символьную запись  $A \rightarrow A$  или, что то же,  $A = A$ . Но сказать « $A$  – то же самое, что  $A$ » – все равно что сказать « $A$  – то же самое, что  $C(B)$ ». И, таким образом,  $C(B) \rightarrow A$  ничем не отличается от  $A \rightarrow A$ . Другое дело, если изменяется функция, преобразующая  $C(B)$  только в  $A$ , на иную, для которой  $C(B) \rightarrow A$  будет уже неверно.

Вообще, в случае неоднозначности, нужно искать причину, которая бы ее устранила. Например, для неоднозначности ( $B \rightarrow A$ ,  $B \rightarrow S$ ) могут быть найдены функции  $C$  и  $P$ , такие что  $A = C(B)$  и  $S = P(B)$ , устраняющие неоднозначность переходов из  $B$ .

Далее, чтобы показать практическую ценность однозначно замкнутых преобразований, разберем действие программы, текст которой можно будет в дальнейшем скачать с сайта [bulygin69.narod.ru](http://bulygin69.narod.ru). Для определенности, рассмотрим пример [5, с. 92] с домом, который населен привидениями. Хозяин, чтобы сделать дом пригодным для проживания и избавиться от непристойного пения и сардонического смеха, провел наблюдения и установил, что активность или неактивность этих привидений подчиняется определенным законам. И они таковы, что управлять ими можно играя на органе или сжигая ладан. Требуется поддерживать тишину в доме, если на данный момент оба привидения активны.

Запишем наблюдения (в формате: операнд#образ#оператор) в файл `data.txt`. Например, запись `1,1#1,0#0,0` означает, что на данный момент смех и пение активны (первое поле – поле операнда) и что если не играть на органе и не сжигать ладан (третье поле – поле оператора), то в последующем смех останется, а пение прекратится (второе поле – поле образа).

Согласно письма хозяина дома, файл с данными `data.txt` будет заполнен в одну колонку так:

0,0#0,1#0,0 0,0#0,0#0,1 0,0#1,1#1,0 0,0#1,0#1,1 0,1#0,1#0,0 0,1#0,0#0,1  
 0,1#0,1#1,0 0,1#0,0#1,1 1,0#1,0#0,0 1,0#1,1#0,1 1,0#0,0#1,0 1,0#0,1#1,1  
 1,1#1,0#0,0 1,1#1,1#0,1 1,1#1,0#1,0 1,1#1,1#1,1

Запустим программу и получим:

```

$ run
Thanks to cybernetics (Ashby, Turchin)
Created by Bulygin U.U.
http://bulygin69.narod.ru/
=== name=TTT ===

Waiting ... Thanks to cybernetics (Ashby, Turchin)

-----
TTT      0,0      0,1      1,0      1,1
0,0      0,1      0,1      1,0      1,0
0,1      0,0      0,0      1,1      1,1
1,0      1,1      0,1      0,0      1,0
1,1      1,0      0,0      0,1      1,1
-----

Ambiguity: No
Incompleteness: No
Independence: No

-----

Menu
-----
1: to display transformation
2: choice of a line of the table
3: choice of a column of the table
4: choice of a image of the table
5: target search
6: exit
-----
Your choice [1,2,3,4,5,6] >
    
```

Рис. 1. Итоговая таблица и меню

Первая строка этой таблицы – значения операндов, первый столбец – значения операторов. Тогда приведенная выше запись 1,1#1,0#0,0 показывает, что значение операнда 5-го столбца, если оператором будет 2-ая строка, преобразуется в образ на пересечении 5-го столбца и 2-ой строки. Видно также, что неоднозначности нет (ambiguity: no), все ячейки таблицы заполнены (incompleteness: no) и что переходы операнд -> образ зависят от изменения операторов (independence: no).

