

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Омский государственный технический университет»

А. С. Гуменюк, Н. Н. Поздниченко

ПРИКЛАДНАЯ ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

*Учебное текстовое электронное издание
локального распространения*

Омск
Издательство ОмГТУ
2015

УДК 007(075)
ББК 32.811я73
Г94

Рецензенты:

А. А. Колоколов, д.ф.-м.н., проф., зав. лабораторией дискретной оптимизации
Омского филиала Института математики им. С. Л. Соболева СО РАН;

Е. М. Раскин, к.т.н., доц., директор ООО «Автоматика-Э»

Гуменюк, А. С.

Г94 Прикладная теория информации : учеб. пособие / А. С. Гуменюк,
Н. Н. Поздниченко ; Минобрнауки России, ОмГТУ. – Омск : Изд-во
ОмГТУ, 2015.

ISBN 978-5-8149-2114-7

Представлены формализмы теории М. Мазура, описывающие информационные процессы в цепях управления любой природы. Существует два вида таких процессов – преобразования сообщений (коды и информации) и преобразования информации (информирование). Теоретические положения учебного пособия сопровождаются практическими примерами, контрольными вопросами и заданиями.

Предназначено для студентов бакалавриата и магистрантов, обучающихся по направлениям 09.03.01, 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника» и изучающих дисциплины: «Теория информации и кодирования», «Прикладная теория информации» и «Теоретические основы информационных процессов».

УДК 007(075)
ББК 32.811я73

*Рекомендовано редакционно-издательским советом
Омского государственного технического университета*

ISBN 978-5-8149-2114-7

© А. С. Гуменюк, Н. Н. Поздниченко, 2015
© ОмГТУ, 2015

1 электронный оптический диск

Оригинал-макет издания выполнен в Microsoft Office Word 2007 с использованием возможностей Adobe Acrobat X.

Минимальные системные требования:

- процессор Intel Pentium 1,3 ГГц и выше;
- оперативная память 256 Мб;
- свободное место на жестком диске 260 Мб;
- операционная система Microsoft Windows XP/Vista/7;
- разрешение экрана 1024×576 и выше;
- акустическая система не требуется;
- дополнительные программные средства Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше.

Редактор *М. А. Болдырева*
Компьютерная верстка *Е. В. Беспаловой*

Сводный темплан 2015 г.
Подписано к использованию 23.11.15.
Объем 1,25 Мб.

Издательство ОмГТУ.
644050, г. Омск, пр. Мира, 11; т. 23-02-12
Эл. почта: info@omgtu.ru

ВВЕДЕНИЕ

Основанная на общении человеческая деятельность направлена на создание и эксплуатацию искусственных объектов, систем и процессов; выращивание растений, животных и микроорганизмов; сотворение, воспитание и обучение себе подобных; построение и описание абстрактных объектов и процессов; производство и потребление культурных ценностей.

Информатика как сфера деятельности неявно всегда объединяла эти виды деятельности в виде планов, проектов, моделей, описаний, расчётов, расписаний, классификаций и т.п.

Широкое использование средств вычислительной техники и прикладной математики в последние десятилетия открыло возможность автоматизации различных видов человеческой деятельности с помощью разработки, эксплуатации и обслуживания унифицированных **информационных технологий**, позволяющих автоматически или с участием человека получать и обрабатывать данные о поведении и свойствах объектов неживой природы, живых организмов, их сообществ, экосистем. В результате удаётся сформировать знания, используемые для организации согласованного общения людей и их взаимодействия с Природой.

Очевидно, что для информатики и в области науки, прежде всего в теории информации, и в области техники, а также в практической сфере важнейшим является понятие информации.

В общем философском смысле **информация** может трактоваться как **свойство материи**, родственное понятию **отражения**. Так, диалектический материализм исходит из объективности и первичности материи и утверждает, что все материальные тела находятся во взаимодействии, взаимосвязи друг с другом. Свойство отражения состоит в том, что между состояниями взаимодействующих объектов или процессов существуют определённые связи – соответствия. В этом смысле говорят, что один объект или процесс содержит в себе информацию о другом объекте или процессе, если между ними имеется некоторое соответствие. Например, имеется соответствие между показаниями измерительного прибора и свойством реального объекта.

В переводе с латинского языка ***Information*** – это сообщение, осведомление.

В технической литературе и в работах по теории информации до настоящего времени не выработано общепринятое формальное определение информации [1].

Во многих научных и учебных публикациях информация определяется через другие столь же неопределённые понятия: сообщение, данные, сведения, содержание и т.д.

Зачастую такие характеристики и понятия, как количество, разнообразие, содержание, ценность, знание, отождествляются с самой информацией.

Большая часть людей, пользующихся понятием информации, отождествляют его со смыслом (семантической составляющей) наблюдаемых явлений и процессов. Среди технических специалистов это понятие обычно отождествляется с сообщениями или массивами данных. Однако, например, при попытке «чтения» текста на незнакомом языке читатель не увидит в нём никакого смысла. При этом у него нет оснований утверждать, что в этом упорядоченном множестве символов или иероглифов нет информации. Сложная форма кардиограммы имеет смысл только для врача-кардиолога; для пациента эта кривая содержит только информацию, которая представлена особой формой этой кривой. Таким образом, ***информация и смысл являются различными понятиями.***

Наиболее близкое к современной точке зрения определение информации дал Роберт Хартли (1928), по которому это понятие означает определённого рода логическую инструкцию (программу) по выбору отдельного сообщения из некоторого их множества [2]. Однако информирование не всегда связано только с поиском и выбором (идентификацией) сообщений. В математической теории связи Клода Шеннона понятие информации также связано с концепцией выбора случайного (неупорядоченного в рамках массива) сообщения [3, 4]. Но этот полезный для исследования многих явлений подход не пригоден для анализа закономерно упорядоченных множеств сообщений (массивов данных), которые отображают большую часть окружающего нас мира.

Наконец, отметим, что в большинстве случаев понятие информации связывают с представлением *о разнообразии факторов*, характеризующих анализируемый объект или ситуацию.

В современном обществе, в том числе в среде профессионалов, понятие информации используется очень широко. Однако неопределённость и широта толкования данного понятия затрудняет его использование при анализе и проектировании информационных систем и процессов. В одном крайнем случае информация понимается тождественной «данным», а в другом крайнем случае – синонимом смысла (семантики). В то же время ещё с середины XX века в рамках математической теории связи и теории кодирования понятие информации используется в гораздо более узком, техническом смысле.

В настоящее время открыто огромное множество систем материального мира, общность которых проявляется наличием протекающих в них процессов управления и связи. На единство таких систем, называемых кибернетическими, впервые наиболее отчетливо было указано Норбертом Винером в его книге «Кибернетика или управление и связь в животном и машине», вышедшей в 1948 году [5]. Процессы управления в кибернетических системах осуществляются посредством информирования, протекающего в рамках связей между компонентами этих систем. Информирование основано на различных преобразованиях информации и её материальных носителей – сообщений. При этом происходят процессы формирования, восприятия, передачи, переработки и хранения сообщений и информации. Совокупность искусственных и естественных средств, осуществляющих подобные преобразования, называют информационными системами. К таким системам, в частности, относятся все средства вычислительной техники.

Польский учёный-кибернетик Мариан Мазур (1970), в полном согласии с разработками Норберта Винера, постулирует одинаковую суть процессов информирования, ограничив место их действия только цепями управления – *прямой и обратной связью*. В рамках теории Мазура предлагается ограничить область применения понятий «информация» и «информирование» только процессами, направленными на достижение цели,

то есть процессами управления (в широком смысле этого понятия, а не только в технических системах). При этом не рассматриваются процессы, протекающие в рамках «черных ящиков» (управляющей и управляемой систем) [6, 7]. Такое ограничение отводит процессам информирования особую роль по отношению к процессам, протекающим в самих черных ящиках. При рассмотрении определённого уровня организации системы, когда выделяется некоторый контур управления, информационные процессы протекают только в его цепях управления. При этом если на другом уровне иерархии управляющая или управляемая система, в свою очередь, содержит подсистемы, в которых протекает процесс управления, то информационными будут только процессы, протекающие в цепях управления этих подсистем.

На основе отмеченного в учебном пособии рассматриваются информационные процессы только в цепи управления, размещённой между источником и приёмником.

В данном учебном пособии представлена теория М. Мазура, позволяющая с единых позиций формально определить целый ряд фундаментальных понятий информатики, которые связаны в рамках единой теории [8]. Среди них – сообщение, код и кодирование, информация и информирование. Здесь также рассматриваются и анализируются всевозможные их виды, свойства и схемы организации, проявляющиеся в любом процессе управления, который в том числе может протекать в вычислительных системах.

В рамках представляемой теории *различаются два вида информационных процессов:*

– *преобразование сообщений в цепи управления – коды и информации;*

– *преобразование информации в цепи управления – информирование.*

При этом ограничении процессы обработки и преобразования массивов данных, протекающие в рамках «чёрных ящиков» собственно управляющей и управляемой систем рассматриваемого контура управления, в рамках данной теории не рассматриваются.

Заметим, что значительная часть излагаемого здесь материала до настоящего времени не представлена в англоязычной и отечественной учебной и даже научной литературе. Учебное пособие содержит материал, который апробирован и использовался более 30 лет при чтении лекций, на практических занятиях, лабораторных работах и при выполнении курсовых проектов у студентов 1–4 курсов и магистрантов направления «Информатика и вычислительная техника», а также публиковался в соответствующих учебных и научных материалах.

Данное учебное пособие содержательно связано с учебным пособием «Теория информации и кодирования» и представляет первую часть материала [9].

Большая часть материала данного учебного пособия, по мнению авторов, доступна для студентов широкого спектра специальностей, включая гуманитарные, и полезна как в учебной, так и в дальнейшей профессиональной деятельности.

В целом учебное пособие предназначено для студентов бакалавриата и магистрантов, обучающихся по направлению «Информатика и вычислительная техника» и изучающих дисциплины «Теория информации и кодирования», «Прикладная теория информации» и «Теоретические основы информационных процессов».

1. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СООБЩЕНИЙ – КОДЫ И ИНФОРМАЦИИ

Введенный М. Мазуром и представленный в данном разделе подход позволяет с единых позиций формально определить целый ряд фундаментальных понятий информатики. Среди них сообщение, код и кодирование, информация и информирование [8]. Здесь также рассматриваются и анализируются их всевозможные виды и свойства, проявляющиеся в любом процессе управления, протекающем в различных системах: естественных, технических (искусственных), комбинированных и системах с участием человека.

В данном разделе рассматривается первый вид информационных процессов – преобразования сообщений, которые составляют процесс воздействия источника на приёмник в рамках отдельной цепи управления.

1.1. МЕСТО И РОЛЬ ИНФОРМИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ

Рассмотрим широкий круг явлений из разных областей человеческой деятельности, при описании которых в настоящее время используются понятия: сообщение, сведения, информация, информирование и т.п. При этом оказывается, что *некоторые из этих явлений связаны с достижением какой-либо цели*. В свою очередь, достижение определённой цели осуществляется посредством процесса управления, т.е. основано на управлении. В теории М. Мазура круг изучаемых явлений ограничен только процессами управления, и это является её основным постулатом. Заметим, что в общем случае управление для достижения некоторой цели может быть осознаваемым или неосознаваемым. Например, в ЦВМ процесс управления по вычислению и нахождению корней алгебраического уравнения не осознаётся самой машиной; человек и другие живые организмы также зачастую организуют свои действия (управляют) неосознанно – рефлексивно или по интуиции, как, впрочем, и сами цели не всегда

сформулированы точно. Возможно также осознанное и даже разумное управление при достижении нереальной цели. Здесь достаточно уяснить лишь, что понятия информации и информирования и т.п. употребляются для описания ситуаций, связанных с **целенаправленным воздействием – управлением**. Поэтому для определения подобных понятий необходимо рассмотреть и исследовать именно процесс управления. Таким образом, **объектом исследования** теории Мазура является **процесс управления**. А в качестве **предмета исследования** рассматриваются явления, на которых основано управление, и эти явления рассматриваются с кибернетической точки зрения.

Как и в любой теории, здесь есть самые абстрактные объекты, которые не определяются в ее рамках; их можно только пояснить. Эти понятия считаются самоочевидными. В рамках теории М. Мазура одним из таких является понятие «система». Наиболее распространенные пояснения этого понятия: система – это целенаправленное множество взаимосвязанных компонентов; **система** – это множество взаимосвязанных компонентов, порождающих новые свойства (эмерджентность). Очевидно, что первое «определение» есть частный случай второго. Другими неопределяемыми понятиями, которые используются ниже, являются: «множество», «процесс».

Для рассмотрения и анализа процесса управления в самом общем виде определим следующие важные понятия.

Управляющая система – это система, воздействие которой приводит к целевым изменениям структуры и/или состояния другой системы.

Управляемая система – это система, в которой целевые изменения структуры и/или состояния вызываются воздействием другой системы.

При описании процесса управления необходимо различать как минимум три состояния системы: **начальное состояние, текущее состояние** и конечное или **целевое состояние (цель управления)**.

Целевые изменения являются **желаемыми** или **ожидаемыми** для мотивированной внешней системы (действующей осознанно), а для немотивированной системы целевые изменения скорее будут **требуемыми** или **необходимыми**.

Как будет показано ниже, изменения структуры и/или состояния управляемой системы являются «желаемыми» для некоторой внешней системы, которая в общем случае не совпадает с управляющей системой.

Цепь управления – это система, посредством которой одна система воздействует на другую.

Контур управления – это контур с обратной связью, состоящий из управляющей, управляемой систем и цепей управления (рис. 1.1).

Очевидно, что собственно процесс управления складывается из явлений в контуре управления.

Как выделить в контуре управления управляющую и управляемую системы? Несмотря на кажущуюся во многих случаях очевидность этих систем, в контуре управления нельзя без дополнительных определений выделить даже цепи управления. Рассмотрим две системы: «электрическая печь – регулятор температуры» и «автомобиль – обстановка на дороге». Что чем в этих системах управляет? Определенная температура в печи вызывает соответствующее поведение регулятора, который изменяет подачу электроэнергии к нагревателям печи. Это, в свою очередь, оказывает влияние на температуру в печи. Состояние дороги и обстановка на ней влияют на характер перемещения автомобиля, но и сам автомобиль может изменять состояние дороги и создает на ней соответствующую обстановку. Однако имеются и некоторые внешние системы по отношению к данным. Так, оператор настраивает регулятор на поддержание в печи определенной температуры. Можно представить себе пользователя, стремящегося получить определенное поведение или состояние регулятора путем воздействия на печь. Внешняя система – водитель автомобиля – воздействует на состояние двигателя и положение колес автомобиля, выставляя последний в качестве системы, управляющей обстановкой на дороге. Однако если в качестве внешней системы оказывается, например, регулируемый перекресток дорог, который в данном случае формирует обстановку, то автомобиль выступает уже в роли управляемой системы.

Из данных примеров также видно, что роли систем в одном и том же контуре могут меняться при изменении внешней системы.

Таким образом, для определения роли систем в конкретном контуре управления А-С-В-Д необходимо определить внешнюю по отношению к данному контуру и связанную с ним систему Е (рис. 1.1). Если воздействие системы Е на контур А-С-В-Д основано на том, что система Е воздействует на систему А, а воздействие контура на систему Е состоит в воздействии В на Е, то в этом случае система А является управляющей, В – управляемой, а С и D – цепи управления.

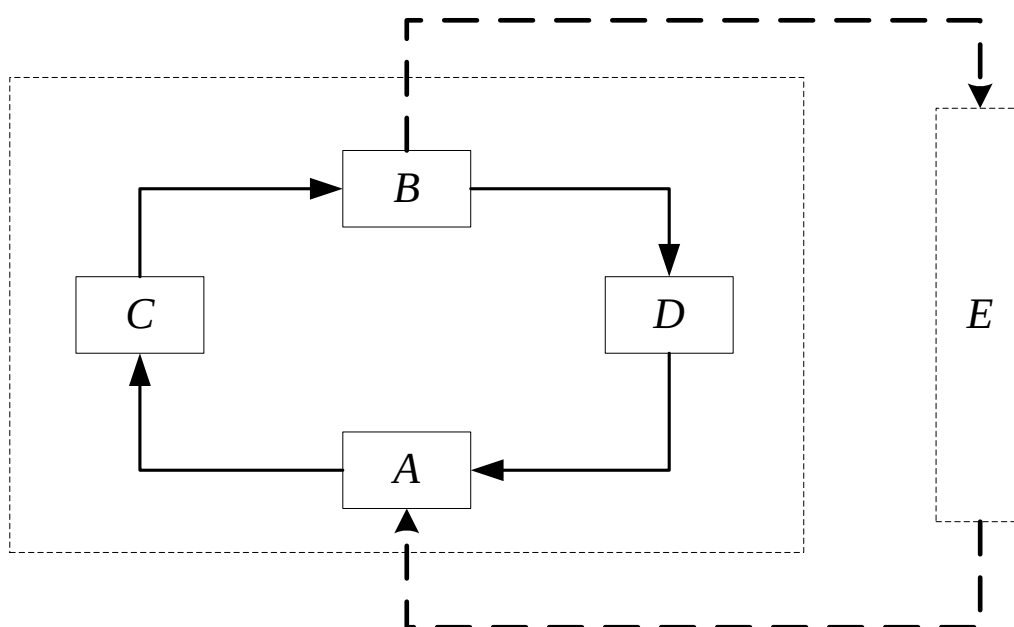


Рис. 1.1. Контур управления как часть другого контура управления

Контур управления А-С-В-Д, в свою очередь, можно рассматривать как отдельную систему в контуре с внешней системой Е. Такое объединение (А-С-В-Д, Е) также можно рассматривать как отдельную систему и искать её сопряжение с внешней системой более высокого уровня. Однако каждое новое сопряжение данной системы с внешней системой не вносит ничего нового для исследования явлений, из которых складывается процесс управления. Поэтому ограничимся рассмотрением только одного контура управления, функции систем которого изображены

на рис. 1.1 и рис. 1.2. Для такого контура можно утверждать, что цепь управления начинается на выходе управляемой (или управляющей) системы и заканчивается на входе управляющей (управляемой) системы.

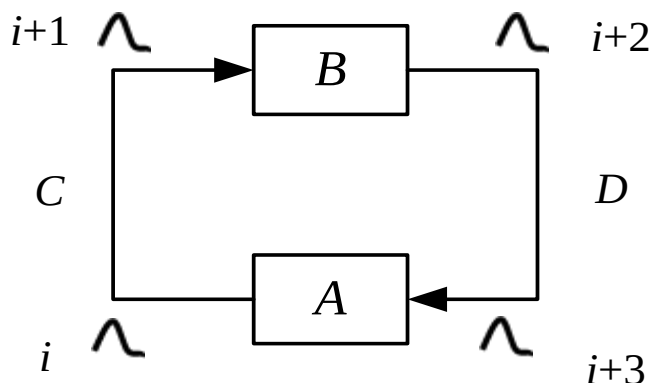


Рис. 1.2. Контур управления с определенными функциями его элементов

При этом **процесс управления** можно рассматривать как последовательность изменений: изменений на выходе управляющей системы $A(i)$, затем – на входе управляемой системы $B(i + 1)$, далее – на выходе $B(i + 2)$ и на входе $A(i + 3)$ и т.д., где i – номер итерации в цикле управления.

Проблема управления сводится к поиску ответа на вопрос, какой процесс (изменения структуры и/или состояния) должен происходить между входом и выходом управляющей системы, чтобы заданный процесс (изменения структуры и/или состояния) произошел между входом и выходом управляемой системы.

Из этого следует, что поведение управляемой системы должно зависеть от изменений на выходе управляющей системы. В действительности же оно зависит от изменений на входе управляемой системы. Различие между идеальным и реальным поведением управляемой системы обусловлено наличием цепи управления, через которую осуществляется воздействие одной системы на другую. То же относится к воздействию управляемой системы на управляющую.

В связи с этим необходимо выяснить, **какое влияние оказывает цепь управления на процесс управления и от чего это влияние зависит.**

1.2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Покажите на примерах из разных областей человеческой деятельности, что явления и ситуации, при рассмотрении и описании которых употребляются понятия сообщения, информации, информирования и т.п., связаны с управлением по достижению конкретной цели.
2. Определите понятия: управляющей и управляемой систем, цепей управления, контура управления; приведите примеры.
3. Как выделить в контуре управления управляющую, управляемую системы и цепи управления? Определите роль различных систем в конкретном контуре; приведите примеры.
4. Как можно трактовать процесс управления?
5. В чем состоит проблема управления?
6. Как влияют цепи управления на поведение управляющей и управляемой систем?

1.3. СООБЩЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ

Для обеих цепей управления контура управления А-С-В-Д (рис. 1.2) общим является то, что в каждой из них осуществляется воздействие одного ее элемента на другой. Например, в цепи управления D управляемая система воздействует на управляющую. Поэтому для исследования явлений и процессов в цепях управления в общем случае можно ограничиться рассмотрением только одной цепи.

Источник (воздействия) – это система, воздействующая на другую систему контура управления.

Для цепи С источником является управляющая система А, а для цепи D – управляемая система В (рис. 1.2).

Приемник (воздействия) – это система, на которую воздействует другая система контура управления.

Для цепи С приёмником является управляемая система В, а для цепи D – управляющая система А (рис. 1.2).

Из этих определений следует, что цепь управления начинается на выходе источника и заканчивается на входе приёмника (рис. 1.3).

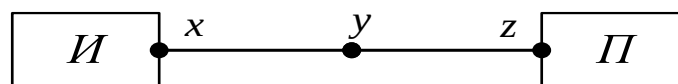


Рис. 1.3. Цепь управления в общем виде:

И – источник воздействия; *П* – приёмник воздействия;

$\langle x, y, z \rangle$ – цепь управления

Чтобы изменения на выходе источника приводили к изменениям на входе приёмника, **в цепи управления должен протекать некоторый физический процесс**. Будем считать, что **физический процесс в цепи управления складывается из определенного числа (различимых) физических состояний**. Эти утверждения являются допущениями данной теории.

Любое физическое состояние можно рассматривать с двух точек зрения: с энергоматериальной, т.е. как состояние, описываемое **количеством энергии и вещества**, и со структурной, т.е. как состояние, описываемое **распределением энергии и вещества** в пространстве и времени.

Любой физический процесс, в том числе и процесс управления, основан, с одной стороны, на использовании определенного количества энергии и вещества, т.е. на энергоматериальных изменениях, а с другой стороны, на перераспределении энергии и вещества в пространстве и времени, т.е. на структурных изменениях. Так, в процессе управления определённые **структурные изменения в управляющей системе** обеспечивают желаемые изменения структуры управляемой системы. Для осуществления этих структурных изменений необходимо затрачивать энергию.

