О СВЯЗЯХ ОБЪЕКТОВ ВНУТРЕННЕГО ПРОСТРАНСТВА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

А.С. Гуменюк
ОмГТУ
e-mail: gumas45@mail.ru

Аннотация

В работе изложен подход для формирования объектов-событий, их сравнения и выполнения операций над ними с помощью объектов той же природы в рамках внутреннего «физического» пространства информационной системы. Рассматриваются типы событий и операции над ними. В результате исследования свойств основных символических операций над событиями удалось выявить шесть сложных операций – процедур, которым присвоены следующие названия *индукция* и *дедукция*, *соединение* и *разъединение*, *анализ* и *синтез*. Эти процедуры позволяют с помощью основных операций получать из наблюдаемых *фрагментов целостное событие*, а также выделять его составные части. На наш взгляд эти сложные операции позволяют в некоторой степени формализовать ментальные процедуры, которые, вероятно, заложены в основе классического теоретико-множественного подхода, основанного на редукционизме, и системного подхода, рассматривающего объекты и явления реального мира, как *организованные целые* [1]. Определены также процедуры, которые объединяют возможности этих методологических подходов. Исследуемый подход направлен на расширение возможностей искусственного интеллекта, кодирования, защиты информации, а также дидактики и практики обучения.

Ключевые слова: информационная система (ИС), пространство ИС, событие, позиция события, элементарное и сложное события, операция.

Введение

Современная теоретическая информатика сохраняет традицию математики, при которой элементы множества рассматриваются как не занимающие места точки формального пространства, алгебраические операции и отношения фиксируют вневременные связи абстрактных объектов и не представляют операции-действия над ними. Подразумевается, что такие объекты «существуют» и преобразуются в рамках «черного ящика» кибернетической или информационной системы, имеющих внепространственную внутреннюю организацию.

Вместе с тем практическая информатика, в частности, компьютерная арифметика, алгоритмизация и программирование, проектирование и использование БД неявно имеют дело с псевдоабстрактными материальными объектами, которые представляют собой сложное распределение энергии и вещества в пространстве и времени, перемещаются, хранятся, преобразуются и уничтожаются в рамках собственного физического пространства конкретной ИС. Однако из-за большой скорости протекания физических процессов у пользователя компьютерной ИС может возникать иллюзия мгновенного оперирования с абстрактными объектами. Вместе с тем задолго до появления современных ИС отработаны разнообразные методы адекватного моделирования и успешного проектирования систем различной природы и назначения на основе модели физического пространства, отдельные элементы и части которого в каждый различимый момент времени пусты или имеют измеримое вещественно-энергетическое наполнение (т.е. свободны или заняты).

Понятие информационной системы (ИС)

В данной работе рассматривается возможность формирования объектов и операции над ними, на основе допущения о существовании внутреннего физического пространства данной ИС (пространства ИС), в рамках некоторой его формализации. В частности, в модели физического пространства ИС не фиксируются его геометрические размеры и размерность, а также особые материальные свойства его среды. Введем необходимые далее понятия. Информационная система (ИС) – это система, относительно отграниченная от внешней среды и способная осуществлять восприятие, перемещение, хранение, преобразование, формирование, построение и уничтожение объектов с помощью других объектов той же природы в собственном внутреннем пространстве. Связь ИС с внешней средой осуществляется с помощью входов (чувствительных элементов, рецепторов, сенсоров) и выходов (эффекторов, средств воздействия и моторики, исполнительных органов).

Определение событий

Назовем любой объект, размещенный в пространстве ИС, *ментальным событием А* или *событием* (рис. 1 а). Такой объект сосуществует с данной ИС, рассматриваемой как субъект. Вероятно, соответствующим по смыслу является понятие «со-бытие» по М.Хайдеггеру.

Пространство ИС полагается дискретным, то есть таким, в котором возможно выделение минимально различимых частей, именуемых *ячейками.*

Ячейку пространства, принадлежащую событию, назовем *местом х.*

Некоторое множество мест $\{x_i\}$ образует *позицию IA* события *A* (рис 1г). Места позиции *IA* могут быть заняты некоторым наполнителем или свободны. Назовем наполнитель места *элементом у.*

Множество элементов $\{y_i\}$образуют *состав FA* события *A.*

Таким образом, информационная система – это система, взаимодействующая с внешней средой через входы и выходы, оперирующая событиями и формирующая их в собственном (субъектном) пространстве.

Рассмотрим свойства элементов и мест, размещающихся на позициях события. Элементы могут различаться отношением эквивалентности для знаков и символов, отношением порядка для номеров и букв, а также отношениями сравнения, измерения и арифметических операций для чисел. Поименуем элементы различных типов соответственно: *обозначенный элемент (знак, символ), нумерованный элемент (буква, номер), числовой элемент (число).* Кроме того, выделим особый элемент «несуществование», называемый далее *псевдоэлементом.*

В общем случае состав *FA* события является мультимножеством элементов разных типов, в котором некоторые из них имеют неоднократное вхождение.

По аналогии с элементами будем различать следующие типы мест: *обозначенное место, нумерованное место,* а также *числовое место.* Так, например, обозначенные места в информатике используются для идентификации и поиска различных объектов (переменных, имен массивов и др. объектов), нумерованные места употребляются для загрузки и хранения элементов в массивах данных в соответствии с порядком, числовые места широко применяются в разного рода чертежах, а также для адресации памяти в компьютерной технике. Заметим, что следует отличать алфавиты букв, номеров и цифр, места в которых связаны отношением порядка, от алфавита классического множества.

Подчеркнем, особые свойства числовых мест, состоящие в том, что над ними можно выполнять такие же операции, как и над их наполнением – числовыми элементами, то есть такие места могут связываться арифметическими операциями.

Число мест позиции *IA* равно общему числу элементов и псевдоэлементов, составляющих наполнение *FA,* т.е. $|\{x_i\}|=|\{y_i\}|$. Поэтому между множествами $IA=\{x_i\}$ и $FA=\{y_i\}$ существует взаимно однозначное соответствие по индексу. Назовем пару $< x_i, y_i >$ – *элементарным событием.* Если в паре $< x_i, y_i >$ второй компонент является псевдоэлементом, то данное событие именуем *свободным местом. Сложным* будем называть событие, содержащее более одного элементарного. Таким образом, событие может быть представлено множеством элементарных событий в виде

$$A = \{ < x_i, y_i > | (x_i \in IA) \& (y_i \in FA)\ i=1,2,...,n \},$$

где n – число элементарных событий в данном.