Если задействовать 5-й пункт меню, то можно получить траекторию поведения до выбранной цели. Алгоритм поиска цели случайный и количество попыток ограничено значением RNDM\_MAX=10 (настраиваемый параметр). Введем цель 0,0 и начальное значение операнда 1,1. Получим:

```

Your choice [1,2,3,4,5,6] >
5
Define the target:
0,0
Enter value of the operand:
1,1
The target is found
-----
1,1      1,1      1,1
1,1      1,0      0,0
1,0      0,1      1,1
0,1      0,0      0,1
-----
The target is steady:
<0,0> = <0,0> if <0,1>

```

**Рис. 2. Поиск цели**

Вывод программы показывает, что цель (тишина в доме) найдена и чтобы ее поддерживать, необходимо не играть на органе и жечь ладан (0,1). Кроме того, видно, что программа некоторое время «топталась на месте» (поскольку алгоритм поиска – случайность).

Теперь изменим входные данные так: добавим две строки 0,0#0,1#0,1 1,0#0,1#1,0 и удалим две 1,1#1,1#0,1 1,1#1,1#1,1 в файле data.txt. Получим:

```

-----
TTT      0,0      0,1      1,0      1,1
0,0      0,1      0,1      1,0      1,0
0,1      0,0@0,1  0,0      1,1      1,1
1,0      1,1      0,1      0,0@0,1  1,0
1,1      1,0      0,0      0,1
-----
Ambiguity: Yes
Incompleteness: Yes
Independence: No

```

**Рис. 3. Неоднозначность и неполнота**

Тогда цель 0,0 может быть как достигнута, так и не достигнута. Это так, поскольку алгоритм построен таким образом, что если встречается поле с неоднозначностью (как 0,0@0,1), то делается случайный выбор между 0,0 и 0,1. А вот цель 1,1 устойчивой быть не может, поскольку в 5-ом столбце образа 1,1 нет.

Почему в программе используется метод случайного поиска? Можно было бы, например, реализовать один из методов, которые в множе-

ственном числе прописаны в [4]. Выбор пал на случайный поиск не только потому, что такой метод весьма прост, но и потому, что он максимально распространен у систем, которые можно классифицировать как живые.

Теперь обратимся к другому примеру [5, с. 90], который также был описан Эшби. Имеются два преобразования X и Y. Причем, X не оказывает воздействие на Y. Это видно по значению поля «independence: yes».

```

Y      0      1      2
0      1      0      1
1      1      0      1
2      1      0      1
-----
Ambiguity: No
Incompleteness: No
Independence: Yes

```

**Рис. 4. Преобразование Y не зависит от X**

Преобразование же Y на X воздействие оказывает, управляет им.

```

X      0      1      2
0      1      1      1
1      0      0      2
2      1      2      1
-----
Ambiguity: No
Incompleteness: No
Independence: No

```

**Рис. 5. Преобразование X зависит от Y**

В языке это соответствует тому, что часть предложения Y в именительном падеже управляет (оказывает воздействие) частью предложения X в винительном падеже.

Когда имеются все необходимые данные, то вопрос выявить или не выявить то, что может быть классифицировано как однозначно и замкнуто, почти не стоит. Другое дело, если эти данные неизвестны. Например, не известны операторы. Тогда можно по количеству неоднозначных переходов заключить, что количество операторов как раз и соответствует степени неоднозначности. И тогда требуется составить модель (выдвинуть гипотезу), такую чтобы она устранила неоднозначность

той части, что испытывает воздействие. Для преобразования  $X$  этого примера управляющей частью как раз и будет  $Y$ , рассмотрение которой (как гипотезы) и устраняет неоднозначность переходов  $X$ .

Остается заметить, что построение однозначно замкнутых преобразований не составляет труда, если входные данные, во-первых, есть (такие что позволяют строить эти таблицы) и, во-вторых, если эти данные сильно не зашумлены. Выборка в этих усложненных условиях (случайным или последовательным перебором) – практически неразрешимая задача. И принципиально возможный способ обойти эти трудности – представлять мир иерархично, каким он, на самом деле, и является. Об этом далее.

Возможен ли случайный перебор элементов с целью нахождения требуемого элемента? Возможен, но при условии, что количество элементов множества невелико. В противном случае, «скорее самолет будет собран на свалке металлолома» образно сводит на нет применимость этого (наиболее простого) метода.

Это же можно показать и на другом примере, попросив ребенка (не умеющего читать) найти слово окунь (которое он запомнит как картинку) в толковом словаре русского языка Ожегова. Практически, это означает, что задача становится невыполнимой в рамках этих ограничений.