Процесс выполнения работы (**рабочий процесс**) основан преимущественно на энергоматериальных изменениях, т.е. на затратах энергии и вещества. Здесь существенно **наличие физических сил**, изменяющих физические состояния.

Процесс управления основан преимущественно на структурных изменениях, для формирования которых желательны меньшие затраты энергии. Здесь важно **существование различий** между определёнными физическими состояниями.

Сообщение – это физическое состояние, определённым образом отличающееся от других физических состояний в цепи управления.

Подчеркнём, что отличающихся физических состояний в природе бесчисленное множество, однако сообщениями являются лишь те из них, которые относятся к одной и той же цепи управления конкретного контура управления.

Теперь можно сказать, что воздействие в цепи управления состоит из определённого числа сообщений. Это число зависит от детальности различения физических состояний, представляющих сообщения, так как любая система (техническая, биологическая и т.д.) обладает определённой ограниченной чувствительностью или разрешающей способностью. В общем случае число сообщений, составляющих воздействие в цепи управления, определяется тем, сколько таких состояний различается в каждом месте цепи управления и сколько таких мест учитывается.

Будем различать **поперечное множество** сообщений, размещающихся в произвольном месте цепи управления, и **продольное множество** сообщений, возникших из других сообщений или из которых возникли другие сообщения, причём каждое из сообщений этого множества принадлежит к различным поперечным множествам (рис. 1.4).

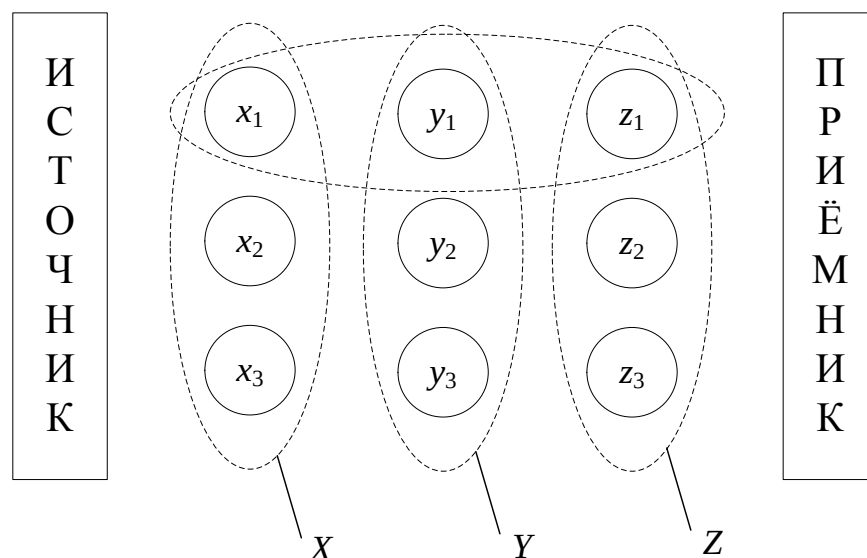


Рис. 1.4. Сообщения в цепи управления:

$X = \{x_1, x_2, x_3\}$ – оригиналы – одно из поперечных множеств сообщений;

$Y = \{y_1, y_2, y_3\}$ – промежуточные сообщения;

Z – образы; $\{x_1, y_1, z_1\}$ – одно из продольных множеств сообщений

Ещё раз подчеркнём, что конечное число сообщений в цепи управления обусловлено тем, что на каждом её участке, рассматриваемом как материальная система, не может различаться бесконечное число отдельных физических состояний. Поэтому так называемые *аналоговые сигналы в цепях управления оказываются представлены дискретными сообщениями*. Данное утверждение является ещё одним допущением теории.

Сообщение будем называть *оригиналом, образом или промежуточным сообщением* в зависимости от того, к какому из поперечных множеств цепи управления оно относится: к множеству, находящемуся на выходе источника или на входе приёмника, или к множеству, находящемуся между выходом источника и входом приёмника (рис. 1.4).

Цепь управления может и не содержать промежуточных сообщений.

Теперь можно определить *воздействие в цепи управления как преобразование оригиналов в образы через посредство промежуточных сообщений*, если имеется необходимость в их использовании.

Рассмотрим для примера несколько цепей управления. Истинное состояние дел учащегося, проживающего в городе Омске, – множество оригиналов; сообщения в его письме родителям, проживающим в другом месте, – множество промежуточных сообщений; воспринятое родителями состояние дел их сына – множество образов. Здесь рассматривается контур управления «ученик – его родители», а в качестве внешней системы взято учебное заведение, которое оказывает воздействие только на учащихся. При этом управляющей системой будет ученик, который задаёт поведение родителей, являющихся в данном случае управляемой системой.

Рассмотрим контур управления «рабочий – бригадир». Если в качестве внешней системы взять цеховое управление, то бригадир является управляющей системой, на выходе которой имеются плановые установки – оригиналы; при этом образами являются представления о них у рабочего, а их словесно-звуковые выражения бригадиром – это промежуточные сообщения.

Если выход источника состыкован со входом приёмника, то можно считать, что оригиналы и образы являются одним и тем же поперечным

множеством сообщений. Такое имеет место, например, при рассмотрении картинки или фотографии, которые являются одновременно передаваемым и принимаемым множеством сообщений.

Привычка трактовать физические процессы как причинно-следственные зависимости может привести к мнению, что в процессах управления физическое состояние на выходе управляемой системы должно предшествовать по времени состоянию на входе управляющей системы (в обратной связи). Аналогичное обратное утверждение – для прямой связи. Отсюда следует, что образ может быть получен только после оригинала. Такая последовательность не является обязательной для процессов управления. С таким же успехом оригиналы и образы могут получаться и одновременно, а иногда образы могут быть получены раньше оригиналов.

В процессе управления образы не всегда появляются во времени позже оригиналов. Это становится понятным, если вспомнить, что приёмник реагирует непосредственно на образы, а не на оригиналы. То есть при определённых (конкретных) образах реакция приёмника не зависит от того, какие оригиналы и когда они получены. Учитывая это замечание, ***будем различать в зависимости от моментов существования оригиналов и образов три способа управления:*** на основе прошлых событий, на основе диагноза и на основе прогноза.

Управление на основе прошлых событий такое, при котором оригиналы предшествуют по времени образам. Например, в процессе управления с целью восстановления архитектурного памятника оригиналами являются старинные постройки, а образами – их нынешние развалины. В теории автоматического управления (ТАУ) такое управление называется «управлением по интегралу» (управляющее звено является интегрирующим).

Управление на основе диагноза такое, при котором оригиналы и образы существуют одновременно. Например, действительное состояние организма человека (множество оригиналов) и диагноз врача (множество образов) существуют практически одновременно. Температура пламени (оригинал) и его яркость (образ) или фамилии абонентов в телефонном

справочнике (оригиналы) и номера их телефонов (образы) также существуют одновременно. В ТАУ управление на основе диагноза называется «управлением по переменной» (управляющее звено является пропорциональным).

Управление на основе прогноза такое, при котором оригиналы появляются позже образов. Таким является, например, управление людей своими действиями на основе прогноза погоды (образ), который появляется ранее действительного состояния погоды в момент предсказания (оригинал). В ТАУ такое управление называется «управлением по производной» (управляющее звено является дифференцирующим).

Подчеркнём, что сообщением может быть всё, что в какой-то мере можно отличить в процессе управления, и не обязательно, чтобы сообщения в цепи управления были одного и того же рода. Например, в электронных системах управления и вычислительных машинах большая часть сообщений (но не все) представлена электрическими сигналами. В то же время сообщениями могут служить: твёрдое состояние вещества в отличие от некоторого графического изображения знака; реальный предмет в отличие от слова «квадратный»; физическая величина в отличие от цвета «синий» и т.п.

С практической точки зрения следует различать «активные» и «пассивные» сообщения.

Активные сообщения, или явления, существуют только при наличии притока энергии и сами могут порождать другие сообщения.

Пассивные сообщения, или следы явлений (память о явлениях), существуют без притока энергии, но сами не могут порождать другие сообщения.

При определённых видах управления множество активных промежуточных сообщений после прекращения поступления энергии от источника преобразуется во множество пассивных промежуточных сообщений. В процессе управления это множество для получения множества образов должно быть преобразовано во множество активных промежуточных сообщений. Для этого, кроме поступления энергии от источника, необходим

также приток энергии от приёмника. Однако если параметры энергии приёмника отличаются от параметров энергии, поступающей от источника, то при преобразовании пассивных сообщений в активные может произойти искажение сообщений. Рассмотрим для примера цепь управления, имеющую на одном конце в качестве источника звучащий музыкальный инструмент, а на другом – человека, слушающего данные звуки в другое время. Звуковые волны – оригиналы – порождают другие активные промежуточные сообщения, которые в конечном счете преобразуются в магнитофоне при их записи в пассивные сообщения, размещенные на магнитной ленте. Для последующего прослушивания, т.е. для преобразования пассивных сообщений опять в активные (звуки – образы), необходима энергия, чтобы привести в движение магнитную ленту. Если при этом скорость протяжки ленты отличается от её скорости в момент записи, то воспроизводимые звуки – образы – будут отличаться от оригиналов.

Искажение сообщений может произойти и при таком процессе управления, в котором существуют только активные сообщения, если какое-то множество промежуточных активных сообщений претерпело изменение от притока энергии из приёмника. Из-за этого, например, при тиражировании рисунков или фотографий копии (образы) могут отличаться от оригиналов по цвету, контрастности, их изображения могут быть деформированы и т.п.

Таким образом, следует различать ***два вида процессов управления: с использованием только активных сообщений и с использованием в том числе и пассивных сообщений.***

Первый вид процессов управления основан на том, что все множества сообщений (оригиналы, промежуточные сообщения, образы) являются множествами только активных сообщений. Например, в процессе измерения – напряжения в сети (оригиналы), токи в катушке рамки стрелочного вольтметра (промежуточные сообщения), положения стрелки (образы) – все эти сообщения являются активными сообщениями.

Второй вид процессов управления основан на использовании, кроме поперечных множеств активных сообщений, хотя бы одного поперечного

множества пассивных сообщений. Для продолжения процесса управления необходим приток энергии от приёмника, с помощью которого пассивные сообщения преобразуются в активные.

Заметим, что ранее процессы управления с пассивными сообщениями были возможны только с участием человека, который способен читать различные записи, воспринимать показания приборов и т.п., то есть преобразовывать пассивные сообщения в активные. С появлением и развитием элементов памяти, и особенно вычислительных машин, удаётся автоматизировать всё большее число различных процессов управления.

Система управления с участием человека называется автоматизированной системой управления (АСУ). Система полностью автоматического управления – САУ.

1.4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите источник и приёмник воздействий в цепи управления.
2. Какова связь между понятиями воздействия в цепи управления, физическим процессом и физическим состоянием?
3. Чем характеризуется физическое состояние с энергоматериальной и структурной точек зрения?
4. Что понимается под энергоматериальными и структурными изменениями в физическом процессе? Какие изменения наиболее существенны в процессе управления? Наличие каких факторов наиболее существенно в рабочем процессе и процессе управления?
5. Определите сообщение.
6. Почему воздействие в цепи управления можно рассматривать состоящим из определённого числа сообщений?
7. Чем определяется число сообщений, составляющих воздействие в цепи управления?
8. Какие множества сообщений составляют воздействие в цепи управления?
9. Определите оригинал, образ и промежуточное сообщение.

10. Почему образы в процессе управления могут появляться раньше оригиналов? Какие способы управления следует различать в зависимости от моментов существования оригиналов и образов? Определите эти способы управления.

11. Какие различаются типы сообщений и что они собой представляют?

12. Какие виды процессов управления следует различать в зависимости от типов используемых сообщений? Почему некоторые процессы управления ранее были невозможны без участия человека?

13. Поясните ответы на предыдущие вопросы примерами.

1.5. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ

В предыдущем подразделе множество сообщений, составляющих процесс воздействия источника на приёмник в цепи управления, представлялось классическим конечным множеством (алфавитом), к которому применялись два способа разбиения на подмножества (отвечающие условиям «полноты» и «непересекаемости»). При первом способе разбиения выделялись поперечные множества сообщений, при втором – продольные. При исследовании любого множества элементов, кроме собственно элементов (сообщений), можно выявлять связи между ними. При наличии связей между элементами, которые в математике принято задавать отношениями и алгебраическими операциями, фиксируется абстрактный объект, называемый алгебраической системой. *Алгебраическая система* – это упорядоченное множество (кортеж) из двух компонентов $\langle \text{множество элементов, сигнатура} \rangle$, где сигнатура – множество связей элементов.

Рассмотрим такие связи между сообщениями, которые существенны для процесса управления. Для этого потребуется определить ряд понятий.

Ассоциация сообщений – это неупорядоченная пара сообщений, взятых из продольного или поперечного множества сообщений в процессе управления.

Преобразование – это процесс, в результате которого одно из сообщений ассоциации превращается в другое сообщение той же ассоциации.

Таким образом, преобразование описывает связь между сообщениями в ассоциации.

Так как для каждой ассоциации существует две пары упорядоченных сообщений, то следует различать преобразования для каждой из них. Соответственно **первичным сообщением** в ассоциации будем считать сообщение, подвергнутое преобразованию, а **вторичным сообщением** – полученное в результате преобразования.

Преобразование будем обозначать символом T_{ab} с двумя индексами, указывающими направление и место действия, т.е. первичное a и вторичное b сообщения. Рассмотрим обозначение двух преобразований: T_{ab} и T_{ba} . Запись $aT_{ab}b$ или $T_{ab}a = b$ означает «преобразование T_{ab} сообщения a в сообщение b » или «преобразование T_{ab} сообщения a даёт в результате сообщение b ».

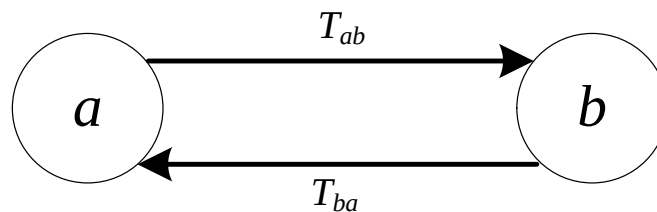


Рис. 1.5. Графическое обозначение двух преобразований ассоциации сообщений

Графически преобразование представлено на рис. 1.5. Всякое преобразование будем считать однозначным: преобразование одного сообщения даёт в результате также одно сообщение.

Преобразования можно различать в зависимости от сходства или отличия первичного и вторичного сообщений.

Нетривиальное преобразование такое, в результате которого из первичного сообщения получается отличное от него вторичное сообщение.

Тривиальное преобразование такое, в результате которого вторичное сообщение не отличается от первичного. Тривиальное преобразование будем обозначать символом T° либо вовсе его опускать.

Тождественное преобразование – это такое тривиальное преобразование, при котором первичное и вторичное сообщения являются одним и тем же сообщением.

Равнозначное преобразование – это такое тривиальное преобразование, при котором первичное и вторичное сообщения являются отдельными, но одинаковыми сообщениями.

Обратное преобразование такое, которое преобразует вторичное сообщение в первичное. Например, обратное преобразование к преобразованию T_{ab} есть T_{ba} .

По известным первичному и вторичному сообщениям невозможно однозначно определить преобразование. Это легко показать на вычислительном примере. Если даны два сообщения: $a = 2$ и $b = 8$, то существует множество преобразований, применение которых к сообщению a дает в результате сообщение b . Например:

$$\begin{array}{ll} a + 6 = b, & 3a + 2 = b, \\ 4a = b, & a4 - 8 = b, \\ a3 = b, & 5a - 2 = b \text{ и т.п.} \end{array}$$

Отсюда также ясно, что преобразование является сложным понятием. Выделим его элементы.

Операция – это один из элементарных процессов, на которых основывается преобразование.

Род операции – это качественная характеристика операции.

Параметр операции – это количественная характеристика операции.

Операционное преобразование – это преобразование, описываемое операциями, которым подвергается первичное сообщение ассоциации.

Например, в операционном преобразовании $3a + 2 = b$ две операции: «умножение на 3», в которой род операции – умножение, а её параметр – 3, и «прибавление 2», в которой род операции – сложение, а её параметр – 2.

Очевидно, что для описания простейшего однооперационного преобразования достаточно двух данных – рода и параметра операции. Для описания сложного преобразования, состоящего из n операций, необходимо $2n$ данных – n родов и n параметров операций. Таким образом, в общем случае операционное преобразование состоит из $(2n + 2)$ элементов, два из которых – первичное и вторичное сообщения.

Если параметры операций таковы, что преобразование не приводит к изменениям, то оно является тривиальным. Например: $a * 1 + 0 = a$.

Рассмотрим несколько (множество) ассоциаций, а также преобразования, которые связывают первичное и вторичное сообщения в этих ассоциациях.

Для ассоциации $a = 1, b = 3$ можно выделить следующие преобразования:

$$\begin{aligned} a + 2 &= b, & 3a &= b, \\ 2a + 1 &= b, & 4a - 1 &= b. \end{aligned}$$

Для ассоциации $c = 2, d = 6$:

$$\begin{aligned} c + 4 &= d, & 3c &= d, \\ 2c + 2 &= d, & 4c - 2 &= d. \end{aligned}$$

Для ассоциации $e = 3, f = 9$:

$$\begin{aligned} e + 6 &= f, & 3e &= f, \\ 2e + 3 &= f, & 4e - 3 &= f. \end{aligned}$$

Можно заметить, что для всех этих трёх ассоциаций имеется общее (основное) операционное преобразование $3m = n$.

Основное преобразование – это такое операционное преобразование, применение которого к исходному сообщению любой ассоциации в некотором множестве ассоциаций даёт вторичное сообщение той же ассоциации.

Как видно из рассмотренного выше примера, для данного множества ассоциаций общим будет также операционное преобразование $n/3 = m$, являющееся обратным к основному преобразованию.

Обратное основное преобразование – это такое операционное преобразование, применение которого ко вторичному сообщению любой ассоциации, к которой относится данное основное преобразование, даёт первичное сообщение той же ассоциации.

Подобно этому будем различать обратное операционное преобразование и обратную операцию, которая характерна обратным родом или обратным параметром.

Обратный род операции – это такой род операции, при замене которым рода данной операции возникает операция, обратная данной.

Аналогично определяется обратный **параметр операции**.

Например, для операционного преобразования $\sqrt{4a + 3} = b$ обратным к нему будет $(b^2 - 3)/4 = a$; «деление на 4» или «умножение на 0,25» являются операциями, обратными к операции «умножение на 4». «Извлечение корня» и «деление» являются родами операций, обратными соответственно «возведению в степень» и «умножению»; обратное число – параметр операции, обратный данному числу, т.е. 0,25 – параметр, обратный 4; отрицательное число – параметр операции, обратный положительному числу.

Теорема 1.1. При изменении рода и параметра в операции данного операционного преобразования на обратные преобразование не изменится.

Одновременное применение обратного рода и обратного параметра к операции является аналогом двойного отрицания из математической логики. Например, преобразование $(2a)^{3/2} = b$ совпадает с преобразованием $^{2/3}\sqrt{a/0,5} = \sqrt{(a/0,5)^3} = b$.

Если для данного процесса управления известно, какое вторичное сообщение получится в результате определённого операционного преобразования, то **для повторного получения того же сообщения не обязательно знать операцию**, на которой это преобразование основано, и для установления связи между сообщениями достаточно установить соответствие между ними. Эта особенность позволяет экономить время и ресурсы в различных процессах, в том числе в процессах управления. Например, при штамповке различных изделий, тиражировании рисунков и текстов одна и та же матрица используется многократно. При составле-

нии программ для ЦВМ также следует для экономии машинного времени избегать неоднократных одинаковых вычислительных операций для многократного получения одного и того же числа или массива чисел. Однако при многократном использовании очень большого массива чисел часто приходится для экономии памяти ЦВМ за счёт затрат времени многократно выполнять одинаковые вычислительные операции.

Для некоторых процессов управления вообще невозможно обойтись без ассоциационных преобразований, так как неизвестны соответствующие им операционные преобразования.

Таким образом, можно выделить преобразования, которые не указывают, как из первичного сообщения получается вторичное, т.е. не описываются операциями.

Ассоциационное преобразование – это преобразование, характеризующееся тем, что применение его к первичному сообщению ассоциации даёт в результате вторичное сообщение той же ассоциации.

Также будем различать **обратное ассоциационное преобразование**.

Например, если в процессе управления определённого рода было применено операционное преобразование сообщения $a = 2$ в сообщение $b = 8$ вида $4a = b$, то для такого процесса управления достаточно было бы знать, что **если 2, то 8** (из двух получается восемь), не интересуясь тем, как это преобразование получено, т.е. применить ассоциационное преобразование «сообщению $a = 2$ соответствует сообщение $b = 8$ ».

В отличие от операционного преобразования, описываемого операциями, которые необходимо выполнить, ассоциационное преобразование описывается парой упорядоченных конкретных сообщений, к которым это преобразование относится. Таким образом, ассоциационное преобразование T_{ab} отвечает на вопрос, какое вторичное сообщение b соответствует данному первичному сообщению a или какое сообщение b образует с сообщением a ассоциацию; операционное преобразование T_{ab} отвечает на вопрос, что нужно сделать с первичным сообщением a или как (в результате какого процесса) получено вторичное сообщение b .

Для конкретной ассоциации существует два ассоциационных преобразования – прямое и обратное, в то же время сообщения, составляющие

эту ассоциацию, могут быть связаны многими операционными преобразованиями, включая обратные. Подобно этому для двух городов существует два направления – туда и обратно, но имеется много дорог в одном направлении и столько же в другом. Поэтому ассоциационное преобразование равнозначно всем операционным преобразованиям в данной ассоциации.

Определённые в данном подразделе два вида связей между сообщениями – ассоциационное и операционное преобразования – с позиции математики представляют собой пары элементов, первая из которых формируется на множестве некоторого бинарного отношения, а вторая на множестве алгебраической операции.

Цепь сообщений – это множество сообщений, образующих такую последовательность ассоциаций, в которой одно из сообщений одновременно относится как к предыдущему, так и к последующему сообщению.

На рис. 1.4 цепи сообщений образованы, например, следующими упорядоченными множествами сообщений: $\langle x_1, y_1, z_1 \rangle, \langle y_1, y_2, y_3 \rangle$.

Результирующее преобразование – это преобразование, состоящее из преобразований последовательных ассоциаций цепи сообщений, причём вторичное сообщение, будучи результатом предыдущего преобразования, является первичным сообщением для следующего преобразования.