Среди элементарных событий будем также различать *факты (данные)* и *порожденные одноместные события.*

Фактами или *данными* назовем элементарные события, присутствующие на входах информационной системы; все остальные элементарные события являются *порожденными* (на основе фактов).

Укомплектованным событием или *комплектом* назовем такое событие, в котором отсутствуют *свободные места.* Обозначим комплект дополнительным символом 1 и опишем в виде

$$1A = \{ < x_i, y_i > || FA|=|IA| \}.$$

Неукомплектованное событие или *некомплект* – это такое событие, в котором содержится хотя бы одно *свободное место.* Обозначим некомплект дополнительным символом p и опишем в виде

$$pA= \{ < x_i, y_i > || FpA| < |IpA| \}.$$

Для полноты представления разных событий введем понятие такого выделенного *нулевого события* или *нуля Ø,* которое «не имеет места быть». При проведении операций *сложения, удаления* и *отделения* нуля исходное событие A не изменяется, а при совмещении с $Ø$ данное событие уничтожается.

Введем также понятия, аналогичные универсуму и булеану классического множества.

Универсум настоящего U_t – это событие, «покрывающее» все множество событий, сконструированных данной ИС к настоящему моменту времени ее жизни t.

Для каждого универсума настоящего существует *булеан будущего* $B(U_t)$ – множество всех событий, которые могут быть сконструированы из его составляющих в будущем. При этом с течением времени жизни ИС, в каждый момент t, универсум может постоянно расширяться за счет появления на входах информационной системы новых фактов и конструирования новых событий. Следовательно, мощность булеана растет в соответствии с ростом мощности универсума в виде $|B(U_t)| = 2^{|U_t|}$, где $t = 0,1,2,...,T$; 0 и T – моменты начала и окончания жизни данной ИС.

На практике следует различать события, привлечённые в данный момент в рамки *операционной* части внутреннего пространства ИС. Назовём такие события актуальными, как и порождённые ими. Для операционной, аналогично отмеченному выше, можно различать *универсум операционной настоящего времени* и *булеан её будущего*.

Как известно, классические множества могут частично или полностью совпадать (т.е. иметь общее подмножество или быть тождественными), если они составлены хотя бы частично из одних и тех же элементов. В отличие от этого, события могут быть только одинаковы хотя бы частично, так как одновременно не занимают одну и туже часть пространства ИС.

Таким образом, в отличие от элементов, точек или векторов алгебраического пространства, конструкция событий позволяет независимо от составов и типов их элементов устанавливать отношения и осуществлять алгебраические операции (преобразования) над их местами и позициями. При этом проведение операций над событиями осуществляется по приоритету: сначала выполняются манипуляции над местами и позициями, а затем – над элементами и составами событий.

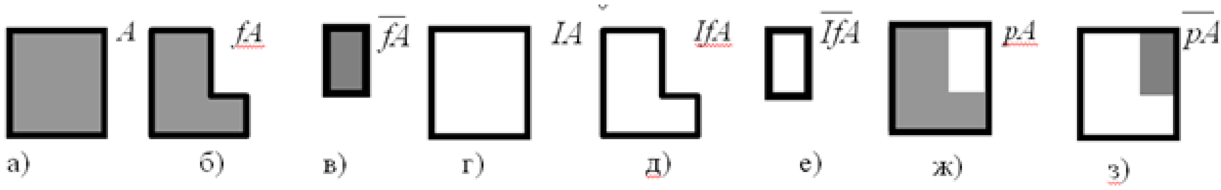


рис. 1

Маршруты чтения событий

Между местами, как и между элементами, установлены отношения, фактически определяющие способ или порядок обращения к местам конкретного события. Для того, чтобы совершить следующее обращение к некоторому месту события, необходимым условием является существование *маршрута* между двумя местами. *Элементарным маршрутом* или *шагом* будем называть переход между двумя не разделенными другими местами; при этом *разрешенный шаг* позволяет осуществлять переход между двумя соседними местами в обоих направлениях, а *запрещенный шаг* не позволяет осуществлять такой переход. Введем понятие *отношение соседства* таких мест, которые связаны не менее чем одним шагом.

Соответственно под *маршрутом* будем понимать возможный переход (в обоих направлениях) между двумя соседними местами посредством совершения определенного количества последовательных шагов, а под *длиной маршрута* – количество этих шагов. В некотором отношении эти понятия соответствуют понятию маршрута в графе. При этом можно выделить *разрешенный* маршрут, не содержащий запрещенных шагов, и *запрещенный маршрут,* который содержит по крайней мере один такой «шаг».

Составляющие компоненты событий

В результате выполнения операций над событием, оно может утратить часть состава или позиции как это показано на рис. 1.

Фрагмент fA (рис. 1 б) – это такое событие, в котором множество его пар $< x_i, y_i >$, представляющих элементарные события, является собственным подмножеством пар события *A*,т.е. $fA \subset A$.

Дополнением к фрагменту fA (рис. 1 в) события *A* будем называть такой фрагмент $\overline{fA}$ того же события *A,* который получен разностью множеств вида $A \backslash fA$.

Позицией фрагмента IfA (рис. 1д) назовем собственное подмножество позиции данного события, т.е. $IfA \subset IA$.

Дополнением к позиции фрагмента IfA (рис. 1е) события *A* будем называть позицию дополнения к фрагменту *fA*. Дополнение к позиции фрагмента *IfA* будем обозначать $\overline{IfA}$.

Часть события A (рис. 1ж) – это такое событие *pA,* в котором его позиция одинакова с позицией события *A,* а множество элементов события *pA* является собственным подмножеством множества элементов события *A.* Часть события всегда является неукомплектованным событием и может быть описана в виде

$$pA = \{< x_i, y_i > | (IpA = IA) \ \& \ (FpA \subset FA)\}$$

Дополнением к части pA (рис. 1з) события *A* будем называть такую часть , состав которой определяется разностью множеств *FA\Fp;* при этом позиции части события, ее дополнения и самого события *A* одинаковы.

Подчеркнем, что часть события имеет в своем составе свободные места, которые не заняты элементами. Можно считать, что эти места «обнулены» или «очищены».