Чтобы подойти к ее решению, представим ориентированный граф. Вершинами этого графа будут значения и аргументы функций, а ребрами – сами функции. Причем, функции задают направление от аргумента к значению (в виде стрелки). Множество функциональных зависимостей  $\{B = H(D), S = P(B), A = C(B), K = E(A), M = N(A)\}$  тогда можно выразить как иерархию множеств значений и аргументов  $\{D\}, \{B | D\}, \{A, S | B\}, \{M, K | A\}$ .

Оговорюсь, что в таком виде не определены сами функции. Так лишь потому, что для рассмотрения этой задачи они (определения функций) не нужны. Но это означает, что эти функции  $\{H, P, C, E, N\}$  определены вне множества  $\{B = H(D), S = P(B), A = C(B), K = E(A), M = N(A)\}$ . И некоторые из них, например, могут быть выражены как  $H = Z(W), P = W(D)$ .

Трудность, с которой сталкивается ребенок при нахождении требуемого слова в словаре, сравнима с неопределенностью выбора элемента  $K$  множества  $\{D, B, S, A, K, M\}$  методом проб и ошибок. Эту неопределенность можно количественно оценить. Если допустить, что вероятности переходов от элемента к элементу этого множества одинаковы, то можно представить матрицу переходов ровно таким образом, так это сделано в [5, с. 251].

При допущении, что система с вероятностями переходов между элементами множества  $\{D, B, S, A, K, M\}$  находится в состоянии устойчивости, можно, во-первых, заполнить таблицу с шестью строками и шестью столбцами аналогично [5, с. 251] и, во-вторых, рассчитать энтропии столбцов и, далее, энтропию (среднюю) за один шаг.

Поскольку относительные частоты равны (так изначально задано по условию задачи – так мыслит ребенок), а вероятности равны  $1/6$ , то средняя энтропия составит 2,585 бита на шаг. Проведя аналогичный расчет для все уменьшающегося списка, получим следующие соотношения (количество элементов – средняя энтропия): 6 – 2,585; 5 – 2,322; 4 – 2,0; 3 – 1,575; 2 – 1,0; 1 – 0. Осмыслим.

Вправе ли говорить о переходах с вершины на вершину с вероятностью  $1/6$ ? Граф, изначально заданный, казалось бы исключает такое. Но если существует, скажем, обратная функция  $B = G(A)$  по отношению к прямой функции  $A = C(B)$  и, аналогично, существуют обратные функции по отношению к всем прямым функциям, то представляющая точка, пробегающая (хотя бы в представлении того, кто такую модель создает) по вершинам этого графа, может оказаться на любой вершине этого графа. Если же еще учесть, что способ наблюдения за этой представляющей точкой никак не оговорен, то можно (в первом приближении) ожидать, что переход, скажем,  $B \rightarrow A$  равновероятен переходу  $B \rightarrow K$  или переходу  $K \rightarrow D$ .



Можно интерпретировать полученные результаты так, что информация (устранение неопределенности) и составит в битах эти значения. Но новизна в другом. Если выявлена (изъята из окружающей среды), скажем, функция  $H$ , то можно заключить (при условии, что представляющая точка находится на вершине  $D$ ), что последует только  $B$ . Это означает, что таблица переходов вероятностей должна быть переписана и соответствующее значение перехода вероятности будет равно единице. Если же будут выявлены все функции, т.е. будет известно как получить однозначно каждый элемент множества  $\{D, B, S, A, K, M\}$ , то можно вычислить полученную (суммарно) информацию.

Взглянем на этот процесс с другой стороны. Допустим, имеется только одно множество, состоящее только из одного элемента  $\{D\}$ . Допустим, далее будет выявлено  $B = H(D)$ . Затем будут изъяты из окружающей среды  $A = C(B)$ ,  $S = P(B)$ . Этот процесс сродни росту дерева. Вернее сказать, этот процесс сродни росту логического дерева с переплетающимися ветвями, поскольку допустимо, например,  $A = R(B)$  и  $A = T(S)$ . Функцию  $T$  тогда можно интерпретировать как последовательное применение функций: обратная функция к  $P$ , функция  $C$ .