Например, если в цепи сообщений $\langle a, b, c, d \rangle$ имеются преобразования $aT_{ab}b, bT_{bc}c, cT_{cd}d$ (рис. 1.6), то результирующим преобразованием первых двух преобразований является $aT_{ab}T_{bc}c$, а результирующее преобразование трёх преобразований этой цепи $aT_{ab}T_{bc}T_{cd}d$, что можно представить в виде уравнений: $T_{bc}T_{ab}a = c, T_{cd}T_{bc}T_{ab}a = d$.

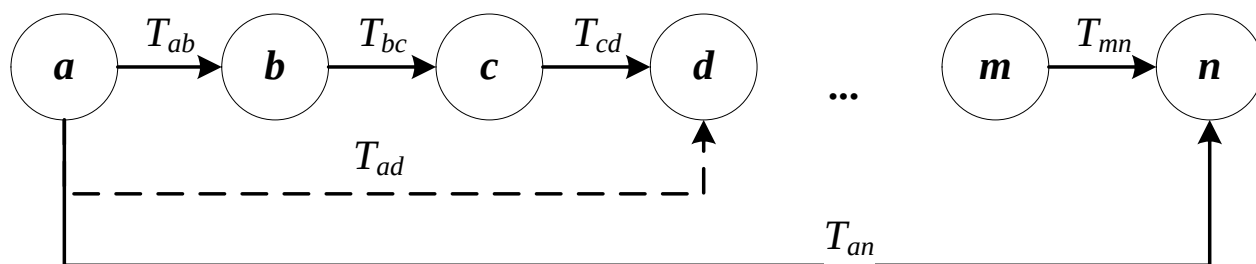


Рис. 1.6. Преобразования в цепи преобразований

Если в цепи преобразований преобразования одинаковы, то результирующее преобразование получается путём многократного применения одного и того же преобразования. Например, если $T_{ab} = T_{bc} = T_{cd} = T$, то результирующие преобразования для рассмотренных цепей можно записать в виде: $aT^{(2)}c, aT^{(3)}d$ или $T^{(2)}a = c, T^{(3)}a = d$.

В общем виде $(n - 1)$ -кратное применение одного и того же преобразования можно записать в виде

$$T^{(n-1)}x_1 = x_n.$$

Типичным примером такого преобразования является операция умножения на целое число, которая может быть осуществлена путём выполнения одной и той же операции – сложения – количеством раз на единицу меньшим, чем множитель.

Легко доказать следующее утверждение [8].

Теорема 1.2. В цепи преобразований преобразование первого сообщения в последнее является результирующим преобразованием последовательных преобразований.

Для примеров, представленных на рис. 1.6, это утверждение означает, что $T_{ad} a = T_{cd} T_{bc} T_{ab} a$, а если в цепи преобразований последнее сообщение обозначено n , то $T_{an} a = T_{mn} \dots T_{cd} T_{bc} T_{ab} a$.

Практическое значение этой теоремы состоит, во-первых, в том, что для получения результата можно выполнить непрерывную серию преобразований, не фиксируя промежуточные результаты, т.е. из оригинала можно сразу получить образ. Так делается, например, при сложных вычислениях по программе на ЦВМ, в отличие от вычислений на непрограммируемом калькуляторе или вручную. Во-вторых, некоторые неизвестные преобразования могут быть получены как результирующие из остальных известных преобразований данной цепи сообщений.

Очевидно, что если в цепи сообщений все преобразования тривиальны, то результирующее преобразование также тривиально.

Теорема 1.3. Результирующее преобразование двух преобразований, одно из которых обратное другому, является тривиальным, т.е. $T_{ba} T_{ab} = T^o$ или $T_{ba} T_{ab} a = a$.

Например, есть вещества, называемые аморфными, которые при нагревании расплавляются, а при охлаждении твердеют, практически не меняя своих начальных свойств. В таких ситуациях преобразование «нагревание, охлаждение» тривиально. Преобразование «умножение на 2, деление результата на 2» также тривиально.

1.6. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое ассоциация сообщений? Определите преобразование сообщений. Что описывает преобразование?

2. Какие преобразования можно различать в зависимости от сходства или отличия первичного и вторичного сообщений ассоциации? Определите их.

3. В чем разница между тождественным и равнозначным преобразованиями?

4. Определите операцию, ее составляющие, операционное преобразование, основное преобразование, а также обратные этим понятия.

5. Какие и в каком количестве данные необходимы для описания операционного преобразования?

6. Чем характеризуется ассоциационное преобразование? Какова его роль в процессе управления? Определите обратное ассоциационное преобразование.

7. Чем отличаются операционное и ассоциационное преобразования? Почему одно ассоциационное преобразование равнозначно всем операционным преобразованиям в данной ассоциации?

8. Определите цепь сообщений и результирующее преобразование.

9. Как определяется преобразование первого сообщения в последнее сообщение в цепи преобразований? Когда сложное преобразование может быть тривиально?

10. Поясните ответы на предыдущие вопросы примерами.

1.7. Код как ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ

Все понятия для преобразований, определенные в предыдущем подразделе, можно применить к продольным множествам сообщений цепи управления.

Кодовая ассоциация – это ассоциация, состоящая из сообщений продольного множества.

В цепи управления, изображенной на рис. 1.7, кодовыми ассоциациями являются, например, следующие: $\{x_1, y_1\}$, $\{y_2, z_2\}$, $\{x_3, z_3\}$ и т.п.

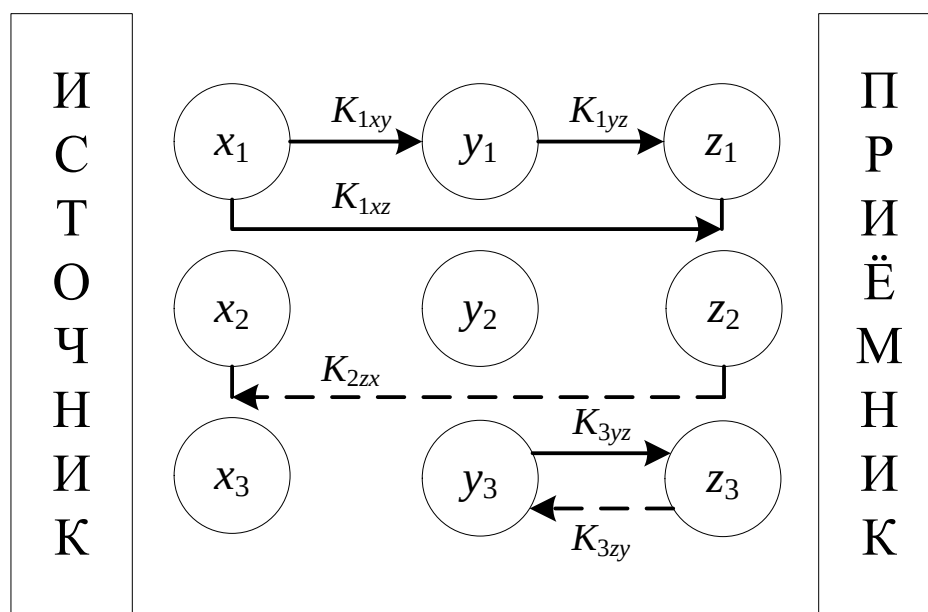


Рис. 1.7. Коды в цепи управления

Код – это преобразование одного сообщения кодовой ассоциации в другое сообщение той же ассоциации.

Обозначать коды будем символом K с индексами, указывающими направление и место их действия. На рис. 1.7 стрелками отмечены некоторые коды данной цепи управления. Подчеркнём, что код представляет материальную, физическую связь.

Нетривиальный код – это код, являющийся нетривиальным преобразованием.

Аналогичным образом определяются следующие коды: **тривиальный, тождественный, равнозначный, операционный, код обратный**

данному коду, обратный операционный, основной, обратный основной, ассоциационный код. Например, *обратный операционный код* – это операционное преобразование, обратное данному операционному коду.

На практике тождественный код имеет место, когда переданное сообщение одновременно является и принятым. Например, при отправлении письма по почте. Равнозначный код будет, если вместо письма доставляется его копия.

Пользование эскизами, рисунками, фотографиями здания при его восстановлении основано на коде, обратном коду зарисовки и съёмки этого здания до того, как оно было разрушено. Для множества кодов, каким является таблица квадратов чисел, множеством обратных кодов является таблица квадратных корней. Считывание числа из ячейки памяти ЦВМ является кодом, обратным коду его записи в эту же ячейку.

Операционным кодом является замена отдельных букв плохо слышимого по телефону слова именами людей. При этом имеют место операции расчленения исходного слова на отдельные буквы и приставления «лишних» букв к данным. Обратные операции, выполняемые слушателем, состоят в отбрасывании лишних букв и составлении из оставшихся букв принятого слова. В данном случае весь операционный результирующий код является равнозначным, то есть тривиальным. Операционным кодом является усиление слабых сигналов.

Можно проиллюстрировать роль операционных кодов на примере влияния систематических ошибок и их устранения при измерениях напряжения вольтметром определённого класса точности. Предположим, что с помощью другого вольтметра более высокого класса точности измерены истинные значения напряжения (оригиналы). Задавая для влияния ошибки как операционного кода род операции (сложение), можно по показаниям первого и второго вольтметров определить параметры операций (ошибки измерения) для всех операционных кодов. Если для внесения поправок взять тот же род операции (сложение), то можно определить обратные параметры (поправки) для обратных операционных кодов. Применение этого кода к промежуточным сообщениям (показаниям вольтметра) позволяет определить образы (результаты измерения) (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Напряжение (оригиналы)	Влияние ошибки (операционный код)	Показания вольтметра (промежуточные сообщения)	Применения поправки (обратный операционный код)	Результат измерения (образ)
В	В	В	В	В
9,7	+ (+0,3)	10	+ (−0,3)	9,7
19,9	+ (+0,1)	20	+ (−0,1)	19,9
30,1	+ (−0,1)	30	+ (+0,1)	30,1
40,2	+ (−0,2)	40	+ (+0,2)	40,2
50,3	+ (−0,3)	50	+ (+0,3)	50,3

Основной код – это операционный код, общий для всех ассоциаций, у которых первичные сообщения принадлежат одному поперечному множеству сообщений, а вторичные сообщения – другому поперечному множеству сообщений.

Основной код можно представить формулой $K_{xy}x = y$, соответственно обратный основной код записывается в виде $K_{yx}y = x$, где x и y соответственные сообщения любой кодовой ассоциации из двух рассматриваемых поперечных множеств.

Основным кодом является, например, любая математическая операция, а обратным основным кодом – обратная к ней. Множества кодовых ассоциаций, сформированных такими операциями, приведены в таблицах: квадратов чисел и их квадратных корней, синусов и их главных углов и т.п. В первой колонке таких таблиц обычно размещены оригиналы, а во второй – образы. Если бы в рассмотренном выше примере систематическая ошибка была одинакова для всех замеров напряжения, например +0,1 В, то её влияние на результат измерения можно было бы представить как основной код: +(+0,1 В). Введение поправки в показания вольтметра для получения результата измерения было бы обратным основным кодом: −(+0,1 В).

Основными кодами могут являться также операции для перевода величин из одной системы счисления в другую, коды для защиты сообще-

ний от помех и другие, в которых любой допустимый набор входных символов – входное кодовое слово – преобразуется с помощью одних и тех же операций в выходное кодовое слово. Основные коды, обратные к данным, очевидно, применяются соответственно для обратного перевода величин в исходную систему счисления и для дешифрации – декодирования. Не следует забывать, что операция представлена не только родом, но и параметром, которые в случае основного кода неизменны.

Примерами ассоциационных кодов являются соответствия: между значениями переменных и их числовой (знаковой) формой представления, между дорожными знаками и действиями водителей машин, между реальными событиями и их словесным описанием, между приказами начальника и действиями подчинённого, между командами программы, представленными символами алгоритмического языка, и операциями ЦВМ и т.п.

Множествами ассоциационных кодов являются физические таблицы, прейскуранты, телефонные справочники, словари, в которых установлены соответствия между веществами и их свойствами, товарами и их ценами, фамилиями абонентов и номерами их телефонов, словами разных языков.

Ассоциационные коды пригодны пока постоянны и становятся бесполезны, если отдельным оригиналам перестают соответствовать образы, созданные на их основе. Эта особенность ассоциационных кодов ощущается, например, когда телефонная станция изменяет некоторые телефонные номера, не предупреждая абонентов; когда объявление о проведении или отмене намеченного ранее собрания не доводится вовремя до всех членов коллектива.

Так как *множества ассоциационных кодов* всегда конечные, т.е. состоят из некоторых конечных количеств ассоциаций оригиналов и образов, то их недостатком является то, что они *непригодны за пределами соответствующих им множеств*. Невозможно, например, при переключке назвать фамилию человека, которой в списке нет. Однако этим же недостатком обладают и операционные коды, если они различны для разных оригиналов. В рассмотренном выше примере по измерению напряжения, когда имели место разные погрешности, получение результата путём введения поправки к показаниям вольтметра было представлено в виде опе-

раций, которые были различны для разных показаний (не нужно только путать понятия операции и её рода). Заметим, что при этом приходилось пользоваться таблицей поправок, т.е. множеством ассоциационных кодов, в котором установлены соответствия между показаниями вольтметра и поправками. При многократном пользовании вольтметром для удобства и экономии времени можно заранее однажды выполнить все операционные коды (прибавления поправок) и далее пользоваться таблицей, в которой установлены соответствия между показаниями вольтметра и результатами измерения, т.е. пользоваться только ассоциационными кодами.

Таким образом, множество разных операционных кодов опосредованно является множеством ассоциационных кодов, поэтому оно может быть и непосредственно представлено в виде множества ассоциационных кодов. Обычно на практике при наличии множества разных операционных кодов пользуются таблицами.

Преимущество перед множеством ассоциационных кодов имеет лишь множество одинаковых операционных кодов, т.е. когда есть основной код. Преимущество основного кода максимально, когда он относится ко всем сообщениям некоторого бесконечного множества сообщений. Это преимущество, очевидно, объясняется тем, что ***основной код компактно связывает два бесконечных счетных множества сообщений.***

Особенно полезны основные коды, имеющие характер законов природы, так как в этом случае они компактно связывают не только большое количество фактических событий, но и бесконечное счетное множество ещё не наблюдаемых. Именно поэтому законы природы обладают предсказывающей способностью. Однако, если основной код сложный, т.е. состоит из многих операций, или при наличии в нём сложных операций, при которых значения функции определяются с помощью представляющего её ряда, вместо вычислений удобнее пользоваться таблицами, а в цифровых вычислительных устройствах – массивами данных. По этой причине, например, до появления микроЭВМ широкое применение имели таблицы элементарных математических функций: синусов, ло-

гарифмов и т.п., хотя известны операции, с помощью которых эти величины могут быть вычислены.

Бурное развитие интегральной микросхемотехники привело к микроминиатюризации цифровых вычислительных устройств и ЭВМ и, в частности, их запоминающих устройств. Это позволяет всё шире применять так называемые «табличные методы вычислений», при которых «вычисление» некоторых часто используемых математических функций сводится к быстрому выбору из массива значений данной функции некоторого готового её значения, соответствующего заданному аргументу. Массив значений функции вычисляется заранее, обычно вне данной ЦВМ, и размещается в её памяти. В таблично-алгоритмических методах вычислений, также применяемых в ЦВМ, из массивов значений выбираются промежуточные результаты, которые затем используются для вычисления по программе окончательного значения функции. Эти методы позволяют значительно сокращать общее время решения различных задач.

Чем больше множество ассоциационных кодов, тем труднее им пользоваться. При этом затруднен поиск нужной ассоциации, а не нахождение в ней образа по оригиналу. Так, при поиске в картотеке требующейся информации трудно находить нужную карточку, а не считывать её содержимое. Возможными *путями ускорения и облегчения использования большого множества разных ассоциационных кодов являются: лучшая классификация и систематизация кодов, а также механизация их поиска*. Поэтому всё большее распространение находят информационно-поисковые системы на базе быстродействующих ЦВМ. В настоящее время разработка, поддержка и эксплуатация таких систем представлена несколькими областями информатики, в частности базами данных, экспертными системами, системами распознавания образов, системами автоматизированного и автоматического принятия решений и прочими системами искусственного интеллекта.

Чем больше множество ассоциационных кодов, тем целесообразнее заменить его основным кодом, хотя сделать это нелегко и не всегда возможно. Однако чем сложнее основной код, тем полезнее заменить его

множеством ассоциационных кодов. Отсюда следует, что наиболее выгодная ситуация бывает, когда большое множество ассоциационных кодов заменяется простым основным кодом; наименее выгодная ситуация – при замене сложным основным кодом небольшого числа ассоциационных кодов.

Кодовая цепь – это цепь, образованная из сообщений продольного множества сообщений.

На рис. 1.7 кодовая цепь образована, например, упорядоченным множеством сообщений $\langle x_2, y_2, z_2 \rangle$. Для наглядности в качестве искусственного примера можно рассмотреть рис. 1.4 учебного пособия «Теория информации и кодирования»: упорядоченные продольные множества сообщений, составляющие кодовые цепи, представлены в столбцах. Таких кодовых цепей на рисунке представлено 17.

Результирующий код – это результирующее преобразование последовательных кодов в кодовой цепи.

На рис. 1.7, например, для кодов $x_1 K_{xy} y_1, y_1 K_{1yz} z_1$ результирующим кодом является $x_1 K_{1xy} K_{1yz} z_1$ или $K_{1yz} K_{1xy} x_1 = z_1$.

Для кодов имеют место и легко доказываются теоремы, аналогичные теоремам 1.2 и 1.3, существующим для преобразований.

Теорема 1.4. В кодовой цепи код, представляющий преобразование первого сообщения в последнее, является результирующим кодом последовательных кодов.

Например, для одной из кодовых цепей, представленных на рис. 1.7, справедливо равенство

$$K_{1xz} x_1 = K_{1yz} K_{1xy} x_1.$$

Теорема 1.5. Результирующий код двух кодов, из которых второй обратен первому, является тривиальным кодом.

На практике утверждение теоремы 1.4 реализуется в том, что применение результирующего кода позволяет получить образ непосредственно из оригинала, не фиксируя промежуточные сообщения. Утверждение тео-

ремы 1.5 реализуется, например, в процессе разговора по телефону, при передаче сообщений по телеграфу, при копировании текстов или изображений путём фотографирования. Во всех этих случаях может быть получен образ, практически не отличающийся от оригинала, если обратные коды достаточно полно соответствуют прямым преобразованиям оригиналов.

Не следует думать, что введение большого числа поперечных множеств промежуточных сообщений делает расшифровку текста более трудной, чем в случае одного-единственного кода. В этом случае для непосвященного, имеющего доступ к одному из промежуточных множеств, всегда будет неизвестно только одно множество обратных кодов, которое преобразует данное поперечное множество промежуточных сообщений во множество образов.

С формальной точки зрения безразлично, существует ли вторичное сообщение как результат преобразования, каковым является код, или его ещё необходимо получить. Однако на практике бывает удобно выделить сам *процесс получения вторичного сообщения*, который *обычно называют кодированием*.

С учётом отмеченного выше следует отличать фундаментальное понятие «код» от употребления этого слова в распространённых словосочетаниях. Например, когда кодом называют: кодовую таблицу, алгоритм кодирования, отдельное кодовое слово, исходный текст программы и т.п. Авторы не призывают отменять общепринятые значения этого термина. Однако в приведённых примерах, в первом случае, представлено множество ассоциационных кодов. Во втором случае алгоритм кодирования – это основной код. В третьем случае кодовое слово является (первичным или вторичным) сообщением кодовой ассоциации. В четвёртом случае исходный текст программы – это не код, а информационная цепь, чаще всего представляющая множество оригиналов, которые являются именами команд либо последовательностей команд (функций).

1.8. ОСОБЕННОСТИ ОТКРЫТИЯ ОСНОВНОГО КОДА

При проведении прикладных и фундаментальных исследований специалисты сталкиваются с трудностями отыскания основных кодов и тем более законов природы. Эти трудности, очевидно, объясняются неопределённостью рода (родов) и параметров операций, входящих в основной код, т.е. трудностью определения формулы. Однако не очевидна другая не меньшая трудность, которая обусловлена процессами измерения величин, составляющих разные поперечные множества сообщений (аргументы и значения функций). Так как *измерение величин (в том числе физических) всегда связано с погрешностями*, у исследователя возникает вопрос: несоответствие расчётных данных с фактическими обусловлено неточными измерениями или неверной формулой (неправильно сформулированным законом природы). Подробнее особенности и трудности открытия основного кода и основной информации описаны в п. 1.11, посвященном основной информации.

1.9. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите кодовую ассоциацию, код и его различные виды; приведите примеры кодов различных видов.
2. Какова роль операционных кодов, основного кода и кода обратного к нему?
3. Определите понятие «закон природы»; укажите отличия закона природы от математической формулы, связывающей значение функции с её аргументом.
4. Поясните назначение ассоциационных кодов.
5. Отметьте свойства операционных и ассоциационных кодов, их преимущества и недостатки, пригодность этих кодов в различных ситуациях при пользовании ими.
6. Имеет ли преимущество множество разных операционных кодов перед множеством ассоциационных кодов?
7. Определите результирующий код и его свойство. В каких случаях результирующий код тривиален?

8. Усложняется ли задача дешифрации для непосвященного при введении многих промежуточных множеств кодов?

9. За счёт каких факторов можно облегчить пользование большими множествами ассоциационных кодов?

10. Как называются программно-технические средства, обеспечивающие пользование большими массивами данных (множествами ассоциационных кодов)? Какие дисциплины изучают подобные средства?

1.10. ИНФОРМАЦИЯ КАК ПРЕОБРАЗОВАНИЕ В ПРОЦЕССЕ УПРАВЛЕНИЯ

Все понятия, определённые для преобразований в подразделе 1.3, можно применить также к поперечным множествам сообщений цепи управления.

Информационная ассоциация – это ассоциация, состоящая из сообщений поперечного множества.

В цепи управления, изображённой на рис. 1.8, информационными ассоциациями являются, например, следующие: $\{x_1, x_2\}$, $\{y_1, y_2\}$, $\{z_1, z_2\}$ и т.п.