Отметим разницу между фрагментом и составной частью события: составная часть занимает такую же позицию, как и данное событие, а фрагмент занимает всегда меньшую позицию.

Особо выделим часть события, состав которого есть пустое множество. Назовем такую часть *позицией события IA* (рис 1г).

В работе [2] описан набор пар бинарного отношения событий *A* и *B*, у которых при рассмотрении их составов *FA* и *FB* учитывались только элементные части, а псевдоэлементы игнорировались. В этом случае возможны ситуации, когда позиция события занята элементами полностью, частично или вообще свободна. В зависимости от соотношения мощностей позиции и состава сравниваемых объектов различались события трех типов: комплекты 1*A* и 1*B*, части *pA* и *pB* позиции *IA* и *IB.*

Сравнение событий

Рассмотрим возможные пары отношения событий с одинаковым взаимным расположением занятых мест на позициях, т.е. с одинаковыми позициями сравниваемых событий, когда $IA = IB$. Различая по три типа каждого из событий $\{1, p, I\}$ опишем пары отношения и соответствующие краткие примеры событий *A* и *B*. При этом цепочка символов вида $\lceil\ \rfloor\lceil\ \rfloor$ представляет двуместную позицию, цепочка $\lceil c \rfloor\lceil\ \rfloor$ – деталь или часть (события), цепочка $\lceil c \rfloor\lceil d \rfloor$ – событие-комплект.

1. ($A = \lceil c \rfloor\lceil d \rfloor$, $B = \lceil c \rfloor\lceil d \rfloor$) – <1*A*, 1*B*> – события относятся как одинаковые комплекты.

2. ($A = \lceil c \rfloor\lceil\ \rfloor$, $B = \lceil c \rfloor\lceil d \rfloor$) – < р*A*, 1*B*> – событие *A* относится к *B* как деталь (часть) к комплекту.

3. ($A = \lceil\ \rfloor\lceil\ \rfloor$, $B = \lceil c \rfloor\lceil d \rfloor$) – <I*A*, 1*B*> – *A* относится к *B* как позиция к комплекту.

4. (A = ⌈c⌋⌈d⌋, B = ⌈c⌋⌈ ⌋) – <1A, pB> – A относится к B как комплект к детали.
5. (A = ⌈c⌋⌈ ⌋, B = ⌈c⌋⌈ ⌋) – <pA, pB> – события относятся как детали.
6. (A = ⌈ ⌋⌈ ⌋, B = ⌈c⌋⌈ ⌋) – <IA, pB> – A относится к B как позиция к детали.
7. (A = ⌈c⌋⌈ d⌋, B = ⌈ ⌋⌈ ⌋) – <1A, IB> – A относится к B как комплект к позиции.
8. (A = ⌈c⌋⌈ ⌋, B = ⌈ ⌋⌈ ⌋) – <pA, IB> – A относится к B как деталь (часть) к позиции.
9. (A = ⌈ ⌋⌈ ⌋, B = ⌈ ⌋⌈ ⌋) – <IA, IB> – события относятся как одинаковые позиции.

Аналогично описываются отношения событий, у которых позиция одного из них является фрагментом другого $IA = f\,IB$. Кроме отмеченного, формализмы событий позволяют осуществлять особого рода алгебраические операции, которые по своей природе некоммутативны.

Описание операций над событиями

Область пространства, выделенную для выполнения операций над событиями, назовем *операционной позицией* или *операционной* (рис. 2).

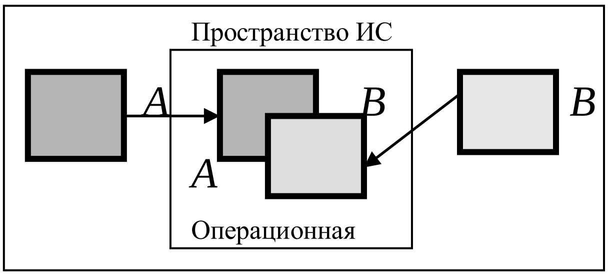


Рис. 2 Псевдооперация сближения

Введем понятия двух *псевдоопераций* над событиями – *сближения* событий и *изъятия из события.* Конструирование событий выполняется в рамках операционной ИС двумя способами (псевдооперациями): путем *их сближения* или *изъятия* их части.

Псевдооперация сближения событий приводит к формированию нового события на некоторой общей позиции, отдельные части которого представляют исходные события-операнды. Сближение событий реализуется операциями, названными *сложение* и *совмещение.*

Псевдооперация *изъятия* приводит к потере части исходного события или части его состава. Изъятие реализуется операциями, названными *удаление* и *отделение.* Отметим, что все операции по своей природе некоммутативны, так как никакие два и более событий не могут находиться в один и тот же момент времени *t* в одной и той же части пространства ИС или ее операционной. По этой причине принципиальна хронология задействования событий-операндов для реализации данной операции, приводящей к построению нового результирующего события. Так при сложении и совмещении событий возможно совпадение их одинаковых мест на общей позиции результата. При этом результирующий элемент такого места формируется по установленному правилу с учетом типов элементов-операндов. Все графические примеры (рис. 3) демонстрируют наглядное правило «абсолютного приоритета». По этому правилу результирующим является элемент или псевдоэлемент события, покрывающего все другие. Такое событие является последним операндом в хронологическом порядке выполнения операций. Возможна также реализация операций над элементами совпадающих мест по «относительному приоритету» несколькими вариантами.

Набор и определение соответствующих правил здесь не рассматривается. События-операнды *A* и *B* и события-результаты на рисунке ограничены сплошными линиями.