Теперь введем обозначения:  $D$  – существо (существовать),  $B$  – животное,  $S$  – птица,  $A$  – рыба,  $K$  – окунь,  $M$  – сом. И, в слегка измененном виде, приведем определения, согласно тому, как они даны в толковом словаре русского языка Ожегова.

Животное - существо, если обладает способностью двигаться и питаться органическими соединениями. Птица – животное, если с крыльями, двумя конечностями и клювом, покрыто перьями. Рыба – животное, если водное позвоночное с жаберным дыханием и с конечностями в виде плавников. Окунь – рыба, если с красноватыми нижними плавниками. Сом – рыба, если хищная крупная бесчешуйчатая.

Как можно заметить, функциям соответствует то, что оговаривается в условной части предложения. Таким образом,  $H$  – обладает способно-

стью двигаться и питаться органическими соединениями; Р – с крыльями, двумя конечностями и клювом, покрыто перьями; С – водное позвоночное с жаберным дыханием и с конечностями в виде плавников.; Е – с красноватыми нижними плавниками; N – хищная крупная бесчешуйчатая.

Тогда можно дать определение окуню не только как  $K = E(A)$ , но и как  $K = E(C(B))$  или как  $K = E(C(H(D)))$ . И запись  $K = E(C(H(D)))$  может быть прочитана как: окунь – существующее, которое обладает способностью двигаться и питаться органическими соединениями, если (оно) позвоночное с жаберным дыханием и с конечностями в виде плавников, если (оно) с красноватыми нижними плавниками.

Как и утверждалось в [2, с. 63], процесс распознавания окуня может быть тогда таким. Существует? Да. Обладает способностью двигаться и питаться органическими соединениями? Да. Позвоночное с жаберным дыханием и с конечностями в виде плавников? Да. С красноватыми нижними плавниками? Да. Тогда это окунь.

Но даже в том случае, когда нет возможности сказать какая именно функция будет применена и есть неопределенность между чем-то и чем-то, то этот возможный выбор все равно намного меньше, нежели изначально формулируемая задача с максимумом неопределенности. Выигрыш (от представления чего-либо в виде иерархии) очевиден.

Корень этого логического дерева, как легко заметить, понятие существовать. И оно (понятие существовать) входит либо явно, либо неявно во все определения (понятия) этой иерархии. Увеличение же количества однозначно замкнутых преобразований (в наиболее простом виде, увеличение количества функциональных зависимостей) визуально как раз и соответствует росту этого логического дерева, т. е. соответствует понятию жизнь. Допускается, при этом, что некоторые ветви этого дерева могут перестать существовать.

С подобной трактовкой понятия жизнь как математического объекта можно встретиться и в фильме [3] «Тайная жизнь хаоса». Попробуем ответить на вопросы, поднятые в нем.

Каким же образом возникают чудеса мироздания (временная метка 1.17)? Таким  $Y = F(X)$ . Как неживая материя без всякой цели и замысла может спонтанно создавать что-то невероятно красивое (временная метка 2.04)? Так, что достаточно однажды запустить механизм (который сам по себе неживой), который бы извлекал/создавал однозначно замкнутые преобразования. Как может быть мир таким большим и гудящим беспорядком, состоящим из причудливых форм и пятен, которые неточно повторяют друг друга (временная метка 3.01)? Так, что однозначно замкнутые преобразования  $A = C(B)$ ,  $S = P(B)$  повторяют  $B$  и это  $B$  одно. Так, что увеличение разнообразия возможно при наличии обратных связей (временная метка 30.40, временная метка 34.00). Так, что количество таких преобразований увеличивается, как и увеличивается (растет) травинка или тропический лес на кадрах этого фильма. Как компьютеры могут моделировать эволюцию (временная метка 51.34)? Как и почему это работает (временная метка 53.18)? Да, так и работает, что лучшие мозги этих виртуальных человечков выявляют законы (однозначно замкнутые преобразования) того, как держать равновесие при ходьбе, беге или при внезапно возникшем препятствии (внешней силе).