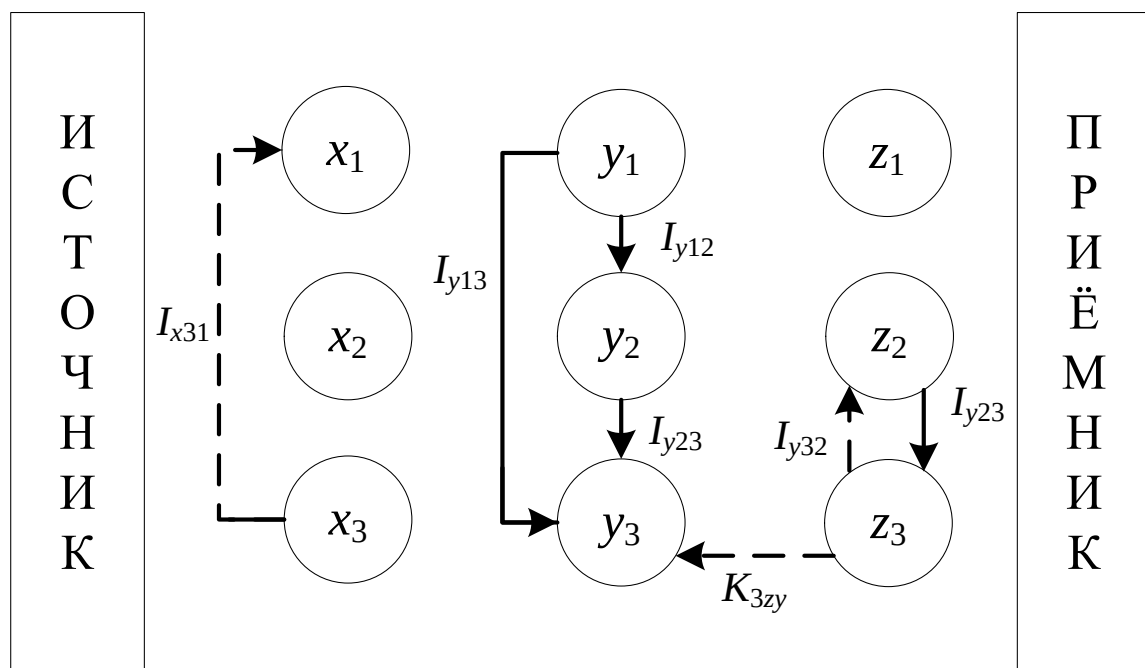


Рис. 1.8. Информации в цепи управления

Информация – это преобразование одного сообщения информационной ассоциации в другое сообщение той же ассоциации.

Обозначать информации будем символом I с индексами, указывающими на первичное и вторичное сообщения, т.е. на направление и место действия этих преобразований. На рис. 1.8 стрелками отмечены некоторые информации данной цепи управления.

Подчеркнем, что в таком определении информация представляет материальную, физическую связь сообщений.

Из определения следует, что **информация характеризует пару сообщений** из поперечного их множества **как преобразование**, которому следует подвергнуть одно сообщение этой пары (ассоциации), чтобы получить другое сообщение той же пары. В этом смысле можно говорить, что пара сообщений данной **информационной ассоциации содержит информацию**.

Заметим, что определённое М. Мазуром понятие «информация» не представляет описание всех связей сообщений в некотором поперечном множестве (состояний некоторой системы); информация – лишь связь двух сообщений из этого множества.

В современном русском и современном английском языках информация является неисчислимым понятием (используется всегда в единственном числе) и зачастую ассоциируется с некой континуальной субстанцией, которая присутствует «везде», но при этом количественно может оцениваться одинаковой величиной, и представляется как устранённая неопределённость. Однако в данной работе (отдельная) информация представляет связь двух сообщений, и, соответственно, когда таких связей много, используется множественное число термина – «информации». Заметим, что понятие «код» исчислимо и общепринятым является использование его во множественном числе.

Нетривиальная информация – это информация, соответствующая нетривиальному преобразованию.

Аналогичным образом определяются следующие информации: *тривиальная, тождественная, равнозначная, обратная данной, операционная, обратная операционная, основная, обратная основной, ассоциационная*. Например, информация, обратная данной – *обратная информация* – это информация, соответствующая такому преобразованию, применение которого к вторичному сообщению даёт первичное сообщение той же ассоциации.

Тривиальная информация содержится в ассоциации неразличимых сообщений.

При этом тождественность или одинаковость сообщений на практике является следствием их неразличимости, откуда вытекает, что число разных информаций, содержащихся во множествах сообщений, определяется не только реальными фактами, но и разрешающей способностью приёмника, т.е. получаемая приёмником информация в определённой степени «субъективна» относительно физической реальности.

Равнозначная информация получается, например, когда последовательно наблюдаются два неразличимых предмета (например, два последовательных кинокадра с одним и тем же изображением). Тождественная информация получается, когда последовательно наблюдается один и тот же предмет (например, одна и та же фотография).

Информационная цепь – это цепь, образованная из сообщений поперечного множества сообщений.

На рис. 1.8 информационная цепь образована, например, упорядоченным множеством сообщений $\langle x_1, x_2, x_3 \rangle$. Для наглядности в качестве искусственного примера можно рассмотреть рис. 1.4 учебного пособия «Теория информации и кодирования»: в строках представлены упорядоченные поперечные множества сообщений, составляющие информационные цепи. Таких информационных цепей на рисунке представлено 12.

В зависимости от места расположения в цепи управления можно различать *цепь оригиналов, цепь сообщений и цепь образов*.

С формальной точки зрения (абстрагируясь от конкретной системы управления) *очерёдность сообщений в информационной цепи* может

быть произвольной. Однако **для правильного информирования** в процессе управления необходимо, чтобы в различных поперечных множествах сообщений одной и той же цепи управления (в цепи оригиналов, в цепях промежуточных сообщений, в цепи образов) соблюдался один и тот же порядок, т.е. **сообщения разных информационных цепей в определённой цепи управления должны быть упорядочены одинаково**. Например, порядок действия операций в решаемом уравнении должен соответствовать последовательности операций в программе для ЦВМ и тот же порядок должен быть при их выполнении; последовательность реальных событий должна соответствовать последовательности изображений на кадрах кинохроники и т.п.

Употребление на практике общепринятых определённых способов упорядочения сообщений в информационных цепях, например по времени и по направлению движения, диктуется соображениями удобства их использования. Такое упорядочение применяется, например, при строчной передаче телевизионного изображения.

Заметим, что определённые способы упорядочения, существующие в природе, а также, возможно, общепринятые людьми, являются такими и именно такими, так как подчиняются неизвестным пока законам организации и упорядочения элементов в сложных системах.

Выделение поперечных множеств сообщений и информационных цепей зачастую затруднено рассматриваемым способом передачи данных, который может быть: поэлементно-последовательным (последовательный код), когда в канале связи «находится» только одно сообщение из массива данных, или параллельно-последовательным (параллельный код), когда кодовое слово (отдельное сообщение) передаётся сразу по нескольким шинам.

Результирующая информация – это результирующее преобразование последовательных информаций в информационной цепи.

На рис. 1.8, например, в информационной цепи $\langle y_1, y_2, y_3 \rangle$ имеются информаций $y_1 I_{y_{12}} y_2$ и $y_2 I_{y_{23}} y_3$, для которых результирующей информацией будет $y_1 I_{y_{12}} I_{y_{23}} y_3$ или, иначе, $I_{y_{23}} I_{y_{12}} y_1 = y_3$.

Для информаций, как и для кодов, имеют место и легко доказываются теоремы, аналогичные теоремам 1.2 и 1.3, существующим для преобразований.

Теорема 1.6. В информационной цепи информация, состоящая в преобразовании первого сообщения в последнее, является результирующей информацией последовательных информаций.

Например, для информационной цепи промежуточных сообщений, представленной на рис. 1.8, справедливо равенство

$$I_{y13}y_1 = I_{y23}I_{y12}y_1.$$

На практике утверждение теоремы 1.6 важно в тех случаях, когда при отыскании информаций, содержащихся во множестве сообщений, некоторые из них можно получить из оставшихся (известных) информаций как их результирующую. Например, если напряжение во второй точке схемы на 10 В больше, чем в первой точке, а в третьей точке схемы на 27 В больше, чем во второй, то нам без дополнительного измерения известно, что напряжение в третьей точке схемы на 37 В больше, чем в первой.

Теорема 1.7. Результирующая информация двух информаций, из которых одна обратна другой, является тривиальной информацией.

Практическое значение этой теоремы состоит в том, что если после определенного изменения наступило обратное изменение, то полученное состояние не отличается от исходного, в силу чего нет возможности получить какую-либо информацию о происшедшем. Этим пользуется, например, чаще нерадивый школьник, когда стирает в дневнике отметку, не удовлетворяющую его родителей.

Рассмотрим операционные информации, их роль в процессе управления и пользование ими. При измерениях преимущественно используются операционные информации, в которых родом операции является умножение, а параметром – число, показывающее, во сколько раз измеренная величина больше единицы измерения. В обратной к данной операционной информации род операции – умножение, параметр операции – число, показывающее, во сколько раз единица измерения меньше измеренной вели-

чины. Подобная информация имеет место, например, при определении метра как $1/40\,000\,000$ длины меридиана Земли.

Операционными информациями являются изменения слов при склонении, спряжении и т.п. При этом родом операции является дописывание букв к слову, параметр – конкретные буквы или буква. В операционной информации, обратной данной, очевидно обратным родом операции является вычеркивание букв.

При выражении информации языковыми средствами не всегда выделяются четыре основных элемента преобразования: первичное и вторичное сообщения, род и параметр операции. Так, в односложном предложении «светает», которое, очевидно, может содержать информацию, прямо не выделены перечисленные компоненты преобразования. Однако это предложение является операционной информацией, так как здесь речь идёт о том, что положение солнца ниже горизонта становится положением солнца выше горизонта.

Основная информация – это операционная информация, одинаковая для всех последовательных ассоциаций информационной цепи.

Если для какой-либо информационной цепи удаётся найти основную информацию или если множество разных операционных информационных становится множеством одинаковых операционных информационных:

$I_x x_1 = x_2, I_x x_2 = x_3, I_x x_3 = x_4$ и т.д., то такую информацию всегда можно записать компактно в виде рекурсивного выражения

$$I_x x_n = x_{n+1}. \quad (1.1)$$

Авторы полагают, что в случае использования нескольких предыдущих сообщений формула становится рекуррентной и принимает вид

$$I_x(x_n x_{n-1} \dots x_{n-p}) = x_{n+1},$$

где I_x – основная информация. Например, множество членов арифметической прогрессии можно представить основной информацией вида $x_n + d = x_{n+1}$, в которой род операции – сложение, а параметр – d .

При наличии основной информации информация, содержащаяся в информационной ассоциации, образованной от первого сообщения x_1 и некоторого n -го сообщения x_n , является результирующей информацией $(n - 1)$ -х последовательных основных информаций I_x , т.е.

$$I_{x_1 n} x_1 = I_x^{n-1} x_1 = x_n. \quad (1.2)$$

Авторы полагают, что в случае использования нескольких предыдущих сообщений формула принимает вид

$$I_{x_1 2 \dots p n} x_1 x_2 \dots x_p = I_x^{n-1} (x_{n-1} x_{n-2} \dots x_{n-p-1}) = x_n.$$

Для описания основной информации чаще применяется именно такой вид. Например, для арифметической прогрессии имеем $x_1 + (n - 1)d = x_n$.

Использование основных информаций удобно потому, что если известно хотя бы одно сообщение из множества, к которому относится основная информация, то можно найти любое сообщение данного множества.

Бенуа Мандельброт (1975) открыл особый вид множеств – «фракталы», которые отличаются самоподобием элементов и дробной размерностью [10]. Различают геометрические и алгебраические фракталы (читатели могут легко ознакомиться с геометрическими фракталами, так как они очень широко представлены в массовой культуре) [11]. Геометрические фракталы, кроме прочего, в информатике используются для очень эффективного сжатия изображений с потерями.

Элементы алгебраических фрактальных множеств формируются на основе рекуррентных процедур. В математике особо выделяются и исследуются рекуррентные выражения, заключающиеся в выполнении одной и той же операции на разных наборах данных, где каждый следующий набор данных – это результат выполнения предыдущей итерации.

Крупный разработчик вычислительной техники профессор Дж. Вейценбаум в своей книге «Возможности вычислительных машин и челове-

ческий разум. От суждений к вычислениям» указывал на циклическую природу программ для вычислительных машин [12].

Особо отметим, что с позиции теории М. Мазура работа любых машин, в том числе компьютеров, основана на использовании основных информации. *В работе машин можно различать последовательности разных серий физических состояний, в которых каждое последующее состояние формируется на основе предыдущего с помощью одного и того же преобразования (основной информации).*

По мнению некоторых учёных (Ю. В. Чайковский, А. В. Тетенев и др.), математика фрактальных множеств снимает многие ограничения традиционной математики (оставаясь вместе с тем точной дисциплиной). Новая математика может стать инструментом для описания структуры и поведения сложных систем (живых организмов, их сообществ, экосистем, функции мышления), в которых последующие состояния формируются на основе одной и той же или нескольких основных информации, являющихся самоподобными (циклическими). С учётом этого замечания можно предположить, что исследование таких систем будет сводиться к открытию уравнений, представляющих основные информации в сравнении с традиционными точными естественно-научными дисциплинами, где занимаются открытием законов природы – основных кодов.

Заметим, что *в математике множества описываются в соответствии с заранее заданной основной информацией.* Например, такое алгебраическое множество элементов, как «группа», образовано на одной операции – «прибавление некоторого элемента», а множество, называемое «кольцо», – на двух операциях – «прибавление и умножение некоторого элемента». Применение этих операций к любым двум элементам множества дают третий элемент того же множества.

Употребление ассоциативной информации целесообразно, только когда информационная цепь состоит из одной информационной ассоциации, так как при этом получается информационная однозначность. Например, при пользовании таблицей квадратов легко найти в колонке квадратов число, соответствующее 5, – это 25. Однако невозможно однозначно

указать, какое число в первой колонке соответствует числу 5. Или, например, несомненно, что слову «да» соответствует слово «нет», чётное число – нечётному и т.п. Таким образом, при использовании ассоциационных информации цепь управления должна быть такой, что в цепи оригиналов, в цепи образов и в цепях промежуточных сообщений должно быть только по два сообщения (рис. 2.5, раздел 2).

Заметим, что даже при наличии операционной или основной информации однозначность обеспечивается расположением в паре.

Информационной однозначностью одной информационной ассоциации можно объяснить появление двоичной единицы количества информации «бит». Каждый бит информации получается в результате **выбора** из двух равных множеств элементов того множества, в котором находится искомый объект. В процессе поиска выбранное множество элементов вновь делится на два равных подмножества и делается очередной выбор. Очевидно, что при каждом таком выборе имеет место лишь одна ассоциация (подмножеств), поэтому ассоциационной информации оказывается достаточно, и нет необходимости привлекать операционные информации.

1.11. ОСОБЕННОСТИ ОТКРЫТИЯ ОСНОВНОЙ ИНФОРМАЦИИ И ОСНОВНОГО КОДА В ЯВЛЕНИЯХ ПРИРОДЫ

В отличие от математики, в реальной действительности основную информацию и основной код требуется отыскивать и распознавать (открывать) в явлениях природы, что может оказаться нелёгким делом. При этом, в наилучшем случае, поиск основной информации основывается на том, что вначале предполагается определённый род операции, после чего на основе нескольких очередных сообщений в информационной цепи определяется параметр операции, который затем проверяется во всех остальных ассоциациях. Если таким образом не удастся найти основную информацию, то необходимо проделать все заново, но для другого подходящего рода операций. Ещё труднее отыскивать основную информацию, если не удаётся найти простое (однооперационное) преобразование, так как при этом приходится предполагать её более

сложной, т.е. состоящей из нескольких операций. В этом случае приходится задавать n родов и $(n - 1)$ параметров операций и на их основе искать оставшийся параметр. Таким образом, процедура поиска основной информации сводится к перебору возможных родов и параметров операций. Заметим, однако, что профессиональный опыт, математическое и инженерное (в широком смысле) образование, а также интуиция позволяют человеку находить основную информацию и основной код, не осуществляя полного перебора.

В очень короткой информационной цепи может присутствовать большое число основных информаций. При попытке связать несколько коротких информационных цепей также можно выявить множество основных кодов. Так, зачастую малое число фактов удаётся увязать с помощью многих разных гипотез. С ростом числа сообщений в информационной цепи число основных информаций уменьшается. При большом числе ассоциаций вообще может не оказаться ни одной основной информации или существует только одна. Так, большое число разнородных фактов чаще не удастся связать одной формулой.

Распознавание и отыскание основной информации (и основного кода) в явлениях природы, данные о которых основаны на измерениях, затруднены не только из-за возможного большого числа неизвестных родов и параметров операций. Так как измерения всегда сопряжены с погрешностями, то всегда у исследователя может возникнуть сомнение: либо расхождения экспериментальных и расчётных данных вызваны ошибками измерения, либо эти расхождения обусловлены неверным предположением об основной информации (или основном коде).

Кроме того, необходимо учитывать следующее. Самым первым этапом на пути открытия закономерности является выявление собственно предметной области исследований, которое до настоящего времени не формализовано. Таким образом, выявление предметной области и открытие закономерностей является **научным творчеством**.

Однако пользование основной информацией настолько удобно, что её пытаются найти хотя бы для небольших множеств сообщений или даже предпочитают иметь приближённую информацию. Такой информацией,

например, является аппроксимирующая зависимость для группы экспериментальных точек. Стремление получить основную информацию приводит к тому, что ее пытаются найти даже там, где её нет. Например, когда независимые данные связываются на графике такими кривыми, чтобы они имели хоть какой-нибудь «смысл».

1.12. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Определите информационную ассоциацию, информацию, а также перечислите и определите различные виды информации; приведите примеры.

2. Каково влияние приёмника на определение числа информации в информационной цепи?

3. Определите информационную цепь. Какую роль в процессе управления играет определённый порядок сообщений в информационной цепи? Чем объясняются общепринятые людьми и существующие в природе определённые способы упорядочения?

4. Определите результирующую информацию и её свойства.

5. Какова роль операционных информаций, основной информации? Как записывается последняя?

6. Как изменяется количество основных информаций с ростом числа сообщений в информационной цепи?

7. Какова роль основных информаций в математике?

8. Почему люди стремятся отыскать основные информации?

9. Чем затруднено отыскание основной информации и основного кода?

10. Какое отношение имеет информационная ассоциация к единице количества информации – биту?

11. Как получается каждый бит информации? Сколько бит требуется при поиске заданного объекта среди множества, состоящего из 32 разных объектов?

12. В каком случае возможен процесс управления с использованием ассоциационных информаций?

2. ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИЙ – ИНФОРМИРОВАНИЕ

2.1. ПОНЯТИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНФОРМИРОВАНИЯ

2.1.1. Допущения теории

Рассмотрим второй тип информационных процессов – преобразования информации в цепи управления.

Представленные здесь формализмы организации информирования основаны на следующих допущениях теории, разработанной М. Мазуром [8]:

- информирование имеет место только в процессе управления;
- процесс управления протекает в контуре управления, который состоит из управляющей и управляемой систем, связанных цепями (каналами) управления;
- каждая из цепей управления начинается на выходе источника воздействия и заканчивается на входе приемника воздействия (рис. 2.1);
- в цепи управления протекает физический процесс воздействия источника на приемник;
- процесс воздействия источника на приемник состоит из множества различных физических состояний (сообщений), которое разбито на продольные (от источника к приемнику) и поперечные подмножества сообщений (рис. 2.1);
- сообщения любого продольного подмножества упорядочены, связаны преобразованиями – кодами K , т.е. образуют кодовую цепь;
- сообщения любого поперечного подмножества упорядочены, связаны преобразованиями – информацией I , т.е. образуют информационную цепь (на рис. 2.1 изображены: на выходе источника – цепь оригиналов $\{x_1, x_2, x_3\}$, на входе приемника – цепь образов $\{z_1, z_2, z_3\}$, между ними – всего одна цепь промежуточных сообщений $\{y_1, y_2, y_7\}$).

Все множество сообщений, составляющих процесс воздействия источника на приемник (в контуре управления), можно рассматривать либо как множество кодовых цепей, либо как множество информационных це-

пей. Поэтому с формальной точки зрения безразлично, кодовые цепи или информационные цепи преобразуются друг в друга в процессе управления, в обоих случаях между кодами и информацией, рассматриваемыми как преобразования, разницы нет (рис. 2.1).

Однако, если принять во внимание, что в реальном процессе управления сообщения передаются в определенной цепи (канале) управления, образуя воздействие источника на приемник, то между преобразованиями вдоль и поперек цепи управления – кодами и информацией – различие оказывается существенным.

Воздействие источника на приемник в процессе управления – это воздействие вдоль цепи управления, являющееся преобразованием информационных цепей друг в друга, а именно – цепи оригиналов в последовательные цепи промежуточных сообщений до создания цепи образов.

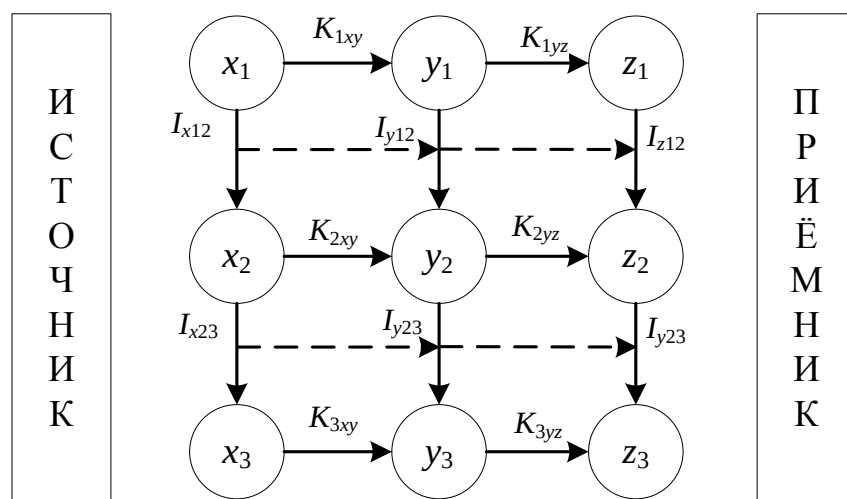


Рис. 2.1. Информационные и кодовые цепи в канале управления

Преобразование же информационных (упорядоченных) цепей является не только преобразованием сообщений, составляющих эти цепи, но также одновременно – это **преобразование информации**, содержащихся в ассоциациях (парах) этих сообщений, а именно – информации цепи оригиналов преобразуются в информации последовательных цепей промежуточных сообщений (на рис. 2.1 изображена одна такая цепь) и, наконец, в информации цепи образов. Преобразования информации на рис. 2.1

показаны пунктирными стрелками. Таким образом, процесс воздействия источника на приемник представлен, с одной стороны, физическими преобразованиями вещественно-энергетических состояний (сообщениями) друг в друга. С другой стороны – структурными преобразованиями преобразований этих сообщений (информациями).