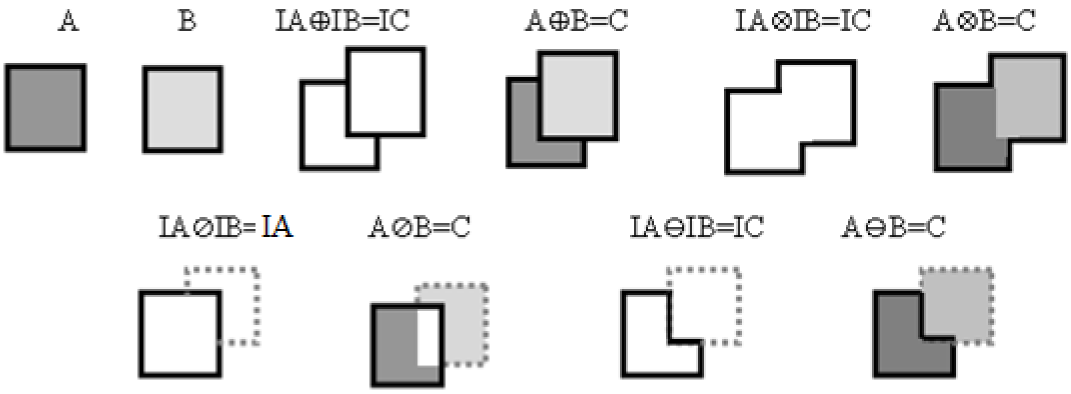


Рис. 3 Операции над событиями

Операция сложения

События-операнды называются *слагаемыми, а* результат сложения – *фрагментарным, составным* или *сложенным событием* A^n (здесь *n* – число фрагментов события). Операцию сложения обозначим ⊕. Составим (путем сближения) все события на некоторой *общей* позиции в рамках операционной таким образом, что образовавшееся сложное событие полагает раздельное (не обязательно поочередное) чтение всех оставшихся операндов или их фрагментов в структуре результирующего события A^n. На рисунке 3 также показано, что сложение событий *A* и *B* происходит объединением их позиций *IA* и *IB* по абсолютному приоритету с образованием общей позиции *IC* и формированием состава нового события С на основе составов слагаемых с учетом совпадения их мест на результирующей позиции *IC.*

В случае, когда при выполнении операции сложения, события не имеют идентичных мест (отсутствует «покрытие» одного слагаемого другим), предварительно должна быть определена позиция, имеющая хотя бы по одному идентичному месту со слагаемыми.

Операция совмещения

При совмещении событий, операнды называются *совмещаемыми,* а результат – *целостным* или *целым* событием *A.* Операцию совмещения будем обозначать знаком ⊗. Совместим все операнды таким образом, что образовавшееся сложное событие допускает только их совместный просмотр на результирующей позиции (рис. 3).

В зависимости от типов операндов в результате операции совмещения возможно получение нескольких типов целостных событий, таких как *событие-монолит, структурно-целого события, фрагментарно (дробно) целого.*

Как и при сложении, в тех случаях, когда исходные события-операнды не имеют одинаковых мест, необходимо предварительно определить дополнительную позицию, содержащую хотя бы по одному идентичному месту с совмещаемыми операндами.

Также как и для операции сложения, при совмещении событий состав результирующего события формируется из элементов-операндов с учетом установленных правил и хронологии задействования событий-операндов.

Операция удаления

Операция удаления состоит из двух операндов – *исходного* и *удаляющего*. Определим операцию удаления как действие, в результате которого подмножество мест исходного, совпадающее по своей позиции с подмножеством мест удаляющего, исключается из позиции исходного. В отношении только позиций исходного и удаляющего, рассматриваемых как классические множества, эта операция соответствует разности множеств $IA \backslash IB$.

Операцию удаления будем обозначать при помощи знака $\ominus$.

Результатом выполнения операции удаления является *фрагмент*.

Операция отделения

Отделение (в отличие от удаления) – это операция освобождения некоторой области позиции события от части состава (очистка), т.е. «заполнение» этой области псевдоэлементами; при этом сохраняется позиция исходного события. Операцию отделения будем обозначать знаком $\oslash$. Результатом операции отделения или очищения некоторой области позиции события от части состава является *частное* или *часть* события. Операнды назовем *исходным* и *отделяющим событиями.* Применение операции отделения к событию типа позиция не изменяет исходный операнд. В том случае, когда позиции операндов не имеют идентичных мест, результатом выполнения операции отделения является *исходное* событие.

Ассоциативность операций

Исследование свойств ассоциативности рассмотренных символических операций показало, что операции сложения и совмещения ассоциативны, а операции удаления и отделения неассоциативны, что представлено ниже в виде формул и рисунков для двух операций.

$A \oplus B \oplus C = A \oplus (B \oplus C) = (A \oplus B) \oplus C$

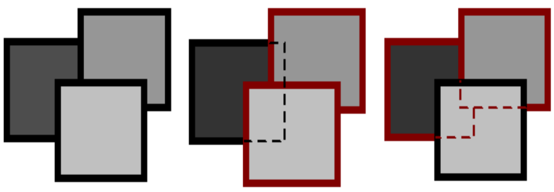


Рис. 4. Ассоциативность сложения

$A \otimes B \otimes C = A \otimes (B \otimes C) = (A \otimes B) \otimes C;$

$A \oslash B \oslash C = (A \oslash B) \oslash C \neq A \oslash (B \oslash C)$

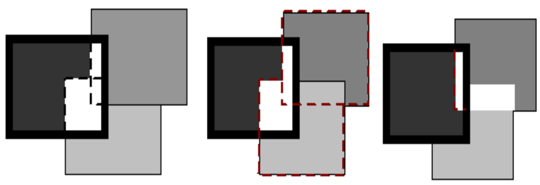


Рис. 5. Отсутствие ассоциативности отделения

$A \ominus B \ominus C = (A \ominus B) \ominus C \neq A \ominus (B \ominus C);$

Дистрибутивность операций

При рассмотрении свойства дистрибутивности символических операций выявлены следующие закономерности. Операции удаления и отделения дистрибутивны только справа, причем относительно любых символических операций, а операции сложения и совмещения не дистрибутивны. Ниже представлен список соответствующих тождеств и неравенств.

$$(A\oplus B)\oslash C=(A\oslash C)\oplus(B\oslash C)$$
$$\boldsymbol{(A\oplus B)\ominus C=(A\ominus C)\oplus(B\ominus C)}$$
$$(A\oplus B)\otimes C\neq(A\otimes C)\oplus(B\otimes C)$$
$$\boldsymbol{(A\ominus B)\oplus C\neq(A\oplus C)\ominus(B\oplus C)}$$
$$(A\ominus B)\otimes C\neq(A\otimes C)\ominus(B\otimes C)$$
$$(A\ominus B)\oslash C=(A\oslash C)\ominus(B\oslash C)$$
$$(A\oslash B)\oplus C\neq(A\oplus C)\oslash(B\oplus C)$$
$$(A\oslash B)\otimes C\neq(A\otimes C)\oslash(B\otimes C)$$
$$(A\oslash B)\ominus C=(A\ominus C)\oslash(B\ominus C)$$
$$(A\otimes B)\oplus C\neq(A\oplus C)\otimes(B\oplus C)$$
$$(A\otimes B)\ominus C=(A\ominus C)\otimes(B\ominus C)$$
$$(A\otimes B)\oslash C=(A\oslash C)\otimes(B\oslash C)$$