Есть ли в природе что-то общее, что объединяет все разнообразные формы (временная метка 41.15)? Есть. Ответ дан в фильме чуть далее (временная метка 41.45). Но иерархия сущего с включением функциональных зависимостей есть нечто более общее. И не следует ее приравнивать только к разнообразию геометрических форм, каким это геометрическое разнообразие, в частном случае, для логического дерева является.

В качестве приложения, рассмотрим работу другой программы, текст которой также можно будет скачать с сайта [bulugin69.narod.ru](http://bulugin69.narod.ru). Программа позволяет, во-первых, сформировать иерархию понятий и, во-

вторых, позволяет ответить на вопрос является ли какое-либо из понятий этой иерархии по отношению к другому понятию тем, что мы, обычно, выражаем логической связкой «есть».

Для определенности, заполним файл данных data.txt следующим образом в формате абстрактное#конкретное: первое поле – поле абстрактного понятия, второе поле – поле конкретного понятия. Например, занесем в файл записи: fish#som existence#animal animal#fish fish#perch fish#pike animal#bird. Запустим программу и получим:

```
> run_1
Thanks to cybernetics (Ashby, Turing)
Created by Bulygin U.U.
http://bulygin69.narod.ru/

Waiting ... Thanks to cybernetics (Ashby, Turing)

<bird, fish ! animal>
<animal ! existence>
<pike, perch, som ! fish>

-----
Menu
-----
1: to display the table of hierarchy
2: to display the attitude of words
3: exit
-----
Your choice [1,2,3] >
```

**Рис. 6. Иерархия понятий**

Теперь, если задействовать 2-й пункт меню и спросить как соотносятся, например, понятия сом и животное, получим:

```
Your choice [1,2,3] >
2
Enter the first word from the file:
som
Enter the second word from the file:
animal

<som> is <animal>
<animal> is not <som>
```

**Рис. 7. Отношение понятий «есть» и «не есть»**

Можно получить и отношения понятий «не есть» и «не есть» на примере понятий птица и рыба:

```

Your choice [1,2,3] >
2
Enter the first word from the file:
fish
Enter the second word from the file:
bird
<fish> is not <bird>
<bird> is not <fish>

```

**Рис. 8. Отношение понятий «не есть» и «не есть»**

Следует оговориться, что при заполнении файла data.txt возможен конфликт. Так получится, если для одного конкретного понятия будут соотнесены несколько абстрактных. Например, могут конфликтовать записи animal#som и fish#som. Предупреждение об этом программа выдаст. После чего следует оставить в файле data.txt запись, которая характеризует сома более конкретно, т.е. следует удалить запись animal#som:

```

conflict:
1:fish#som 9:animal#som

1 fish#som
2 animal#fish
3 fish#perch
4 existence#animal
5 animal#bird
6 fish#pike
7 existence#animal
8 animal#fish
9 animal#som

It is necessary to eliminate the conflict. Exit.

```

**Рис. 9. Конфликт записей**

Когда программа соотносит разные уровни абстракции, следует помнить, что функция, хоть никак не оговаривается, все же неявно присутствует. Так, запись «сом есть животное» означает в формальной нотации сом = F(животное). В ней F никак не определена, но эта F все же преобразует понятие животное в понятие (только) сом, не конкретизируя как именно. И тогда можно сказать, что «сом есть F(животное)» и «F(животное) есть сом».

## Список используемых источников

1. Анохин П.К. Теория отражения и современная наука о мозге. 1970 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://elib.gnpbu.ru/textpage/download/html/?book=anohin\\_teoriya-otrazheniya\\_1970&bookhl](http://elib.gnpbu.ru/textpage/download/html/?book=anohin_teoriya-otrazheniya_1970&bookhl)
2. Булыгин В.В. Жизнь и мышление с точки зрения логики // Глобальный научный потенциал. 2014. № 10 (43). [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/43/g-n-p-10\(43\)-main.pdf](http://globaljournals.ru/assets/files/journals/global-scientific-potential/43/g-n-p-10(43)-main.pdf)
3. BBC. Тайная жизнь хаоса. 2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docfilms.info/bbc/604-taynaya-zhizn-haosa.html>
4. Люгер Дж. Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем. М.: Вильямс, 2003.
5. Эшби У.Р. Введение в кибернетику. М.: Прогресс, 1968.