2.1.2. Информирование как преобразование информации

Информирование – это преобразование информации, содержащихся в цепи оригиналов, в информации, содержащиеся в цепи образов.

Например, информированиями являются: *преобразование расположения* участков местности в *расположение* тех же участков на карте этой местности, преобразование расположения букв и слов в тексте в расположение во времени соответствующих им звуков говорящего человека, *преобразование связей* между напряжениями в разных точках электронной схемы (существующими в момент времени t) *в связи* между показаниями вольтметров (наблюдаемыми в тех же точках в данный момент) и т.п.

Из определения следует, что для осуществления информирования в цепи управления должно быть не менее 4 сообщений – двух оригиналов и двух образов; в этом простейшем случае информирование представляет собой преобразование информации ассоциации (пары) оригиналов в информацию ассоциации образов.

Как связана информация, содержащаяся в цепи образов (на входе приемника), с информацией, содержащейся в цепи оригиналов (на выходе источника)? На этот вопрос помогает ответить следующая теорема.

Теорема 2.1. Информация, содержащаяся в ассоциации образов, является результирующей трех преобразований:

- 1) кода, обратного коду, преобразующему первичный оригинал в первичный образ;
- 2) информации, содержащейся в ассоциации оригиналов;
- 3) кода, преобразующего вторичный оригинал во вторичный образ.

Дано: ассоциация оригиналов $\{x_1, x_2\}$, ассоциация промежуточных сообщений $\{y_1, y_2\}$, ассоциация образов $\{z_1, z_2\}$, коды

$$(K_{1xy})x_1 = y_1, \quad (2.1)$$

$$(K_{2xy})x_2 = y_2, \quad (2.2)$$

$$(K_{1yz})y_1 = z_1, \quad (2.3)$$

$$(K_{2yz})y_2 = z_2, \quad (2.4)$$

и информация

$$(I_{x12})x_1 = x_2. \quad (2.5)$$

Требуется найти информацию I_{z12} (рис. 2.2).

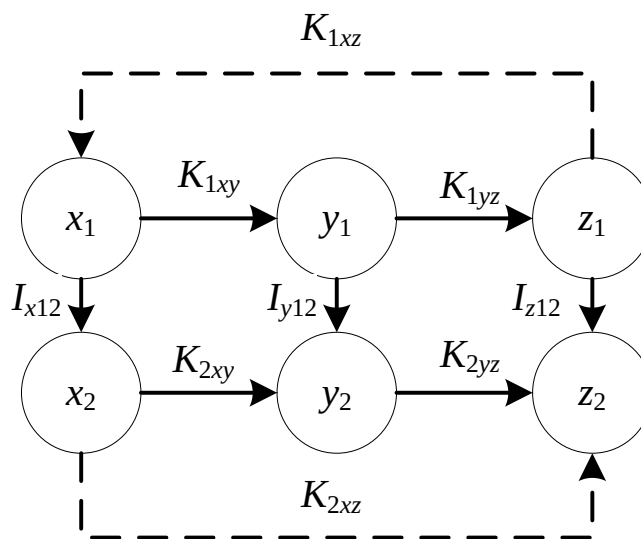


Рис. 2.2. Организация информирования в общем случае

Доказательство данной теоремы строится на основе теоремы 1.2 (раздел 1), в которой устанавливается соответствие между преобразованием первого сообщения сразу в последнее сообщение цепи преобразований и последовательными преобразованиями рассматриваемой цепи. В данном случае в цепи управления при доказательстве теоремы необходимо рассматривать цепь преобразований $\langle z_1, y_1, x_1, x_2, y_2, z_2 \rangle$.

Доказательство. Для получения образа z_2 из образа z_1 возможно два пути: либо применив к z_1 искомое преобразование (информацию) I_{z12} , т.е. в виде

$$(I_{z12})z_1 = z_2, \quad (2.6)$$

либо через промежуточные сообщения y_1, y_2 , применив к z_1 результирующее преобразование кода K_{1zy} (обратного коду K_{1yz}), информации I_{y12} и кода K_{2yz} , т.е. в виде

$$(K_{1yz}I_{y12}K_{1zy})z_1 = z_2. \quad (2.7)$$

В свою очередь промежуточные сообщения y_1, y_2 могут быть связаны также двумя путями: в виде

$$(I_{y12})y_1 = y_2 \quad (2.8)$$

и результирующим преобразованием кода K_{1yx} (обратного коду K_{1xy}), информации I_{x12} и кода K_{2xy} , т.е. в виде

$$(K_{2xy}I_{x12}K_{1yx})y_1 = y_2. \quad (2.9)$$

Из сравнения (2.8) и (2.9) получим

$$I_{y12} = K_{2xy}I_{x12}K_{1yx}. \quad (2.10)$$

Подставляя в (2.7) выражение (2.10), получаем

$$(K_{1yz}(K_{2xy}I_{x12}K_{1yx})K_{1zy})z_1 = z_2. \quad (2.11)$$

Из сравнения (2.6) и (2.11) окончательно получим

$$I_{z12} = (K_{1yz}K_{2xy})I_{x12}(K_{1xy}K_{1zy}), \quad (2.12)$$

где $(K_{1xy}K_{1zy})$ – код, обратный коду, преобразующему первичный оригинал x_1 в первичный образ z_1 ; I_{x12} – информация, содержащаяся в ассоциа-

ции оригиналов $\{x_1, x_2\}$; $(K_{2yz}K_{2xy})$ – код, преобразующий вторичный оригинал во вторичный образ.

Полученный в виде (2.12) результат можно распространить на произвольное число ассоциаций в кодовой цепи. Если обозначить $K_{1xy}K_{1zy} = K_{1zx}$ и $K_{2xy}K_{2yz} = K_{2xz}$, то выражение (2.12) запишется компактно в виде

$$I_{z12} = K_{2xz}I_{x12}K_{1zx}. \quad (2.13)$$

Таким образом, если на выходе управляемой системы (источник воздействия) имеется ассоциация оригиналов $\{x_1, x_2\}$, а на входе управляющей системы (приемник воздействия) ассоциация образов $\{z_1, z_2\}$, то состояние управляющей системы зависит от информации I_{z12} , а не от информации I_{x12} , непосредственно недоступной для этой системы в силу наличия цепи управления, причем информации I_{z12} и I_{x12} могут быть как одинаковыми (соответствие информации), так и различными (несоответствие информации).

Аналогично можно утверждать и в общем случае (когда информационные цепи содержат больше двух сообщений) – **приемник реагирует на информации, содержащиеся в цепи образов, а информации, содержащиеся в цепи оригиналов, для него непосредственно не доступны из-за наличия цепи (канала) управления.** Поэтому может быть и так, что информации в цепи образов отличаются от информации в цепи оригиналов.

Из данной теоремы и выражений (2.12), (2.13) также следует, что **соответствие между информацией в образах и оригиналах зависит от выбора кодов.** До сих пор мы рассматривали кодовую цепь как самостоятельный элемент цепи управления, расположенный между оригиналами и образами. Однако в цепях (каналах) управления реальных систем управления некоторые кодовые цепи могут и не являться самостоятельными элементами из-за их разветвления или соединения с другими кодовыми цепями. Кроме того, возможны случаи, в которых кодовые цепи не завершены. В этих ситуациях **наблюдается увеличение или уменьшение числа информации**, что можно понять, введя следующие определения.

2.1.3. Симуляционное информирование

Симуляционное информирование – это такое информирование, при котором множество образов содержит больше нетривиальных информаций, чем их содержит множество оригиналов.

В подобных случаях происходит неправильное информирование, из-за того что приемник получает больше информаций, чем отправляет их источник.

2.1.4. Диссимуляционное информирование

Диссимуляционное информирование – это такое информирование, при котором множество образов содержит меньше нетривиальных информаций, чем их содержит множество оригиналов.

В таких ситуациях происходит неправильное информирование, потому что приемник получает меньше информаций, чем отправляет их источник.

2.1.5. Конфузионное информирование

Конфузионное информирование – это информирование, образованное из симуляционного и диссимуляционного информирований.

В подобных случаях часть отправленных источником информаций теряется в цепи (канале) управления, а информация, полученная приемником, искажается из-за неполной информации источника, а также из-за добавления части информаций в цепи управления.

2.1.6. Об энергоматериальных и структурных процессах

Заключая общие рассуждения об информировании, полезно уточнить *разницу между энергоматериальными и структурными процессами*, которая отмечена в п. 1.3 (раздел 1). С энергоматериальной точки зрения процесс управления основывается на преобразованиях оригиналов в образы, в то время как со структурной точки зрения процесс управления основан на *преобразованиях преобразований оригиналов в преобразования образов*.

Например, с энергоматериальной точки зрения измерение основано на том, что при определенном значении измеряемой величины (оригинал) возникают определенные силы, под влиянием которых стрелка измерительного прибора занимает определенное положение, в то время как со структурной точки зрения измерения основаны на том, что при изменении измеряемой величины в определенных пределах (информация, содержащаяся во множестве оригиналов) возникают соответствующие изменения в положении стрелки измерительного прибора (информация, содержащаяся во множестве образов). С энергоматериальной точки зрения действия измерительного прибора есть работа, со структурной же точки зрения действие прибора есть информирование.

Энергия расходуется как в процессах с совершением работы (например, при движении, нагревании и т.д.), так и в процессах управления, но между ними существует следующее различие: в рабочих процессах определенное количество энергии расходуется с целью выполнения какой-то работы (идеальным было бы расходование лишь такого количества энергии, которое теоретически необходимо, т.е. исключение потерь энергии), в процессах же управления целью является не работа, а информирование (идеальным было бы информирование без всякого расхода энергии). В связи с этим, изучая контур управления, мы не интересуемся, как в нем расходуется энергия, а интересуемся лишь тем, что при этом происходит с информацией.

Отчасти необходимость различать энергоматериальные и структурные процессы возникла в физике в связи с изучением волнового процесса. В случае волн, расходящихся по поверхности воды, вертикальное перемещение частиц воды считается энергоматериальным процессом, зависящим от материальной среды (в данном случае воды) и от энергии воздействующей силы. Горизонтальное же движение волн по поверхности воды – структурный процесс. Это не движение частиц воды, а движение волны по поверхности воды, т.е. изменение геометрических соотношений между положениями определенных частиц воды.

Ещё одним примером структурного процесса является движение «точки пересечения лезвий» у закрывающихся или открывающихся ножниц.

Такого же рода структурным процессом является движение информации, основанное на том, что определенное изменение вначале появляется во множестве оригиналов, затем в ближайшем множестве промежуточных сообщений, затем в следующем множестве промежуточных сообщений и т.д. вплоть до множества образов.

Изучению соответствия между информацией, содержащимися во множестве оригиналов и во множестве образов, посвящён следующий раздел.

2.1.7. Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите и сформулируйте допущения, принятые в теории организации информирования.
2. Какие из цепей преобразований сообщений (информационные или кодовые) образуют направленное воздействие источника на приемник?
3. Как из цепей преобразований образуется воздействие источника на приемник?
4. Сформулируйте определение понятия «информирование».
5. Каково минимальное число оригиналов и образов для организации информирования в канале управления?
6. Как связаны информации, содержащиеся в цепи образов, с информацией, содержащимися в цепи оригиналов?
7. Сформулируйте и докажите теорему 1.1.
8. От чего зависит соответствие между информацией в цепях образов и оригиналов?
9. Назовите ситуации информирования, в которых отдельные кодовые цепи не расположены целиком между соответствующими оригиналами и образами в канале управления. Как такие ситуации определяют соотношение между числами информации в цепях оригиналов и образов?
10. Сформулируйте определение понятия «симуляционное информирование»; приведите примеры.
11. Сформулируйте определение понятия «диссимуляционное информирование»; приведите примеры такого информирования.
12. Сформулируйте определение понятия «конфузионное информирование»; приведите соответствующие примеры.

13. Определите разницу между энергоматериальными и структурными процессами.

14. На чем основаны «рабочие процессы»?

15. На чем основаны «процессы управления»?

16. Какими являются затраты энергии на выполнение работы в реальном и идеальном рабочих процессах управления?

17. Какими являются затраты энергии на информирование в реальном и идеальном рабочих процессах управления?

18. Что такое «структурный процесс»? Возможно ли его существование без энергоматериальных изменений в цепи управления?

2.2. ТРАНСИНФОРМИРОВАНИЕ – ПРАВИЛЬНОЕ ИНФОРМИРОВАНИЕ

Вначале рассмотрим *организацию такого информирования*, при котором передаваемые в цепи управления информации не искажаются.

2.2.1. Трансинформирование

Трансинформирование или правильное информирование – это информирование, в котором информации в цепи множества образов такие же, как информации в цепи множества оригиналов.

Утверждение об одинаковости информаций в цепях оригиналов и образов для ассоциационных информаций означает, что они являются ассоциационными преобразованиями с одинаковыми первичными и, соответственно, вторичными сообщениями, а для операционных информаций – что это операционные преобразования с одинаковыми операциями (но не обязательно одинаковыми сообщениями в цепях оригиналов и образов).

Определим разные организации множества сообщений в цепи (канале) управления, которые обеспечивают условия правильного информирования.

Очевидно, что формально простейшим для этого способом является трансинформирование с помощью тривиальных кодов, которые обеспечивают одинаковые сообщения (в том числе оригиналы и образы) в кодовой цепи.

2.2.2. Тривиальное трансинформирование

Тривиальное трансинформирование – это трансинформирование с помощью тривиальных кодов.

Тривиальные коды могут быть равнозначными (обеспечивающими одинаковость всех сообщений в кодовой цепи) и тождественными (с совпадением оригинала и образа). Соответственно этому можно различать два вида трансинформирования.

Равнозначное трансинформирование – это трансинформирование с помощью равнозначных кодов (рис. 2.3, а).

Тождественное трансинформирование – это трансинформирование с помощью тождественных кодов (рис. 2.3, б).

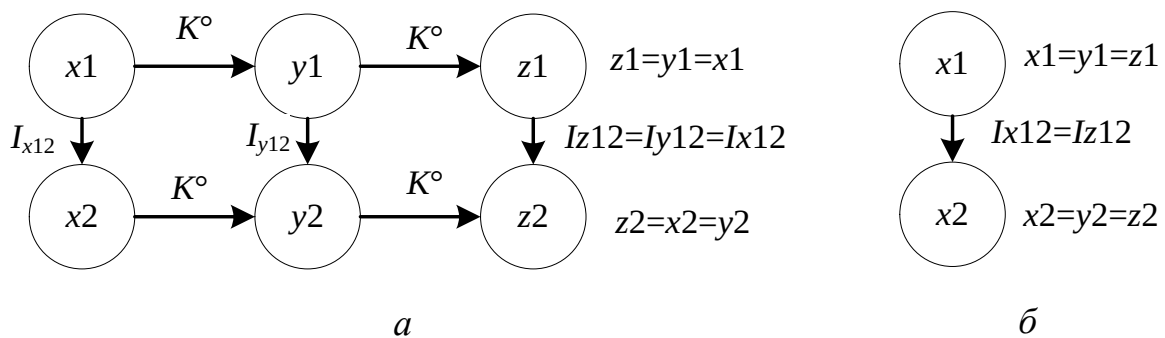


Рис. 2.3. Тривиальное трансинформирование:

а – равнозначное трансинформирование; K° – равнозначный тривиальный код;

$I_{x12}, I_{y12}, I_{z12}$ – информации, содержащиеся в ассоциациях сообщений,

соответственно: оригиналов x_1 и x_2 , промежуточных сообщений y_1 и y_2 ,

образов z_1 и z_2 ; б – тождественное трансинформирование

Очевидно, что тождественное трансинформирование реализуется в ситуациях, когда выход источника сообщений «состыкован» непосредственно с входом приемника. При этом в контуре управления управляющая и управляемая системы соединены между собой без цепей (каналов) управления или без одной из них.

Рассмотрим различные **способы трансинформирования с помощью нетривиальных кодов**.

2.2.3. Аналоговое трансинформирование

Аналоговое трансинформирование – это трансинформирование, преобразующее однооперационные информации, содержащиеся в цепях оригиналов, в такие же информации цепей промежуточных сообщений и образов с помощью основных однооперационных кодов с такого же рода операций, что и в информациях цепи оригиналов. (Термин «аналогия» представляет собой соответствие, сходство, подобие в определенном отношении предметов, явлении или понятий, в целом различных).

Докажем возможность правильного информирования при этих условиях для информационных цепей, содержащих только по два сообщения. Возможность трансинформирования информации других ассоциаций сообщений при более длинных информационных цепях при выполнении этих же условий очевидна.

Теорема 2.2. Если основные коды являются однооперационными преобразованиями с операцией того же рода, что и информация в ассоциации оригиналов, то информация, содержащаяся в ассоциации промежуточных сообщений, и информация, содержащаяся в ассоциации образов, одинаковы с информацией, содержащейся в ассоциации оригиналов.

Дано: ассоциации сообщений: оригиналов $\{x_1, x_2\}$, промежуточных сообщений $\{y_1, y_2\}$ и образов $\{z_1, z_2\}$; однооперационные основные коды $K_{1xy} = K_{2xy} = K_{xy}, K_{1yz} = K_{2yz} = K_{yz}$; однооперационная информация I_{x12} , имеющая одинаковый с кодами род операции (рис. 2.4).

Требуется доказать, что $I_{z12} = I_{y12} = I_{x12}$.

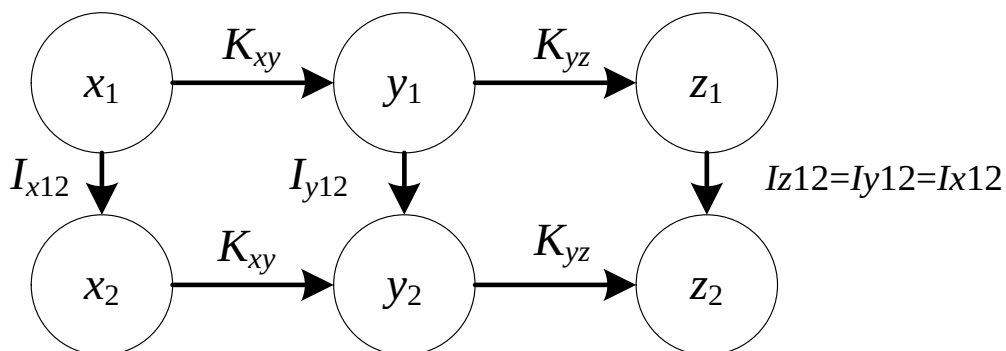


Рис. 2.4. Аналоговое трансинформирование

Доказательство. В соответствии с теоремой 2.1

$$I_{z12} = K_{2yz}I_{y12}K_{1yz},$$

$$I_{y12} = K_{2xy}I_{x12}K_{1yx}.$$

Так как все преобразования в правых частях выражений однооперационные с одинаковым родом операций, то их последовательность может быть любая, т.е. данные выражения можно переписать в виде

$$I_{z12} = I_{y12}K_{1zy}K_{2yz},$$

$$I_{y12} = I_{x12}K_{1yx}K_{2xy}.$$

Так как по условию коды, связывающие поперечные ассоциации сообщений, являются основными одинаковыми операционными, то

$$I_{z12} = I_{y12}K_{zy}K_{yz},$$

$$I_{y12} = I_{x12}K_{yx}K_{xy}.$$

По теореме 1.5 (раздел 1) результирующий код двух кодов, один из которых обратен другому, является тривиальным; поэтому

$$K_{zy}K_{yz} = K^{\circ}$$

$$\text{и } K_{yx}K_{xy} = K^{\circ}.$$

С учетом данных тривиальных кодов выражения для I_{z12} и I_{y12} можно переписать, опуская символ тривиального преобразования K° , в виде

$$I_{z12} = I_{y12},$$

$$I_{y12} = I_{x12},$$

откуда следует, что

$$I_{z12} = I_{y12} = I_{x12},$$

т.е. информации, содержащиеся в ассоциациях образов, промежуточных сообщений, такие же, как информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов.

Очевидно, что данную теорему можно обобщить на произвольное число множеств промежуточных сообщений.

В частном случае, когда информации, содержащиеся в последовательных ассоциациях цепи оригиналов представляют собой основную однооперационную информацию $I_{x12} = I_{x23} = \dots = I_x$ с таким же родом операции, как у основного однооперационного кода, из данной теоремы следует, что аналоговое трансинформирование обеспечивает наличие такой же основной информации во всех цепях множеств промежуточных сообщений, а также в цепи образов, так как при $I_{x12} = I_{x23} = \dots = I_x$, $I_{y12} = I_{y23} = \dots = I_y = I_x$, $I_{z12} = I_{z23} = \dots = I_z = I_y = I_x$.

Как следует из данной теоремы, **характерным для аналогового трансформирования является** то, что множество сообщений в произвольном месте цепи управления содержит те же информации, что и множество оригиналов, независимо от различий между сообщениями, принадлежащими разным поперечным множествам сообщений. **Чтобы найти информацию, содержащуюся во множестве оригиналов, можно использовать любое из поперечных множеств сообщений.**

Простейшим математическим видом аналогового трансинформирования является **аналогия, основанная на сложении**. Например, если ассоциация оригиналов x_1 и x_2 , содержащая информацию $x_1 + a = x_2$, преобразуется в ассоциацию промежуточных сообщений y_1 и y_2 с помощью основного кода $x_1 + b = y_1$, $x_2 + b = y_2$, то после определения x_1 и x_2 из указанных уравнений и подстановки в уравнение информации, содержащейся в ассоциации оригиналов, получается информация, содержащаяся в ассоциации промежуточных сообщений $y_1 + a = y_2$. Если, в свою очередь, ассоциация промежуточных сообщений преобразуется в ассоциацию образов z_1 и z_2 с помощью основного кода $y_1 + c = z_1$, $y_2 + c = z_2$, то после аналогичных преобразований в ассоциации образов снова **получаем такую же информацию**, как в оригиналах и промежуточных сообщениях, а именно $z_1 + a = z_2$.

Аналоговое трансинформирование, основанное на сложении, используется чаще, чем это может показаться на первый взгляд. Например, на этой основе в аналитической геометрии производится **преобразование координат** путем сдвига начала координат параллельно осям исходной системы координат. Конструкторы технических систем часто выносят определенную часть системы в другое место чертежа, что не меняет содержащуюся в нем информацию.