$$A\oplus(B\ominus C)\neq(A\oplus B)\ominus(A\oplus C)$$
$$A\oplus(B\oslash C)\neq(A\oplus B)\oslash(A\oplus C)$$
$$A\oplus(B\otimes C)\neq(A\oplus B)\otimes(A\oplus C)$$
$$A\ominus(B\oplus C)\neq(A\ominus B)\oplus(A\ominus C)$$
$$A\ominus(B\otimes C)\neq(A\ominus B)\otimes(A\ominus C)$$
$$A\ominus(B\oslash C)\neq(A\ominus B)\oslash(A\ominus C)$$
$$A\otimes(B\oplus C)\neq(A\otimes B)\oplus(A\otimes C)$$
$$A\otimes(B\ominus C)\neq(A\otimes B)\ominus(A\otimes C)$$
$$A\otimes(B\oslash C)\neq(A\otimes B)\oslash(A\otimes C)$$
$$A\oslash(B\oplus C)\neq(A\oslash B)\oplus(A\oslash C)$$
$$A\oslash(B\ominus C)\neq(A\oslash B)\ominus(A\oslash C)$$
$$A\oslash(B\otimes C)\neq(A\oslash B)\otimes(A\oslash C)$$

На рисунках 6 и 7 с помощью диаграмм Эйлера-Венна продемонстрированы два выделенных в списке выражения.

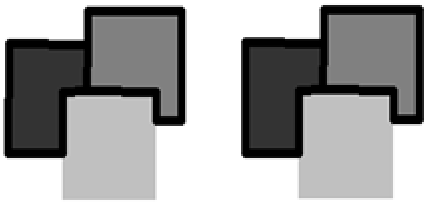


Рис. 6 Дистрибутивность удаления справа

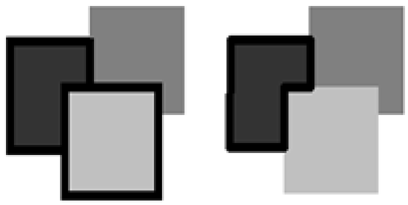


Рис. 7 Недистрибутивность сложения

В данном материале также представлены сложные операции (процедуры), которые позволяют конкретнее определить два часто упоминающихся в настоящее время методологических подхода, познавательные установки которых противоположны [3]. Редукционизм – традиционный подход используется в основе средств классической науки, позволяющей описывать простые явления, процессы и системы. Современный подход – холизм – ориентирован для исследования сложных явлений, процессов и систем. Однако, до настоящего времени не удается формализовать, хотя бы в самом общем виде, ментальные процедуры классического и системного подходов. Это затрудняет использование данных методологических подходов при исследовании и проектирования сложных систем. Кроме того, представляется естественным комбинированное использование редукционизма и системного подхода.

Определение сложных событий

С учетом введенных выше понятий (событие, позиция и состав события, место и его наполнитель – элемент, часть и фрагмент события, дополнения к ним) будем различать сложные (многоместные) события следующим образом:

1. *Целостное событие (целое) A* – это такое событие, в котором каждая пара мест его позиции связана хотя бы одним маршрутом.

Будем различать целостные события двух видов:

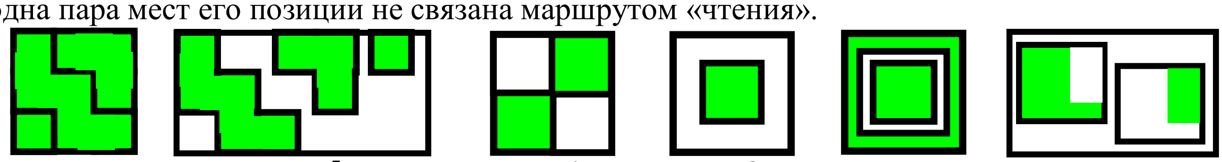
- *монолитное целостное событие (монолитно-целое) A* – это такое целостное событие, в котором не существует ни одной пары соседних мест, для которой не найдется разрешенного шага (рис 8.а);

- *структурированное целостное событие (структурно-целое) A* – это такое целостное событие, в котором существует хотя бы одна пара соседних мест, для которой не найдется разрешенного шага, или для которой существует хотя бы один запрещенный шаг (рис 8.б).

а) *б)*

Рис.8. Примеры целостных событий: а) монолитно-целое б) структурно-целое

2. *Сложенное (составное) событие* A^n – это такое событие, в котором хотя бы одна пара мест его позиции не связана маршрутом «чтения».



а) A^3 *б)* A^5 *в)* A^4 *г)* A^2 *д)* A^3 *е)* A^3

Рис. 9. Примеры сложенных событий: а) укомплектованное, синтезированное; б), в), г), д) фрагментарные, неукомплектованные; е) дробное

Будем различать сложенное событие трех видов:

- *фрагментарное событие* – это такое сложенное (составное) событие, на позиции которого произвольно размещены фрагменты.

- *синтезированное событие* A^n – это укомплектованное фрагментарное событие, в котором n – число фрагментов события. Как видно на рис. 9.а, синтезированное событие состоит из множества таких фрагментов f_iA, которые не имеют идентичных мест, причем сумма мощностей наполнения фрагментов равна мощности наполнения синтезированного события.

Фрагменты синтезированного события будем называть отрезками.

- *дробное событие* A^n – это такое фрагментарное событие, на позиции которого произвольно расположены все такие части целого, одинаковые позиции которых не «перекрывают» друг друга.

Части дробного события будем называть *деталями*.

Примером простого дробного события является событие A^3 (рис. 9.е), на позиции которого произвольно размещены без перекрытия деталь pA некоторого целостного события А и дополнение к этой детали $\overline{pA}$.

Сложные операции – процедуры алгебры событий

Индукцией назовем процедуру поэтапного совмещения всех деталей одного и того же события в одно целое. Сложная операция индукции является частным случаем операции совмещения.

Для осуществления индукции необходимо знать:

- множество всех n деталей события $\{p_iA\}$, где i=1,2,..,n;

- позицию целостного события IA (такую же как и у его деталей).