Широкое применение находит **аналоговое трансинформирование, основанное на умножении**. Если ассоциация оригиналов $\{x_1, x_2\}$, содержащая информацию $a \cdot x_1 = x_2$, преобразуется в ассоциацию промежуточных сообщений $\{y_1, y_2\}$, а затем – в ассоциацию образов $\{z_1, z_2\}$, с помощью основных кодов, соответственно: $b \cdot x_1 = y_1, b \cdot x_2 = y_2$; $c \cdot y_1 = z_1, c \cdot y_2 = z_2$, то аналогично тому, как это было для операции сложения, можно получить, что $a \cdot y_1 = y_2$ и $a \cdot z_1 = z_2$. И здесь также видно, что **информация**, состоящая на этот раз в операции «умножение на a », **одинакова** в ассоциациях оригиналов, промежуточных сообщений и образов.

В аналоговом трансинформировании, основанном на умножении, **образы пропорциональны оригиналам**, причем параметрами операции соответствующих основных кодов являются коэффициенты пропорциональности

$$b = y_1/x_1 = y_2/x_2 \quad \text{и}$$

$$c = z_1/y_1 = z_2/y_2,$$

которые обычно называются **коэффициентами подобия или масштабами**.

Примерами аналогового трансинформирования, основанного на умножении, являются следующие аналогии: между изменением физической величины и ее графиком или осциллограммой, между фотографией и ее увеличенной или уменьшенной репродукцией, между подобными треугольниками. В последнем примере оригиналами x_1, x_2, x_3 можно считать стороны одного треугольника, образами y_1, y_2, y_3 – стороны второго треугольника. Основным однооперационным кодом является «умножение

на коэффициент подобия». Отношения сторон в каждом из этих треугольников можно считать параметрами операций, на которых основывается содержащаяся в этих треугольниках информация. Последовательность подобных треугольников можно рассматривать как последовательность поперечных множеств сообщений, из которых «самое первое» – это множество оригиналов, а любое другое – фактически наблюдаемое – это множество образов.

В понятиях теории моделирования здесь идет речь об *оригинале и модели* (треугольника). Однако на практике в качестве оригинала и модели выступают не произвольные поперечные множества сообщений, которые к тому же размещены не в очевидном «канале» не очевидного контура управления, предназначенного для познания некоторого объекта или явления. Данные понятия обычно определяются следующим образом.

2.2.4. О моделях и моделировании

Модель – это естественно существующее или искусственно созданное явление (объект, предмет, структура, процесс, ситуация и т.п.), аналогичное другому явлению – оригиналу. При этом непосредственное исследование оригинала затруднено или вовсе невозможно.

Моделирование определяется как метод опосредованного познания явлений-оригиналов при помощи моделей, способных в определенных отношениях представлять изучаемый объект и давать о нём новое знание.

В процессе моделирования следует выделять два этапа – построение модели и использование готовой модели. Зачастую для построения модели, адекватной оригиналу, данные этапы могут неоднократно повторяться: при этом процесс моделирования оказывается циклическим.

Заметим, что слово «модель» происходит от латинского «modulus», которое переводится как «мера», «образец»; «аналогия» – сходство отношений.

Моделирование широко применяется в повседневной жизни людей для анализа прошлых и планирования будущих событий; в научных исследованиях – для познания явлений природы; при проектировании слож-

ных, больших и уникальных систем, когда из-за больших материальных затрат и дефицита времени недопустимо создание неработоспособных или неэффективных опытных образцов.

Таким образом, **метод моделирования позволяет** получить новую информацию о множестве оригиналов, когда их непосредственное изучение затруднено или вообще невозможно, в отличие от множества образов, представленных моделью. Однако следует заметить, что действительно новой информацией является открываемая исследователем интуитивно на основе опыта и накопленных знаний сама аналогия между разными системами, объектами или явлениями. Аналоговое трансинформирование об информации, содержащейся во множестве оригиналов, с помощью аналогичной модели становится возможным только после открытия неочевидной аналогии оригинала и модели как принадлежности обоих поперечных множеств сообщений одной и той же цепи управления. При этом физическая природа поперечных множеств сообщений оригинала и его модели может быть различной.

Для осуществления **физико-математического моделирования** одного объекта или явления с помощью более доступного другого обязательной является схожесть математических описаний сопоставляемых явлений; их материальная природа обычно бывает различной. Например, **процесс смещения массивной подвижной части** механической системы, содержащей, кроме того, демпфер (гаситель колебаний) или трущиеся части и пружину, под действием внешней силы и **процесс изменения электрического заряда** емкости в составе электрической цепочки из последовательно соединенных элементов, в которой, кроме того, имеется омическое сопротивление и индуктивность, под действием приложенного к этой цепочке напряжения описываются сходственными дифференциальными уравнениями второго порядка соответственно в виде

$$m \frac{d^2 S}{dt^2} + w \frac{dS}{dt} + \frac{1}{c} S = F(t),$$

$$L \frac{d^2 q}{dt_3^2} + R \frac{dq}{dt_3} + \frac{1}{C_3} q = U(t_3).$$

Напомним, что первое уравнение представляет сложение сил инерции, трения и упругости, уравновешивающих внешнюю силу, действующую на механическую систему. Второе уравнение представляет сложение падений напряжения на индуктивности, сопротивлении и емкости, уравновешивающих ЭДС источника, приложенную к данной цепочке.

В этом примере приведена классическая *электромеханическая аналогия* между электрическими и механическими процессами, в которой имеет место соответствие в форме пропорциональности между следующими величинами:

Оригиналы	Образы
m – масса;	L – индуктивность;
w – коэффициент трения;	R – омическое сопротивление;
c – коэффициент упругости;	C_{ε} – электрическая емкость;
S – линейное смещение;	q – электрический заряд;
F – механическая сила;	U – ЭДС источника;
t – время процесса колебаний в механической системе.	t_{ε} – время процесса колебаний в электрической цепочке.

Заметим, что при моделировании *коэффициенты пропорциональности между сходственными переменными величинами* ($M_q = q/s$, $M_u = u/f$, $M_t = t_{\varepsilon}/t$) обычно называются *масштабами переменных*.

К настоящему времени, кроме электромеханической аналогии, открыты: электрогидравлическая, электроакустическая, электротермическая, а также много других аналогий между разнородными явлениями. На использовании подобных аналогий основано *аналоговое моделирование* с помощью электронных *аналоговых вычислительных машин* (АВМ). Заметим, что в 1908 г. В. И. Ленин, излагая взгляды известного австрийского физика Л. Больцмана, писал: «...единство природы обнаруживается в «поразительной аналогичности» дифференциальных уравнений, относящихся к разным областям явлений» (4-е изд., Т.13, с. 276).

Предположение о пропорциональности образов оригиналам некоторых сопоставляемых множеств является по существу предположением

об **аналоговом трансинформировании** с помощью основного кода, в котором родом операции является умножение, а параметр операции неизвестен. Однако для получения информации, содержащейся в труднодоступном множестве оригиналов, **знание параметра операции** (масштаба, коэффициента подобия) **не требуется**; так как для считывания из множества образов точно такой же информации достаточно выполнения условия, чтобы это был **однооперационный основной код с того же рода операцией, что и однооперационные информации**, содержащиеся во множестве оригиналов.

Это свойство аналогового трансформирования позволяет широко использовать **физическое моделирование** (макетирование), при котором не требуется математическое описание исследуемого объекта, а достаточно лишь соблюдать **геометрическое подобие** между моделью-макетом и исследуемым объектом; сходство процессов и свойств обеспечивается, кроме того, одинаковой обычно материальной природой сопоставляемых объектов.

Зачастую, кроме информации, содержащихся в труднодоступном множестве оригиналов, требуются все **значения самих оригиналов**. Очевидно, что в этих случаях при аналоговом моделировании (трансформировании) **требуется установить значения параметров однооперационных основных кодов** (коэффициентов подобия, масштабов). **Для этого необходимо получить непосредственный доступ** хотя бы к малому подмножеству оригиналов, что осуществляется обычно путем проведения зондажа, взятия проб, выборочных измерений «на натуре», получения контрольных выборок и т.п. Обычно дорогостоящие непосредственные исследования «натуры» удастся существенно сократить при получении ее математического описания, которое «связывает» все множество оригиналов или хотя бы его отдельные подмножества.

Несоблюдение **условия, чтобы при использовании метода аналогии код был основным и однооперационным с тем же родом операции**, что и информация, приводит к ошибочным выводам.

Например, пусть аналогия между размерами проектируемых кораблей, самолетов и т.д. и размерами их миниатюрных моделей не распрост-

раняется на сопротивление потока воды, воздуха, ускорения силы тяжести и другие физические величины. В этом случае информация, полученная из моделей (множество образов), будет отличаться от информации, относящейся к сооружениям в натуральную величину (множество оригиналов).

Наиболее удобны образы в виде математических символов и чисел (цифр), что и послужило стимулом в развитии *математического моделирования*, а также широко распространенного его вида – *цифрового моделирования*, которое основано на использовании цифровых вычислительных машин (ЦВМ). Этим же объясняется широкое применение станков с числовым программным управлением (ЧПУ), промышленных роботов и других искусственных интеллектуальных систем, а также развитие цифрового моделирования для исследования мышления человека. ЦВМ по существу *являются универсальными моделями*, поскольку при их использовании не имеет значения, из чего физически «состоят» моделируемые объекты как множества оригиналов, важны лишь содержащиеся в них информации.

Отметим также бурное развитие кибернетики, в которой открыты общие (аналогичные) закономерности управления и связи в технических и социальных системах, в живых организмах, а также в комбинированных системах. Большую роль в кибернетических системах играют *обратные связи*, при которых часть сообщений и информации с выхода системы подается на ее вход.

Аналогии, в частности, основанные на умножении, это настолько удобные виды трансформирования, что их наличие предполагается даже в тех случаях, когда их заведомо нет. Например, *линейная интерполяция* основана на предположении, что отношение разности двух значений зависимой переменной y_2 к части этой разности $y_1 < y_2$ равно отношению соответствующей разности независимой переменной x_2 к соответствующей части $x_1 < x_2$ этой разности: $y_2/y_1 = x_2/x_1$, откуда искомая часть y_1 разности y_2 , соответствующая данной части x_1 разности x_2 , равна $y_1 = y_2(x_1/x_2)$. Реальные зависимости обычно лишь на отдельных, иногда малых своих участках могут быть приближенно линейно интерполированы.

2.2.5. Компенсационное трансинформирование

Рассмотрим еще один способ трансинформирования с помощью нетривиальных ходов.

Из теоремы 2.1 следует, что *трансинформирование происходит всегда, когда результирующие коды во всех кодовых цепях канала управления тривиальны*. Поэтому для правильного информирования можно применять *компенсацию кодов*, т.е. использовать в каждой кодовой цепи обратные коды, благодаря которым результирующие коды становятся тривиальными (рис. 2.5).

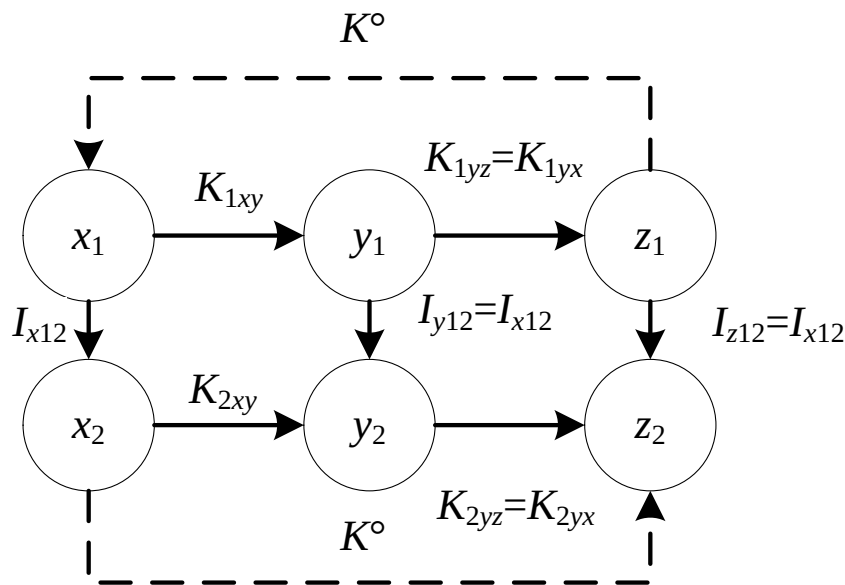


Рис. 2.5. Компенсационное трансинформирование:

$K_{1yz}K_{1xy} = K^o$ и $K_{2yz}K_{2xy} = K^o$ – тривиальные коды

Компенсационным трансинформированием называется такое трансинформирование, в котором результирующие коды тривиальны.

Заметим, что при таком трансинформировании не требуется наличие основных кодов, так как компенсацию кодов можно осуществлять для каждой кодовой цепи отдельно, однако одинаковые информации при этом содержатся только во множествах оригиналов и образов; информации множеств промежуточных сообщений могут отличаться от информации оригиналов, что не позволяет считывать их без искажения с произ-

вольных поперечных множеств сообщений, как это формально возможно при аналоговом трансинформировании.

В то время как аналоговое трансинформирование преобразует только однооперационные информации посредством однооперационных (основных) кодов, *в компенсационном трансинформировании могут быть задействованы любые информации и коды, включая ассоциационные.* Разница между ассоциационными и операционными кодами становится существенной (но не принципиальной), только когда на отдельных участках канала управления для всех кодовых цепей применяются одинаковые операционные коды, т.е. когда компенсационное трансинформирование осуществляется посредством основных и обратных им кодов.

Очевидно, возможна компенсация всех операций произвольного кода, и даже компенсация результирующего кода. Независимо от того, каковы коды на отдельных отрезках цепи управления, их компенсация путем использования обратных кодов всегда приводит к получению во множестве образов таких же информации, какие содержатся во множестве оригиналов.

2.2.6. Использование компенсационного трансинформирования при кодировании и декодировании в системах передачи и хранения сообщений

На практике при компенсационном трансинформировании *использование кодов* (например, для преобразования оригиналов в промежуточные сообщения) обычно называется *кодированием*, а *использование обратных кодов* (например, для преобразования промежуточных сообщений в образы) с целью получения тривиальных результирующих кодов – *декодированием*. В системах передачи сообщений обычно применяется *многократное последовательное кодирование с помощью всевозможных преобразователей, шифраторов, кодеров, модуляторов*; на приемной стороне обычно осуществляется их *последовательное декодирование в обратном порядке с помощью соответствующих демодуляторов, декодеров, дешифраторов и обратных преобразователей.*

Ни в тривиальном, ни в аналоговом трансинформировании декодирование не используется. В тривиальном трансинформировании все сообщения той или иной кодовой цепи остаются одинаковыми, и результирующие коды в них тривиальны, так как формируются только из тривиальных кодов. По определению в аналоговом трансинформировании вообще не требуется, чтобы результирующие коды были тривиальными.

На практике компенсации в измерительных приборах (вольтметрах, амперметрах и др.), в которых отклонение стрелки пропорционально квадрату измеряемой величины, осуществляют использованием «квадратичной (нелинейной) шкалы», т.е. шкалы, на которой деления размещены не равномерно. Благодаря этому если напряжение возрастает, например, в 3 раза, то угловое отклонение стрелки увеличится в 9 раз, но всего лишь в 3 раза по количеству делений на шкале прибора.

В качестве примера трансинформирования, в котором имеются ассоциационные информации и коды, можно привести ***шифрование и дешифрование*** разведывательных донесений.

2.2.7. Использование компенсационного трансинформирования при разработке прогнозов и восстановлении прошлых событий

Интересным примером компенсационного трансинформирования является разработка прогнозов, что относится к такому виду управления, в котором образы появляются раньше оригиналов (см. п. 1.3 в разделе 1).

Заметим, что научные теории позволяют осуществлять прогнозы, а инженерные проекты сами являются прогнозами.

Чтобы пояснить, о чем здесь идет речь, допустим, что для управления необходима информация, в каком положении x_2 находился свободно падающий камень в момент x_1 , т.е. информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов x_1 , x_2 . Так как это состояние уже не существует, то ***оригиналы не доступны***. Однако доступны промежуточные сообщения, т.е. известно положение камня y_2 в последующий момент времени y_1 . Преобразования оригиналов x_1 , x_2 в промежуточные сообщения y_1 , y_2 являются

кодами, определенными законами движения свободно падающих тел. Применяя обратные коды, можно преобразовать промежуточные сообщения в такие образы z_1, z_2 , чтобы результирующие коды были тривиальными, т.е. чтобы выполнялись условия $z_1 = x_1, z_2 = x_2$. Таким образом, здесь согласование информации $I_{z12} = I_{x12}$ достигается на основе компенсационного трансинформирования. Управление в описанном случае происходило бы на основании истории событий, т.е. с использованием информации, касающихся прошлого (см. в п. 1.3 раздела 1 – **управление на основе прошлых событий**).

А теперь рассмотрим обратную ситуацию, когда для управления необходима информация, в каком положении x_2 падающий камень окажется в момент x_1 , т.е. информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов x_1, x_2 . Так как это состояние еще не существует, то **оригиналы снова не доступны**. Но доступны промежуточные сообщения, т.е. известно положение y_2 в предыдущий момент y_1 . Преобразования оригиналов x_1, x_2 в промежуточные сообщения y_1, y_2 являются кодами, определенными законами свободного падения тел. Используя обратные коды, можно преобразовать промежуточные сообщения y_1, y_2 в такие образы z_1, z_2 , чтобы результирующие коды были тривиальны, т.е. $z_1 = x_1, z_2 = x_2$. Соответствие информации $I_{z12} = I_{x12}$ получается здесь также на основе компенсационного трансинформирования. В описанном случае осуществлялось бы **управление на основе прогноза**, т.е. с использованием информации, относящихся к будущему.

Отсюда видно, что не играет существенной роли, появляются ли оригиналы раньше или позднее промежуточных сообщений; в обоих случаях действия оказываются одинаковыми.

Прогнозирование будущих событий затрудняется, если нет необходимых промежуточных сообщений и не известны коды, требующие компенсации, однако в таких случаях также затруднено восстановление прошлых событий.

Перечисленные виды трансинформирования – тривиальное, аналоговое и компенсационное – исчерпывают **возможности согласования про-**

извольных информации в процессе информирования. Кроме них существуют еще два вида трансинформирования, но они пригодны только для специальных случаев, когда речь идет о проверке тривиальности или нетривиальности информации.

2.2.8. Сравнительное трансинформирование

Для проверки наличия тривиальной информации используется *сравнительное трансинформирование*, в котором, благодаря одинаковости результирующих кодов, информация, содержащаяся в ассоциации образов, тривиальна, если тривиальна информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов (рис. 2.6).

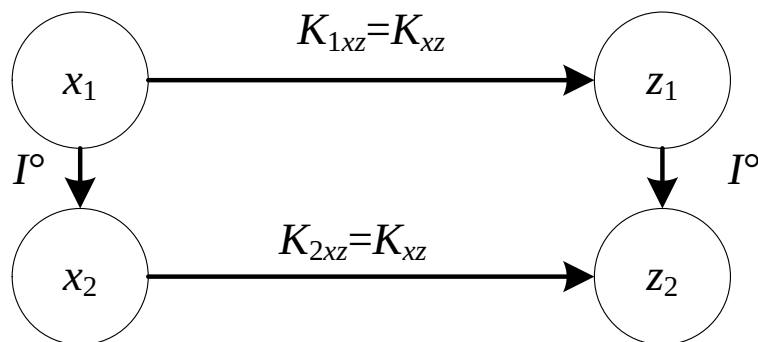


Рис. 2.6. Сравнительное трансинформирование

Докажем возможность правильного информирования и наличие тривиальной информации при этих условиях.

Теорема 2.3. Если коды одинаковы, а информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов, тривиальна, то тривиальна и информация, содержащаяся в ассоциации образов.

Дано: ассоциация оригиналов x_1, x_2 , ассоциация образов z_1, z_2 и тривиальная информация

$$I_{x12} = I^\circ,$$

причем коды одинаковы:

$$K_{1xz} = K_{2xz} = K_{xy}.$$

Требуется доказать, что $I_{z12} = I_{x12} = I^\circ$.

Доказательство. На основании теоремы 2.1

$$I_{z12} = K_{xz} I_{x12} K_{zx}.$$

Так как $I_{x12} = I^\circ$, то

$$I_{z12} = K_{xz} K_{zx}.$$

Но результирующий код двух кодов K_{xz} и K_{zx} тривиален: $K_{xz} K_{zx} = K^\circ$, поэтому окончательно получим, что

$$I_{z12} = I_{x12} = I^\circ.$$

Поскольку в доказательстве данной теоремы не принимались во внимание промежуточные сообщения, то при сравнительном трансинформировании коды в отдельных кодовых цепях могут быть произвольны, лишь бы их результирующие коды были одинаковы, причем это могут быть как операционные коды (основной код), так и ассоциационные. Правда, для одинаковости ассоциационных кодов необходимо, чтобы они были в ассоциациях с соответственно одинаковыми первичными и вторичными сообщениями; при сравнительном трансинформировании это условие как раз выполняется.

Таким образом, использование в информировании одинаковых кодов позволяет **выявить одинаковость сопоставляемых оригиналов** при наблюдении одинаковости соответствующих им образов.

2.2.9. Использование сравнительного трансинформирования и измерение величин методами «сравнения» и «компенсации»

На практике сравнительное трансинформирование обычно осуществляется путем **сравнения или идентификации, т.е. установления тождества, одинаковости или различия** сопоставляемых оригиналов по наличию тождества их образов. Например, **при измерениях методом сравнения** не требуются числовые значения величин. Так **осуществляется установление одинаковости и различия** веса одного предмета или порции вещества с помощью другого предмета или вещества с применением

равноплечих или чашечных весов. Тривиальной информацией, содержащейся в ассоциации образов, является нулевое положение стрелки или нулевое отклонение «плеч» весов от горизонтального положения; тривиальной информацией, содержащейся в ассоциации оригиналов, — нулевая разность между весами сравниваемых масс.

Разновидностью метода сравнения является *измерение методом подстановки*. Если измеряемая физическая величина x_1 не известна, но приводит к изменению показаний некоторого измерителя на величину y_1 , то достаточно заменить ее некоторым *эталоном* и так подобрать его величину x_2 , чтобы вызванное им показание y_2 измерительного прибора равнялось $y_2 = y_1$ (тривиальная информация, содержащаяся в ассоциации образов). Тогда одновременно будет исполнено и условие $x_2 = x_1$ (тривиальная информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов), что равнозначно определению искомого x_1 . При таком измерении роль измерителя может играть произвольный прибор с неизвестными свойствами, лишь бы его показания при одинаковых воздействиях были одинаковы (одинаковость кодов).