Если известны все детали данного события, то сложное целостное событие можно получить поэтапным совмещением его деталей в виде

$$A = \prod_{i=1}^{n} p_i A. \tag{1}$$

Заметим, что в процедуре индукции необязателен порядок следования деталей-операндов, то есть

$$p_iA \otimes p_kA = p_kA \otimes p_iA\ . \tag{2}$$

В частности, индукция двух деталей осуществляется в виде

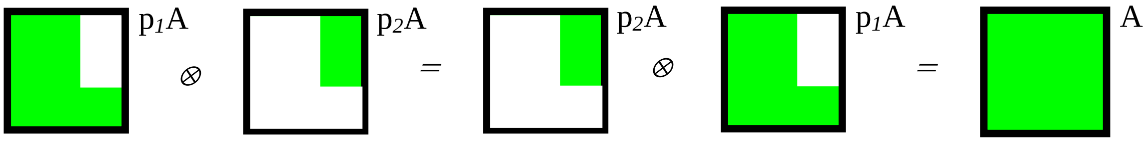


Рис. 10. Индукция или совмещение деталей события в одно целое

Если же известны только отрезки события, то предварительное получение деталей, необходимых для построения целого, осуществляется в виде

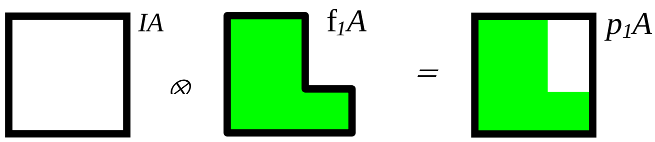


Рис.11. Совмещение позиции события с его отрезком для получения детали

Дедукцией назовем процедуру поэтапного выделения всех деталей целостного события. Результат дедукции – это множество деталей целостного события, отделенных от него, т.е. дробное событие (рис. 9.е). Процедура дедукции является обратной по отношению к индукции.

Для осуществления дедукции события необходимо знать:

- целостное событие A, дедукция которого производится;
- позицию синтезированного события $\{IA^n\}$.

Отметим, что если известна позиция синтезированного события, то известны позиции каждого отрезка данного события и дополнения к нему.

Представим этап получения i-й детали в виде

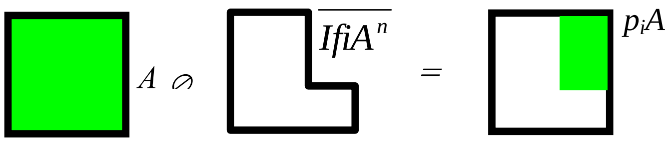


Рис.12. Получение i-й детали с помощью дополнения к позиции i-го отрезка

Синтезом назовем процедуру получения сложного синтезированного события из множества отрезков (рис. 2.а,2.б). Сложная операция синтеза является частным случаем операции сложения.

Для осуществления синтеза необходимо знать:

- множество всех n отрезков события $\{f_iA^n\}$;
- позицию синтезированного события IA^n.

Операция синтеза представляет собой поэтапное сложение позиции синтезированного события с каждым из отрезков в виде

$$A^n = \sum_{i=1}^{n} f_i A^n \qquad (3)$$

В частности, синтез двух отрезков осуществляется в виде

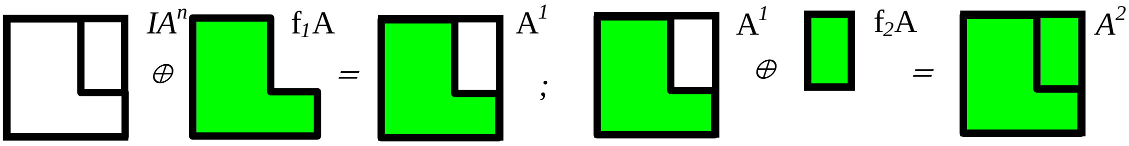


Рис 13. Поэтапное сложение двух отрезков для получения синтезированного события

В отличие от необратимой операции сложения, в результате которой может происходить потеря наполнения предшествующего слагаемого при перекрытии его позиции следующим событием, процедура синтеза осуществляется без потери наполнения слагаемых, так как последние являются неперекрывающимися отрезками.

Анализом назовем процедуру поэтапного удаления всех отрезков из состава синтезированного события на позицию фрагментарного события. Процедура анализа является обратной по отношению к синтезу.

Для осуществления анализа необходимо знать:

- синтезированное событие A^n, анализ которого производится;

- позицию синтезированного события, IA^n.

Отметим, что если известна позиция синтезированного события, то известны позиции каждого отрезка данного события и дополнения к нему.

Удаление 1-го отрезка из состава синтезированного события представим в виде

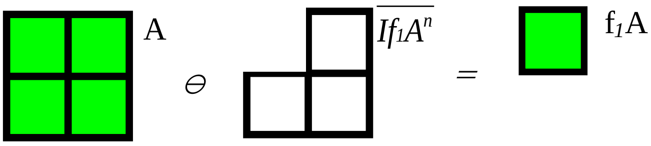


Рис14. Выделение отрезка с помощью дополнения к его позиции

Последовательное удаление отрезков, с помощью дополнений их позиций, с произвольным размещением этих отрезков на общей позиции без перекрытий друг другом, дает фрагментарное событие (рис. 14).

Соединением назовем процедуру получения целостного события из синтезированного. Соединение является частным случаем операции совмещения.

Для осуществления соединения необходимо знать:

- синтезированное событие A^n;

- позицию целостного события-результата IA.

Операция соединения показана в виде

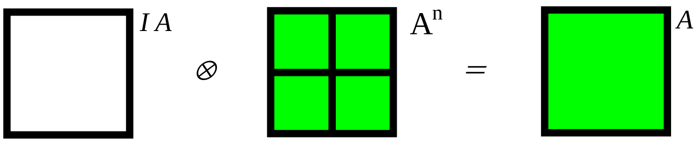


Рис 15. Получение целого из синтезированного события

Разъединением назовем процедуру поэтапного получения синтезированного события из целого. Процедура разъединения является обратной по отношению к операции соединения.

Для осуществления разъединения необходимо знать:

- исходное целостное событие A;
- позицию синтезированного события IA^n;

Повторимся: если известна позиция синтезированного события, то известны позиции каждого отрезка данного события и дополнения к нему.