Кроме отмеченного, сравнительное трансинформирование широко используется *при измерениях величин компенсационным методом* (не путать с компенсационным трансинформированием!). Для этой цели необходимо иметь набор величин-эталонов того же рода, что и измеряемая величина, а также специальный чувствительный прибор — «нуль-индикатор», который фиксирует в той или иной форме отклонение измеряемой величины от эталона, которое при их совпадении равно нулю. Направление действия эталона должно быть противоположно действию измеряемой величины. Например, при взвешивании некоторого предмета или порции вещества на равноплечих весах в качестве эталонов используются гири (с отметками их веса); при измерении постоянного напряжения компенсационным катодом эталонами являются известные пользователю напряжения, получаемые от специального источника эталонного напряжения с помощью делителя эталонного напряжения; в последнем случае в качестве «нуль-индикатора» используется чувствительный амперметр с нулем в середине шкалы.

Несмотря на ограниченную возможность констатировать и выявлять только тривиальную информацию, *сравнительное трансинформирование* используется очень широко, так как по существу является *основой всякого знания*. Так, любому человеку уже в самом раннем возрасте, прежде чем установить связи между различными предметами, объектами, явлениями, нужно заметить, что существуют одинаковые минералы, одинаковые растения, одинаковые животные и т.п., то есть установить тривиальную связь (информацию) между одинаковыми объектами или явлениями. Установление того факта, что повторению одних одинаковых событий соответствует повторение других событий, приводит к признанию первых причинами, а вторых – следствиями.

2.2.10. Исключающее трансинформирование

Для выявления только наличия нетривиальной информации используется *исключающее трансинформирование*, в котором благодаря разделенности кодовых цепей информация, содержащаяся в ассоциации образов, нетривиальна, если нетривиальна информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов.

Возможность исключающего трансинформирования устанавливается следующей теоремой.

Теорема 2.4. Если информация, содержащаяся в ассоциации оригиналов нетривиальна, причем один код является преобразованием, отличающимся от результирующего преобразования этой информации и второго кода, то и информация, содержащаяся в ассоциации образов, нетривиальна.

Дано: ассоциация оригиналов $\{x_1, x_2\}$ и ассоциация образов $\{z_1, z_2\}$,
Причем информация I_{x12} нетривиальна:

$$I_{x12} \neq I^0,$$

а код K_{1xz} является преобразованием, отличающимся от результирующего преобразования I_{x12} и кода K_{2xz} :

$$K_{1xz} \neq K_{2xz} I_{x12}. (*)$$

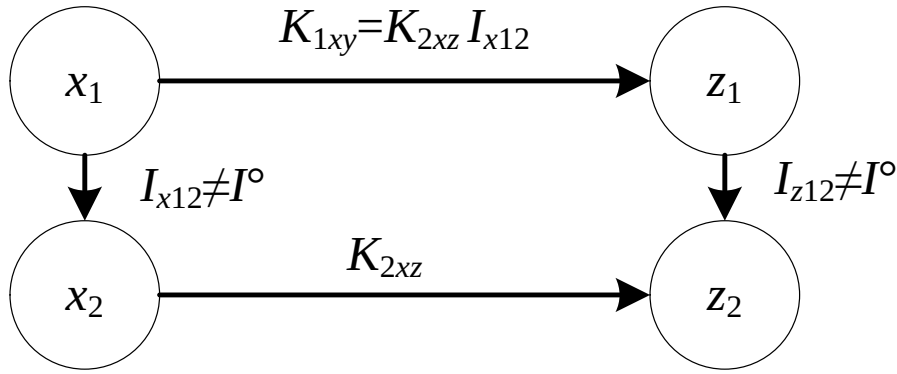


Рис. 2.7. Исключающее трансинформирование

Требуется найти информацию I_{z12} (рис. 2.7).

Доказательство. На основании теоремы 2.1 можно записать:

$$I_{z12} = K_{2xz} I_{x12} K_{1zx}. (**)$$

Введем вспомогательное нетривиальное преобразование $T \neq T^\circ$, которое превращает неравенство (*) в равенство

$$TK_{1xz} = K_{2xz} I_{x12}.$$

Подставляя в исходное уравнение (**) вместо результирующего преобразования ($K_{2xz} I_{x12}$) новое равное ему (TK_{1xz}), получим уравнение вида

$$I_{z12} = TK_{1xz} K_{1zx}.$$

Так как результирующий код $(K_{1xz} K_{1zx}) = K^\circ$, т.е. тривиален, то $I_{z12} = T$. Так как $T \neq T^\circ$, то из последнего уравнения следует, что

$$I_{z12} \neq I^\circ.$$

Из данной теоремы вытекает, что информирование может быть исключаящим трансинформированием только в тех случаях, когда *из того, что информации, содержащиеся в ассоциациях оригиналов и образов нетривиальны, следует одинаковость этих информаций*. Это происходит, если *информационная цепь образована лишь из одной ассоциации сообщений*, содержащей операционную информацию, в которой операцией является «*исключение одного сообщения ассоциации*», что равно-

значно сохранению лишь второго сообщения этой ассоциации. Информациями такого рода являются: **замена** (одного сообщения другим), **следование** (одного сообщения за другим), **появление** (одного сообщения вместе с другим) и т.д.

Заметим, что если бы информационная цепь состояла более чем из двух сообщений (например, из трех сообщений x_1, x_2, x_3), то из-за информационной неоднозначности знания первичного сообщения и операционной информации «заменить сообщение x_1 » было бы недостаточно для определения вторичного сообщения, так как неизвестно, следует ли заменить сообщение x_1 сообщением x_2 или x_3 . Однако все получается просто в случае двух сообщений x_1, x_2 , так как в этом случае сообщением, заменяющим сообщение x_2 , может быть только x_2 . Это выражается следующей логической схемой:

- если p , то q , следовательно,
- если не p , то не q .

Данную схему в связи с исключающим трансинформированием можно представить так:

- если есть образ y_1 , то есть оригинал x_1 , следовательно,
- если нет образа y_1 (или есть образ y_2), то нет оригинала x_1 (или есть оригинал x_2).

Например, если есть красный сигнал (образ y_1), то в электрической цепи есть напряжение (оригинал x_1); если же красного сигнала нет (образ y_2), напряжения нет (оригинал x_2).

Если есть симптомы болезни (y_1), то пациент болен (x_1), если же их нет (y_2), то пациент здоров (x_2).

Другое ограничение исключающего трансинформирования **требует обязательной делимости имеющихся в данном случае двух кодовых цепей**. Это условие в рассмотренной теореме выражено зависимостью кодов от информации I_{x12} , представленной неравенством $K_{1xz} \neq K_{2xz}I_{x12}$. В противном случае, т.е. при слиянии двух кодовых цепей, образы y_1 и y_2 будут являться одинаковыми сообщениями, т.е. будут неразличимыми, вследствие чего правильное информирование становится невозможным.

Например, если оригиналами являются числа $x_1 = +2$ и $x_2 = -2$, а коды являются преобразованиями, выполняющими возведение в квадрат, то образами будут числа $y_1 = (+2)^2 = 4$ и $y_2 = (-2)^2 = 4$. Таким образом, ассоциация образов содержит тривиальную информацию, хотя в ассоциации оригиналов содержится нетривиальная информация, т.е. здесь нет трансинформирования. Это и понятно, потому что условие $K_{1xz} \neq K_{2xz}I_{x12}$ не выполнено. Кодовые цепи здесь не являются separable, а сходятся в общем образе $y_1 = y_2 = 4$.

По условию «разделимости кодовых цепей», например, пешеходный переход не должен регулироваться только одной лампой. Вообще на практике обычно используется сигнализация, основанная на различении зеленого света (напряжения нет) и красного (напряжение есть). В этом случае возможное перегорание лампы будет играть роль уже *в другом процессе исключаящего трансинформирования, позволяющем отличить выход из строя (отказ) сигнализации от нормального режима ее работы.*

2.2.11. Сравнение информационных возможностей разных видов трансинформирования

Легко заметить, что виды правильного информирования рассмотрены здесь в порядке снижения требований, предъявляемых для их существования, и различаются, соответственно, возможностями того или иного трансинформирования. Самое строгое требование – необходимость совпадения оригиналов и образов (тождественное трансинформирование) или, по крайней мере, их одинаковость (равнозначное трансинформирование). Если это невозможно, то желательно, чтобы образы были пропорциональны оригиналам (аналоговое трансинформирование); если и это невозможно, то все имеющиеся при информировании искажения необходимо скорректировать компенсацией кодов (компенсационное трансинформирование). Если даже это невозможно, то желательно, чтобы искажения хотя бы были одинаковы (сравнительное трансинформирование), но при этом останется возможность только проверять одинаковость ори-

гиналов, а не выявлять различные связи между ними. Наконец, желательно, чтобы искажения, по крайней мере, не уничтожали делимости сообщений одной и той же ассоциации. Невыполнимость этих требований ведет к неправильному информированию.

2.2.12. Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите все виды трансинформирования.
2. Сформулируйте определение понятия «трансинформирование».
3. Сформулируйте определения следующих видов трансинформирования: тривиального, тождественного, равнозначного, аналогового, компенсационного, сравнительного, исключющего.
4. Сформулируйте и докажите теоремы 2.1, 2.2, 2.3 и 2.4.
5. Каким видом трансинформирования является перевод относительных температур (по Цельсию) в абсолютные (по Кельвину)?
6. Каким видом трансинформирования об объекте является просмотр его изображения, смещенного относительно ожидаемого положения? Какие коды при этом задействованы?
7. Приведите собственные примеры аналогового трансинформирования, основанного на сложении и умножении.
8. Приведите пример аналогового трансинформирования при операциях с массивами данных.
9. Является ли необходимым при аналоговом трансинформировании знание параметра кода (например, масштаба)?
10. Какого вида информирование возникает при использовании географических карт? Что на карте является сообщениями и информацией? Какую роль играет масштаб карты?
11. Какого вида информирование возникает при измерениях, выполняемых с помощью прибора с равномерной шкалой?
12. На каком информировании основано восприятие изображений одинаковых, но равноудаленных объектов?
13. В чем суть и каково происхождение названия компенсационного трансинформирования?

14. Приведите примеры компенсационного трансинформирования о технических, социальных и комбинированных системах с подробным рассмотрением прямых и обратных кодов в кодовых цепях.

15. Является ли обязательной одинаковость кодов в разных кодовых цепях для осуществления компенсационного трансинформирования?

16. Рассмотрите компенсацию кодов при телефонной связи.

17. Покажите, как следует осуществить компенсацию кодов при измерении напряжения вольтметром с линейной шкалой, если угловые отклонения его стрелки пропорциональны квадрату измеряемой величины. Какой при этом будет информация в показаниях прибора? (Для выводов следует иметь в виду, что при измерениях обычно неявно рассматривается ассоциация оригиналов, из которых одним является единица напряжения x_1 , вторым – измеряемое напряжение x_n , равное n единицам).

18. Почему в тривиальном и аналоговом трансинформировании не используется декодирование?

19. Почему в компенсационном трансинформировании удобно использовать основные коды?

20. Приведите примеры компенсационного трансинформирования, в которых имеются только ассоциационные информации и коды.

21. Почему разработка прогнозов или восстановление прошлых событий является компенсационным трансинформированием? Какие для этого необходимы условия?

22. Какой вид информирования осуществляется при определении веса некоторой массы с помощью гирь, если взвешивание заканчивается нулевым показанием весов? Выделите в соответствующем канале управления коды, оригиналы, образы и содержащиеся в них информации.

23. При каких условиях попытка осуществить сравнительное трансинформирование (например, при измерениях компенсационным методом) приводит к аналоговому трансинформированию? Каким является информирование в процессе становления сравнительного трансинформирования?

24. По какой причине электронную сигнализацию о двух состояниях работы некоторого электронного блока необходимо делать на различении

двух цветов, например зеленого и красного? Какое при этом существует информирование?

25. Почему с информационной точки зрения нельзя представлять рабочие состояния двухустойчивой электронной системы для считывания последующими электронными блоками двумя сообщениями типа: «электрический сигнал есть», «электрический сигнал равен нулю»? Какое при этом может возникнуть информирование?

26. Достаточно ли для сигнализации о превышении на выходе усилителя некоторого уровня напряжения одной лампочки индикации? Какое при этом возникает информирование?

27. Почему с информационной точки зрения для сигнализации о работоспособности самой системы сигнализации достаточно, например, одной лампочки?

28. Сопоставьте информационные возможности всех видов трансинформирования.

29. Каким является информирование в процессе становления сравнительного трансинформирования?

2.3. ПСЕВДОИНФОРМИРОВАНИЕ – ИНФОРМИРОВАНИЕ С ВЕТВЯЩИМИСЯ И СЛИВАЮЩИМИСЯ КОДОВЫМИ ЦЕПЯМИ

В первой главе выделялись также процессы управления, при которых в каналах управления некоторые кодовые цепи не являются отдельными, самостоятельными элементами из-за их разветвлений или соединений между собой. В этих ситуациях возможно увеличение или уменьшение числа информации в цепи образов, в сравнении с их числом в цепи оригиналов, и воспринятые информации в любом случае будут отличаться от переданных, т.е. будут кажушимися или псевдоинформациями.

Рассмотрим такой вид информирования и его разные организации, при которых в каналах управления имеются ветвящиеся кодовые цепи. Кроме того, проанализируем возможности исправления такого искаженного информирования до состояния правильного информирования.

2.3.1. Псевдоинформирование

Псевдоинформирование – это такое информирование, при котором некоторые сообщения являются общими для нескольких кодовых цепей.

2.3.2. Псевдоинформация

Псевдоинформация – это информация, содержащаяся в ассоциации образов в результате псевдоинформирования.

В зависимости от соотношения чисел информаций в цепях образов и оригиналов данного канала управления следует различать симуляционное и диссимуляционное псевдоинформирование, а также их комбинацию – конфузионное псевдоинформирование (см. пп. 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5).

2.3.3. Симуляционное псевдоинформирование

Симуляционное псевдоинформирование – это такое псевдоинформирование, в котором некоторые кодовые цепи имеют общие оригиналы, но различные образы (рис. 2.8).

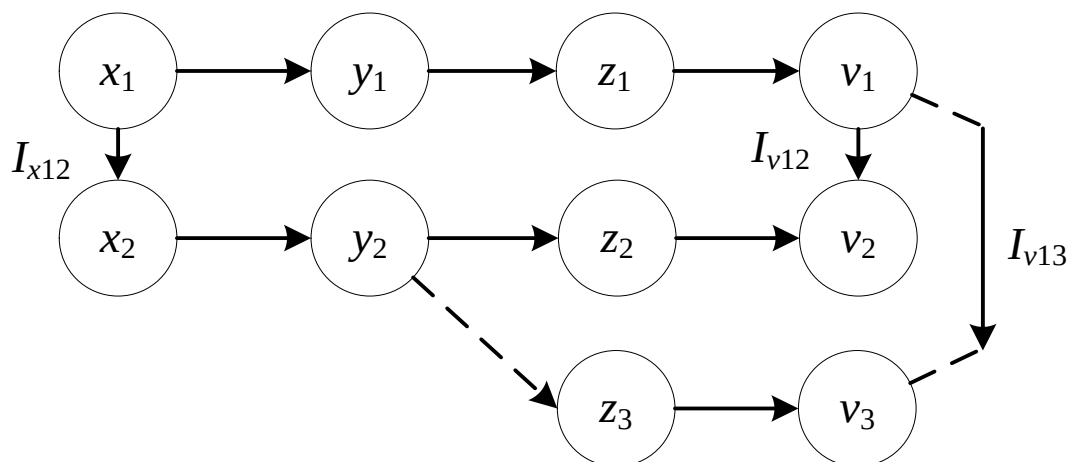


Рис. 2.8. Симуляционное псевдоинформирование

При этом информировании в цепи образов информаций оказывается больше, чем в цепи оригиналов.

2.3.4. Симуляционная псевдоинформация

Симуляционная псевдоинформация – это псевдоинформация ассоциации образов, полученная в результате симуляционного псевдоинформирования.

На рис. 2.8 показано симуляционное псевдоинформирование для такой ситуации, когда оригинал x_2 преобразуется в два образа v_2 и v_3 , вследствие чего информация $I_{x_{12}}$ преобразуется в две псевдоинформации $I_{v_{12}}$ и $I_{v_{13}}$.

Такая ситуация возникает всегда, когда в двух кодовых цепях **оригиналы неразличимы**, т.е. их ассоциации содержат тривиальную информацию, хотя образы этих цепей различны, т.е. содержащаяся в ассоциации этих образов информация нетривиальна.

Симуляционное псевдоинформирование приводит к ошибочному мнению, что поскольку во множестве образов содержится две информации ($I_{v_{12}}$ и $I_{v_{13}}$), то во множестве оригиналов должно содержаться две информации, хотя в действительности в нем имеется только одна информация ($I_{x_{12}}$).

2.3.5. Примеры симуляционного псевдоинформирования

Математической иллюстрацией симуляционного псевдоинформирования может служить, например, извлечение квадратного корня. Из оригинала – числа 4 – получается два образа: числа +2 и –2. Информация, содержащаяся в ассоциации этих образов – **псевдоинформация. Она не может служить основой для различения оригиналов.** Например, из одного уравнения $y^2 = x + 1$ нельзя определить два неизвестных x и y ; для этого необходимы два уравнения. Однако такими уравнениями не могут служить и равенства $y = +\sqrt{x + 1}$, $y = -\sqrt{x + 1}$, полученные путем преобразования первого уравнения. Действительно, хотя число уравнений возросло на единицу, при этом не прибавилось новой информации, а все дело свелось к тому, что одна априорная информация оказалась преобразованной в две псевдоинформации.

Для $\sin(A) = 0.5$, как оригинала, образами являются все углы $A_n = n \cdot 360^\circ \pm 30^\circ$ и $A_n = 360^\circ \pm 150^\circ$, где n – произвольное целое число, но информация этого множества образов является только псевдоинформацией. Декодирование каждого из этих образов даст только информацию, содержащуюся во множестве оригиналов и обусловленную лишь оригиналом $\sin(A) = 0.5$.

Симуляционное псевдоинформирование проявляется в ситуациях, когда одна и та же причина приводит к различным следствиям. Например, когда некоторая болезнь имеет несколько разных симптомов.

Всякий анализ является симуляционным псевдоинформированием, а рассматриваемые при этом различные случаи являются множеством образов, содержащим псевдоинформацию. Они не вносят ничего нового для анализируемого объекта. Например, среди треугольников можно различать прямоугольные, равносторонние, равнобедренные. Треугольники такого общего вида, в свою очередь, можно также получить в результате преобразований какого-то определенного треугольника. Из этих преобразований, однако, нельзя узнать ничего нового, что выходило бы за область треугольников.

Классификация, или деление какого-либо класса на несколько подклассов, также не вносит дополнительной информации по отношению к информации, содержащейся в неразделенном классе.

Примером симуляционного псевдоинформирования в физике является разложение белого света призмой. Полученные видимые спектральные цвета являются образами, в то время как в белом свете, как оригинале, каждая составляющая спектра для человеческого глаза неразличима. Здесь код – преломление света, причем коэффициент преломления (параметры операции) различен для различных длин световых волн, благодаря чему происходит разделение длин волн в зависимости от того, под каким углом выходят лучи из призмы. Различие видимых цветов для наблюдателя, не осведомленного о наличии призмы, носит характер псевдоинформирования, поскольку все они относятся к одному и тому же оригиналу – белому свету.

Лингвистическим примером симуляционного псевдоинформирования является использование синонимов. Хотя равнозначные слова и выражения не обогащают смысл, они применяются для создания стилистического разнообразия, что особенно уместно в художественных произведениях.

Однако использование разнозначных символов, обозначений и выражений в учебных, научных и технических текстах, докладах и лекциях дезориентирует читателя или слушателя, который может сомневаться, является ли это только стилистическим приёмом автора или же речь идет действительно о разных понятиях.

Для специалистов в сфере знания, представляемого некоторыми авторами и лекторами, очевидно наличие симуляционного псевдоинформирования в тех случаях, когда последние «льют воду», говоря об одном и том же в разных выражениях, чтобы создать впечатление об обилии информации.

2.3.6. Диссимуляционное псевдоинформирование

Диссимуляционное псевдоинформирование – это такое псевдоинформирование, в котором некоторые кодовые цепи имеют одинаковые образы, но разные оригиналы (рис. 2.9).

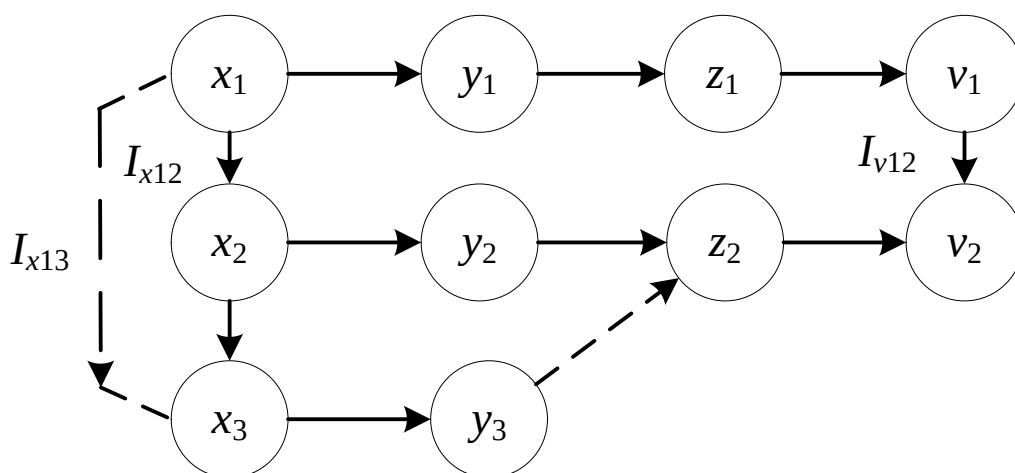


Рис. 2.9. Диссимуляционное псевдоинформирование

2.3.7. Диссимуляционная псевдоинформация

Диссимуляционная псевдоинформация – это псевдоинформация ассоциации образов, полученная в результате диссимуляционного псевдоинформирования.

На рис. 2.9 оригиналы x_2 и x_3 преобразуются в один образ v_2 , вследствие чего информации $I_{x_{12}}$ и $I_{x_{13}}$ преобразуются в одну псевдоинформацию $I_{v_{12}}$.