Разъединение производится поэтапно для каждого отрезка позиции синтезированного события последовательным выполнением на каждом этапе двух операций. Сначала удалением из состава целостного события получается очередной отрезок, а затем сложением данный отрезок размещается на позиции синтезированного события в виде

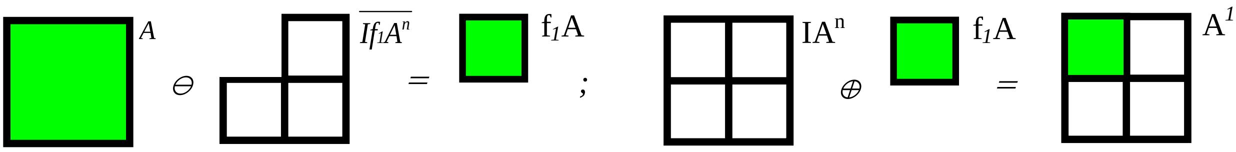


Рис. 16. Этап преобразования целого в синтезированное событие

При таком последовательном выделении и размещении на позиции синтезированного события получается само синтезированное событие.

Взаимосвязь описанных сложных операций, представленная на рис. 17, на наш взгляд, объединяет ментальные процедуры редукционизма и системного подхода и расширяет методологические возможности при комбинированном использовании последних.

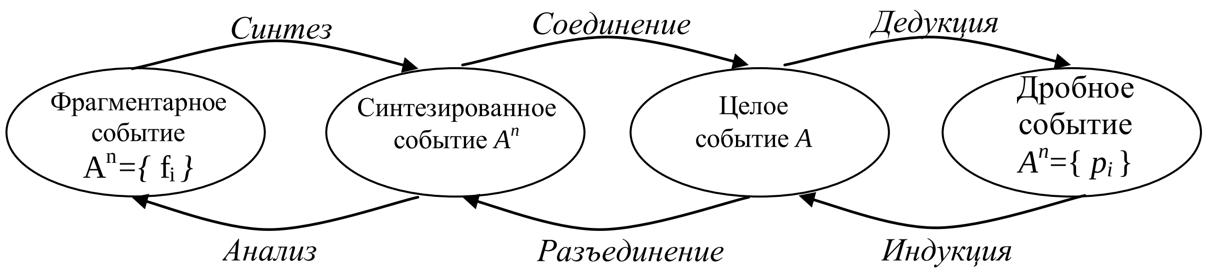


Рис. 17. Трансформация событий под действием ментальных процедур системного подхода и редукционизма

Заметим, что на практике обычно ментальные процедуры (подобные представленные выше) реализуются как очень сложные операции. Тем не менее, можно надеяться, что данные формализмы позволят более конструктивно организовывать исследование и проектирование сложных систем.

Операции определения и наименования событий

Наконец, введем две операции, позволяющие «учитывать и придавать смысл» событиям и понятиям. Отмеченные факторы получены на основе понятий «парасообщение» и «параинформация», определенных М.Мазуром [4]. Назовем *определением* (имени с помощью события) операцию присвоения именующему событию (названию) выделенного события. *Наименованием* (события с помощью имени) будем называть операцию присвоения выделенному событию некоторого названия. Символически эти операции можно представить соответственно в виде: (событие-имя)=>(событиеA); (событиеA) => (событие-имя).

На практике обычно размеры позиции имени намного меньше размеров позиции именуемого события. Это позволяет компактно представлять объекты, а также переходить к операциям над знаками, вместо операций над сложными событиями.

Аксиоматика алгебры событий

Определим аксиомы алгебры событий, связывающие основные выделенные элементы. Ряд тождеств, непротиворечивость и полнота алгебры событий предполагают проведение доказательств и специального исследования.

Таблица 1.

Основные аксиомы алгебры событий

1. $A\oplus A=A$ 2. $A\otimes A=A$ 3. $A\ominus A=\varnothing$ 4. $A\oslash A=IA$	5. $A\oplus fA=A^2$ 6. $A\otimes fA=A$ 7. $A\ominus fA=\overline{fA}$ 8. $A\oslash fA=\overline{pA}$	9. $A\oplus IU=IU$ 10. $A\otimes IU=A$ 11. $A\ominus IU=\varnothing$ 12. $A\oslash IU=IA$	13. $A\oplus\varnothing=A$ 14. $A\otimes\varnothing=\varnothing$ 15. $A\ominus\varnothing=A$ 16. $A\oslash\varnothing=A$
17. $A\oplus\overline{A}=U$ 18. $A\otimes\overline{A}=U$ 19. $A\ominus\overline{A}=A$ 20. $A\oslash\overline{A}=A$	21. $A\oplus\overline{fA}=A^2$ 22. $A\otimes\overline{fA}=A$ 23. $A\ominus\overline{fA}=fA$ 24. $A\oslash\overline{fA}=pA$	25. $A\oplus U=U$ 26. $A\otimes U=U$ 27. $A\ominus U=\varnothing$ 28. $A\oslash U=IA$	29. $A^2\oplus fA=A^2$ 30. $A^2\otimes fA=A^2$ 31. $A^2\ominus fA=\overline{fA}$ 32. $A^2\oslash fA=\overline{pA}$
33. $A\oplus IA=\begin{cases}IA\text{, абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 34. $A\otimes IA=\begin{cases}IA\text{, абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 35. $A\ominus IA=\varnothing$ 36. $A\oslash IA=IA$	37. $A\oplus\overline{pA}=\begin{cases}\overline{pA}\text{, абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 38. $A\otimes\overline{pA}=\begin{cases}\overline{pA}\text{, абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 39. $A\ominus\overline{pA}=\varnothing$ 40. $A\oslash\overline{pA}=IA$	41. $fA\oplus A=A$ 42. $fA\otimes A=A$ 43. $fA\ominus A=\varnothing$ 44. $fA\oslash A=IfA$	45. $fA\oplus\overline{fA}=A^2$ 46. $fA\otimes\overline{fA}=A$ 47. $fA\ominus\overline{fA}=fA$ 48. $fA\oslash\overline{fA}=fA$
49. $IA\oplus\overline{IA}=IU$ 50. $IA\otimes\overline{IA}=\varnothing$ 51. $IA\ominus\overline{IA}=IA$ 52. $IA\oslash\overline{IA}=IA$	53. $IA\oplus fA=A^1$ 54. $IA\otimes fA=pA$ 55. $IA\ominus fA=I\overline{fA}$ 56. $IA\oslash fA=IA$	57. $IA\oplus pA=pA$ 58. $IA\otimes pA=pA$ 59. $IA\ominus pA=\varnothing$ 60. $IA\oslash pA=IA$	61. $IU\oplus A=I\overline{A}\oplus A$ 62. $IU\otimes A=I\overline{A}\otimes A$ 63. $IU\ominus A=I\overline{A}$ 64. $IU\oslash A=IU$
65. $fA\oplus\overline{pA}=\begin{cases}\overline{pA}\text{, абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 66. $fA\otimes\overline{pA}=\begin{cases}\overline{pA}\text{, абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 67. $fA\ominus\overline{pA}=\varnothing$ 68. $fA\oslash\overline{pA}=IfA$	69. $A^{nf}\oplus IA=\begin{cases}IA\text{, абс}\\ A^{nf}\text{, отн}\end{cases}$ 70. $A^{nf}\otimes IA=\begin{cases}IA\text{, абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 71. $A^{nf}\ominus IA=\varnothing$ 72. $A^{nf}\oslash IA=IA^{nf}$	73. $U\oplus A=U$ 74. $U\otimes A=U$ 75. $U\ominus A=\overline{A}$ 76. $U\oslash A=\overline{A}\oplus IA$	77. $IU\oplus U=U$ 78. $IU\otimes U=U$ 79. $IU\ominus U=\varnothing$ 80. $IU\oslash U=IU$
81. $fA\oplus pA=pA$ 82. $fA\otimes pA=pA$ 83. $fA\ominus pA=\varnothing$ 84. $fA\oslash pA=IfA$	85. $fA\oplus A^2=A^2$ 86. $fA\otimes A^2=A$ 87. $fA\ominus A^2=\varnothing$ 88. $fA\oslash A^2=IfA$	89. $pA\oplus A=A$ 90. $pA\otimes A=A$ 91. $pA\ominus A=\varnothing$ 92. $pA\oslash A=IA$	93. $pA\oplus fA=A^1$ 94. $pA\otimes fA=pA$ 95. $pA\ominus fA=I\overline{fA}$ 96. $pA\oslash fA=IA$
97. $U\oplus IU=\begin{cases}IU\text{, абс}\\ U\text{, отн}\end{cases}$ 98. $U\otimes IU=\begin{cases}IU\text{, абс}\\ U\text{, отн}\end{cases}$ 99. $U\ominus IU=\varnothing$ 100. $U\oslash IU=IU$	101. $pA\oplus\overline{pA}=\begin{cases}\overline{pA}\text{,абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 102. $pA\otimes\overline{pA}=\begin{cases}\overline{pA}\text{,абс}\\ A\text{, отн}\end{cases}$ 103. $pA\ominus\overline{pA}=\varnothing$ 104. $pA\oslash\overline{pA}=IA$	105. $pA\oplus\overline{fA}=A^2$ 106. $pA\otimes\overline{fA}=A$ 107. $pA\ominus\overline{fA}=fA$ 108. $pA\oslash\overline{fA}=pA$	109. $pA\oplus A^2=A^2$ 110. $pA\otimes A^2=A$ 111. $pA\ominus A^2=\varnothing$ 112. $pA\oslash A^2=IA$
113. $fA\oplus IA=\begin{cases}IA\text{, абс}\\ pA\text{, отн}\end{cases}$	117. $pA\oplus IA=\begin{cases}IA\text{, абс}\\ pA\text{, отн}\end{cases}$	121. $\overline{A}\ominus A=\overline{A}$ 122. $\overline{A}\oslash A=\overline{A}$	-

114. $fA\otimes IA=\begin{cases} IA, \text{ абс} \\ pA, \text{ отн}\end{cases}$ 115. $fA\ominus IA=\varnothing$ 116. $fA\oslash IA=IfA$	118. $pA\otimes IA=\begin{cases} IA, \text{ абс} \\ pA, \text{ отн}\end{cases}$ 119. $pA\ominus IA=\varnothing$ 120. $pA\oslash IA=IA$		
123. $A\oplus pA=\begin{cases} pA, \text{ абс} \\ A, \text{ отн}\end{cases}$ 124. $A\otimes pA=\begin{cases} pA, \text{ абс} \\ A, \text{ отн}\end{cases}$ 125. $A\ominus pA=\varnothing$ 126. $A\oslash pA=IA$	127.$A^2\oplus pA=\begin{cases} pA, \text{ абс} \\ A, \text{ отн}\end{cases}$ 128.$A^2\otimes pA=\begin{cases} pA, \text{ абс} \\ A, \text{ отн}\end{cases}$ 129. $A^2\ominus pA=\varnothing$ 130. $A^2\oslash pA=I\,A^2$	-	-

В заключении выскажем некоторые предположения относительно применения рассмотренных формализмов.

Заключение

По нашему мнению, для теоретической и практической информатики появляются дополнительные инструментальные возможности с помощью оперирования над местами и позициями событий. Учет внутреннего мира ИС на основе формализма его физического пространства вместо «черного ящика» ИС может быть полезным для моделирования механизмов мышления средствами машинного искусственного интеллекта. Некоторым доводом этому является высказывание выдающегося австрийского физика Э. Маха о том, что мышление человека по своей природе геометрично.

Наглядность введенных операций над событиями, которые находятся в геометрическом «физическом» пространстве ИС и взаимодействуют с помощью введенных операций, может облегчить процесс усвоения математических и формализованных дисциплин при обучении. Кроме того, просматривается систематика порождения многих известных математических структур и объектов, таких как множество, кортеж, вектор, отношение, пространство и др. на основе алгебры событий путем исключения или конкретизации некоторых её компонентов.

Литература

[1]. Капра Фритьоф Паутина жизни. Новое научное понимание живых систем. Пер. с англ. под ред. В.Г. Трилиса. – М.: Изд-во «София», 2003. – 336 С.

[2]. Потапов В.И., Гуменюк А.С. О подходе к формальному конструированию событий во внутреннем физическом пространстве информационной системы // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-10-2004): Доклады 10-й Международной научно-практич. конференции. Томск: изд-во том. ун-та, 2004. - С. 264-267.

[3]. Шрейдер Ю.А., Шаров А.А. Системы и модели. – М.: Радио и связь, 1982. – 152 С.

[4]. Мазур М. Качественная теория информации. - Пер. с польск. М.: Мир, 1974. -240 с.