Такая ситуация возникает в тех случаях, когда в двух кодовых цепях оригиналы различны, т.е. их ассоциация содержит нетривиальную информацию, в то время как образы неразличимы, т.е. их ассоциация содержит тривиальную информацию.

2.3.8. Примеры диссимуляционного псевдоинформирования

Диссимуляционное псевдоинформирование приводит к ошибочному мнению, что раз множество образов содержит одну информацию ($I_{v_{12}}$), то и во множестве оригиналов должна содержаться одна информация, хотя в действительности в нем содержится две информации ($I_{x_{12}}, I_{x_{13}}$).

Математической иллюстрацией диссимуляционного псевдоинформирования является, например, возведение в квадрат двух чисел $+2$ и -2 . Ассоциация образов состоит из двух одинаковых чисел 4 и 4 и содержит тривиальную информацию, несмотря на то что ассоциация оригиналов содержит нетривиальную информацию. Вследствие этого, если в нашем распоряжении имеется один образ 4 , остается неизвестным, получен ли он из оригинала $+2$ или -2 либо одновременно из них обоих. Поэтому придерживаются правила: если при решении системы уравнений приходится возводить переменные в квадрат, то решают полученное уравнение для всех корней, а для определения истинных корней используются какие-то дополнительные условия (например, что корни не могут принимать отрицательные значения).

Решение уравнения может получиться и в тригонометрическом виде, например в виде $\sin(\alpha) = 0.5$, когда оно определяет множество различных

значений угла. Только дополнительное условие (например, что α – острый угол) позволяет выделить среди этого множества одно определенное значение, являющееся истинным решением уравнения.

Диссимуляционное псевдоинформирование получается также в тех ситуациях, когда различные причины приводят к одному и тому же следствию.

Например, одна и та же болезнь может быть вызвана разными причинами.

Если система сигнализации построена так, что лампочка загорается при наличии тока в цепи и не загорается при его отсутствии, то может возникнуть диссимуляционная псевдоинформация, если лампочка перегорит. В этом случае независимо от того, есть ли в цепи ток или его нет, лампочка не будет гореть.

Такое же информирование возникает при квантовании непрерывных (аналоговых) сообщений по уровню, когда входная непрерывная величина соотносится с тем или иным значением уровня (квантованным значением) из некоторого их конечного множества.

Всякий синтез является диссимуляционным псевдоинформированием, а получающееся благодаря этому обобщение является ***диссимуляционной псевдоинформацией, скрадывающей различия между конкретными сообщениями множества оригиналов***. Например, диссимуляционное псевдоинформирование возникает, когда на основе таких частных понятий, как равнобедренный треугольник, равносторонний треугольник, прямоугольный треугольник, образуется общее понятие треугольника.

Диссимуляционным псевдоинформированием является представление множества объектов в виде класса, к которому эти объекты относятся.

Отображение трехмерных объектов (например, деталей механизма) на плоскость чертежа или любые «сечения» многомерных функций также является диссимуляционным псевдоинформированием.

Получение средних величин в статистике – диссимуляционное псевдоинформирование, а сами статистические данные как суммарные показатели группы объектов содержат диссимуляционную псевдоинформацию.

Таким же диссимуляционным псевдоинформированием является представление хода или распределения какой-либо величины с помощью ее среднего значения.

Процессом диссимуляционного псевдоинформирования является подача обобщенных сведений «с мест», «с нижних уровней» системы, в «центр управления» при иерархической (многоуровневой) системе управления; например при подаче войсковых донесений о потерях во время боевых действий. В ротном донесении перечисляются фамилии убитых. Полк докладывает уже только о количестве погибших офицеров, сержантов и солдат. В армейских сводках указывается только одно число погибших военнослужащих, и то округленное до тысячи.

Диссимуляционное псевдоинформирование возникает при восприятии уменьшенных изображений объектов на фоне объектов данного масштаба, ослабленных звуков или любых других сигналов на фоне сигналов данного уровня.

Примером диссимуляционного псевдоинформирования в области лингвистики может быть применение слов-омонимов и многозначных выражений.

Например, слово «число» имеет два значения. Обычно оно употребляется как в *значении меры некоторого количества*, так и для *обозначения самой этой меры*. В утверждении, что в одном помещении людей в 13 раз больше, чем в другом, 13 – число в значении меры количества. Однако обозначением этой меры может быть как число 13 в десятичной системе, так 1101 в двоичной системе. Видно, что два различных числа как обозначения относятся к одному и тому же значению, как к мере количества. Четность, делимость на 3 и т.д. – все это свойства чисел в значении меры количества, в то время как в утверждении, что для умножения целого числа на 10 к нему следует приписать ноль, слово «число» употреблено как обозначение меры количества, да и то относящееся только к десятичной системе.

Подобной двузначностью обладает и слово «цифра», употребляемое как в значении знака, так и в значении места (позиции), занимаемой этим знаком. О числе 1101 можно сказать, что оно записано с помощью только

двух цифр (на которых основана двоичная система счисления), но можно также утверждать, что это число состоит из четырех цифр. Вследствие такой двужначности ответ на вопрос, сколько цифр требуется для того, чтобы десятичное число 13 записать в другой системе счисления, будет диссимуляционным псевдоинформированием, поскольку для воспринимающего этот вопрос неизвестно, в каком значении в вопросе использовано слово «цифра», если на этот счет не будет дано дополнительных разъяснений.

Слово «шкала» – многозначное слово, употребляемое, в частности, в значении последовательности значений некоторой физической величины (например, «шкала температур», «шкала тонов», «шкала цветов» и т.п.), в значении множества штрихов, соответствующих этим величинам (например, «логарифмическая шкала»), в значении предмета, на котором нанесены эти штрихи («стеклянная шкала», «плоская шкала» и т.п.), в значении отношения цифр, служащего для пересчета расстояний на местности и на карте этой местности (масштаб) и т.д.

Неосмотрительное употребление многозначных слов может привести к искажению смысла, особенно опасному в научных и технических публикациях, в юриспруденции и многих других сферах профессиональной деятельности человека, поэтому устранение многозначности при введении новых терминов является одной из задач терминологических комиссий в различных областях знания.

Диссимуляционное псевдоинформирование реализуется и умышленно – в речи людей, охотно пользующихся общими понятиями, чтобы не обнародовать своего невежества в сфере конкретных знаний. Например, так поступает студент, считая, что безопаснее употребить словосочетание «частотная характеристика сигнала», когда он не уверен, идет ли речь о комплексной частотной характеристике сигнала или о его амплитудно-частотной или фазочастотной характеристиках.

Диссимуляционное псевдоинформирование используется людьми, выдающими себя за ясновидцев, когда они формулируют свои предсказания таким образом, чтобы их можно было толковать по-разному, благодаря чему их пророчества часто «сбываются».

Тем же методом часто пользуются составители военных сводок, применяя такие стандартные выражения, как «сокращение фронта», «оторваться от противника» и т.п., из которых не ясно, в чью пользу изменилась ситуация на фронте.

Лицо, которому поручено вести протокол собрания на малознакомую ему тему, в стремлении избежать ошибок использует диссимуляционное псевдоинформирование, что может привести к записи, не содержащей ничего, кроме самых общих мест, например: «В обширном сообщении докладчик обрисовал современные достижения, указал на недостатки и проанализировал их причины, внеся свои предложения на будущее. По докладу состоялись прения, в которых приняли участие многие выступающие. В заключение был одобрен план работы, включающий задания на следующий период».

Диссимуляционное псевдоинформирование приводит к уменьшению информации. Однако оно ***способно*** также ***уменьшить трудности, возникающие при очень большом числе образов.***

Оценка того, когда следует прибегать к диссимуляционному псевдоинформированию, а когда надо стремиться его избежать, зависит от того, какая информация требуется для управления. Сведение подмножества оригиналов к одному образу полезно в случае, если требуется информация, состоящая ***в преобразовании одного подмножества оригиналов в другое подмножество***, ибо она становится при этом преобразованием одного образа в другой, что значительно проще. В то же время оно становится вредным, если требуемая информация является преобразованием одного оригинала данного подмножества оригиналов в другой оригинал того же подмножества, поскольку при диссимуляционном псевдоинформировании такая информация теряется. Например, в статистике целесообразно указывать число инженеров без различия их специальности, если это число используется для сравнения с числом врачей, числом учителей и т.п., однако это становится неоправданным, когда речь идет о сравнении численности инженеров различного профиля.

2.3.9. Конфузионное псевдоинформирование

Конфузионное псевдоинформирование – это такое псевдоинформирование, при котором некоторые кодовые цепи имеют с некоторыми из цепей общие оригиналы, а с другими кодовыми цепями общие образы.

Конфузионное псевдоинформирование – это комбинация симуляционного и диссимуляционного псевдоинформирований.

2.3.10. Простое (одиночное) конфузионное псевдоинформирование

Простое (одиночное) конфузионное псевдоинформирование – это такое конфузионное псевдоинформирование, при котором среди трех кодовых цепей вторая имеет с первой общий оригинал, а с третьей – общий образ.

Такой вид информирования схематично представлен на рис. 2.10. Здесь рассматриваемые кодовые цепи обозначены римскими цифрами I, II и III. Оригиналы x_2 преобразуются в образы v_2 и v_3 – это симуляционное псевдоинформирование. Кроме того, оригиналы x_2 и x_3 преобразуются в образ v_3 – это диссимуляционное псевдоинформирование. При таком виде конфузионного псевдоинформирования имеет место преобразование одного из двух рассматриваемых оригиналов в два образа и преобразование этих же двух оригиналов в один из данных образов.

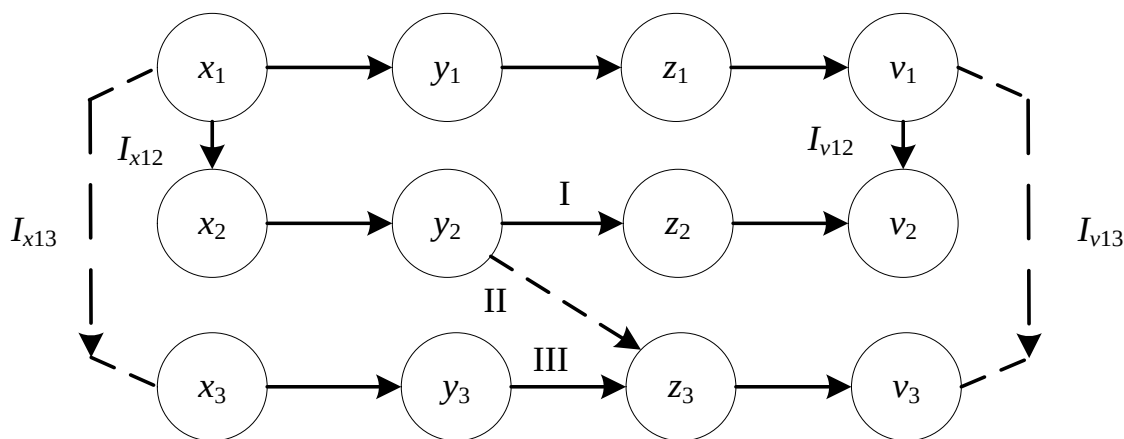


Рис. 2.10. Простое конфузионное псевдоинформирование

Простое конфузионное информирование проявляется в ситуациях, когда приемнику известно, что одно из возможных следствий какой-либо причины может быть также следствием и других причин. Например, один из симптомов определенной болезни может быть также и симптомом другой болезни. Такая же ситуация возникает при наблюдении местности, на которой кроме реальных объектов содержатся также и декорации (ложные цели). При этом воспринимаемые наблюдателем некоторые образы (v_3) могут быть как результатом работы декораторов (x_2), так и отображением настоящих целей (x_3).

С языковыми примерами простого конфузионного псевдоинформирования часто можно встретиться в связи с возрастающей тенденцией называть представителей профессий, ранее недоступных для женщин, одинаково, независимо от того идет ли речь о мужчине или о женщине, например: профессор, доктор, министр, посол, лектор, оператор и т.п. При использовании этих терминов может возникать диссимуляционное псевдоинформирование. Эта тенденция начинает также распространяться на такие виды деятельности, названия которых различаются для мужчин и для женщин, например: преподаватель – преподавательница, свидетель – свидетельница, мастер – мастерица, повар – повариха и т.п. Поэтому употребление названий таких профессий в одном и том же письме или речи становится простым конфузионным псевдоинформированием, если, например, женщина, читающая лекции, называется то «преподавателем», то «преподавательницей» (симуляционная псевдоинформация), и одновременно слово «преподаватель» может означать как обучающего мужчину, так и обучающую женщину (диссимуляционная псевдоинформация).

В качестве примера простого конфузионного псевдоинформирования можно также привести терминологическую путаницу, возникающую из-за того, что одно и то же слово может пониматься по-разному, иногда в прямо противоположных значениях. Например, если говорится, что получены «качественные» результаты, одни люди могут понять, что речь идет не о точных количественных, а лишь о качественных, т.е. в какой-то мере не вполне удовлетворительных результатах, в то время как другие

могут воспринять слово «качественные» как «высококачественные» и подумать, что речь идет как раз о весьма удовлетворительных результатах.

Другим примером простого конфузионного псевдоинформирования является использование слова «коммуникация» для обозначения транспортного сообщения. Вследствие этого, когда в одном и том же тексте или речи говорят о коммуникации (а также и о «средствах сообщения»), не всегда ясно, идет ли речь о транспорте или о связи.

2.3.11. Двойное конфузионное псевдоинформирование

Двойное конфузионное псевдоинформирование – это такое конфузионное псевдоинформирование, в котором среди четырех кодовых цепей вторая имеет с первой общий оригинал, а с четвертой – общий образ, третья же имеет с первой общий образ, а с четвертой – общий оригинал.

Такой способ информирования схематично представлен на рис. 2.11. Здесь рассматриваемые кодовые цепи обозначены цифрами I–IV. Каждый из оригиналов x_2 и x_3 преобразуется, «расщепляясь» сразу в два образа v_2 и v_3 , – это симуляционное псевдоинформирование. Кроме того, эти же оригиналы преобразуются, «сливаясь» в общие образы v_2 и v_3 , – это диссимуляционное псевдоинформирование. При таком виде конфузионного псевдоинформирования имеет место преобразование каждого из двух рассматриваемых оригиналов в два образа, а каждый из этих двух образов является результатом преобразования двух данных оригиналов.

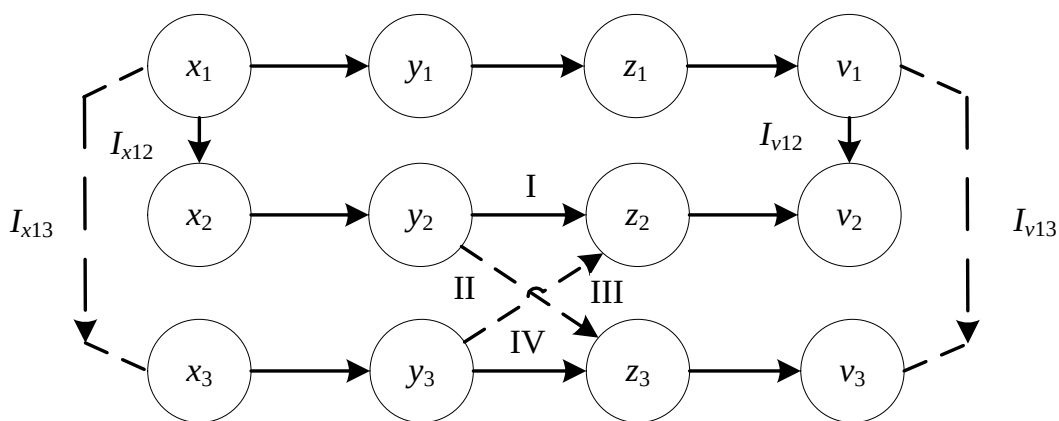


Рис. 2.11. Двойное конфузионное псевдоинформирование

Двойное конфузионное псевдоинформирование проявляется в ситуациях, когда приемнику известно, что каждое из нескольких рассматриваемых следствий (образы v_2 и v_3) может быть вызвано каждой из нескольких рассматриваемых причин (оригиналы x_2 и x_3).

Таким случаем является, например, медицинский диагноз с большим числом выявленных симптомов, которые могут быть следствием самых различных болезней.

2.3.12. О возможности исправления разных видов псевдоинформирования

Обычно считается, что в отдельных случаях псевдоинформирование можно исправить до состояния правильного информирования, применяя обратные коды. С этой целью образы (v), полученные в результате псевдоинформирования, будут считаться промежуточными сообщениями, и лишь сообщения (t), полученные в результате применения обратных кодов, будут считаться подлинными образами.

К применению обратных кодов в случае симуляционного псевдоинформирования относится следующая теорема.

Теорема 2.5. Если информирование является симуляционным псевдоинформированием, то после применения к нему обратных кодов оно становится трансинформированием.

Дано: ассоциация оригиналов x_1, x_2 , содержащая информацию I_{x12} , код K_{1xv} , являющийся преобразованием оригинала x_1 в промежуточное сообщение v_1 , обратный код

$$K_{1vt} = K_{1vx}, \quad (2.14)$$

а также обратные коды

$$K_{2vt} = K_{2vx}, \quad (2.15)$$

$$K_{32vt} = K_{32vx}, \quad (2.16)$$

являющиеся преобразованиями промежуточных сообщений v_2 и v_3 в образ t_2 (рис. 2.12).

Требуется найти информацию I_{t12} , содержащуюся в ассоциации образов t_1 и t_2 .

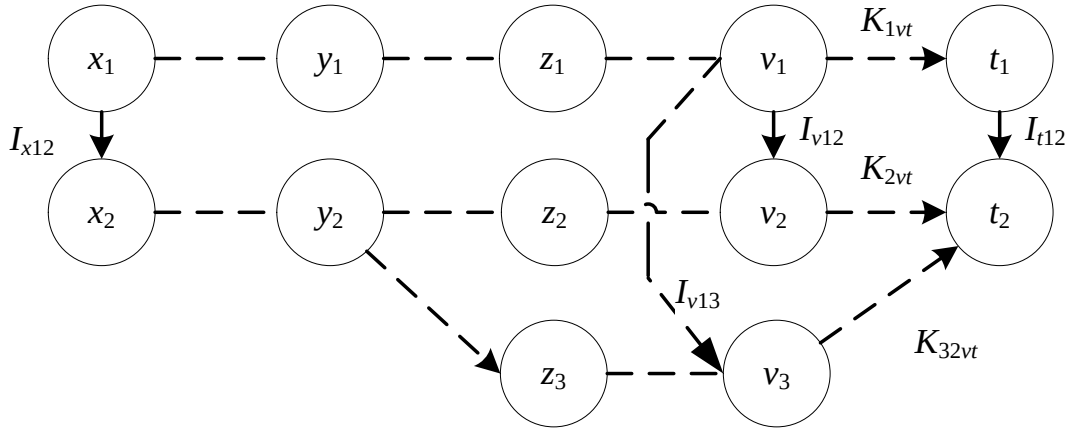


Рис. 2.12. Применение обратных кодов при симуляционном псевдоинформировании

Доказательство. На основе теоремы 2.1 можно записать:

$$I_{t12} = K_{2vt}I_{v12}K_{1tv}, \quad (2.17)$$

$$I_{t12} = K_{32vt}I_{v13}K_{1tv}, \quad (2.18)$$

$$I_{v12} = K_{2xv}I_{x12}K_{1vx}, \quad (2.19)$$

$$I_{v13} = K_{23xv}I_{x12}K_{1vx}. \quad (2.20)$$

Подставив (2.19) в (2.17), а (2.20) в (2.18), соответственно получим

$$I_{t12} = K_{2vt}(K_{2xv}I_{x12}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.21)$$

$$I_{t12} = K_{32vt}(K_{23xv}I_{x12}K_{1vx})K_{1tv}. \quad (2.22)$$

С учетом (2.14), (2.15) и (2.16) пары последовательных кодов в (2.21) и (2.22) вырождаются в тривиальные преобразования и окончательно имеем как в случае (2.21), так и в случае (2.22)

$$I_{t12} = I_{x12}. \quad (2.23)$$

Из данной теоремы следует, что *для того чтобы симуляционное псевдоинформирование стало трансинформированием, необходимо применить обратный код к какому-либо из промежуточных сообщений, являющихся причиной симуляционных псевдоинформаций*. Например, если образами являются числа $+2$ и -2 , полученные извлечением квадратного корня, то следует возвести в квадрат одно из этих чисел, например $+2$, чтобы получить 4 в качестве числа, равного оригиналу. Если, кроме того, возвести в квадрат -2 , это уже не даст ничего нового.

Если сигнальная лампочка и электрический звонок входят в один и тот же измерительный прибор, то из того факта, что сигнальная лампочка загорелась, вытекает, что измерительный прибор включен. Чтобы это утверждать, совершенно не обязательно учитывать то, что при этом зазвонил электрический звонок, поскольку этот факт не добавил ничего нового к тому, что измерительный прибор включен.

Несмотря на то что *симуляционное псевдоинформирование* увеличивает число промежуточных сообщений, не увеличивая информации множества оригиналов, оно *оказывается полезным для повышения надежности получения информации*. Для этой цели применяются дублирование аварийной сигнализации, двойная блокировка и т.п., чтобы при выходе из строя одной из них задача все же была выполнена.

Часто знания только одного из следствий определенной причины достаточно для определения самой причины. Например, если болезнь имеет разные симптомы, характерные только для данного заболевания, то достаточно обнаружить только один из них, чтобы распознать болезнь. Дополнительные данные служат лишь для подтверждения диагноза.

О применении обратных кодов в случае диссимуляционного псевдоинформирования говорит следующая теорема.

Теорема 2.6. Если информирование является диссимуляционным псевдоинформированием, то после применения к нему обратных кодов оно становится двойным конфузионным псевдоинформированием.

Дано: цепь оригиналов x_1, x_2, x_3 , содержащая информации I_{x12} и I_{x13} , код K_{1xv} , преобразующий оригинал x_1 в промежуточное сообщение v_1 , код

$$K_{1vt} = K_{1vx}, \quad (2.24)$$

преобразующий промежуточное сообщение v_1 в образ t_1 и обратный кодам K_{2xv} и K_{32xv} , преобразующим соответственно оригиналы x_2 и x_3 в промежуточное сообщение v_2 , обратные коды

$$K_{2vt} = K_{2vx}, \quad (2.25)$$

$$K_{23vt} = K_{23vx}, \quad (2.26)$$

преобразующие промежуточное сообщение v_2 соответственно в образы t_2 и t_3 (рис. 2.13).

Требуется найти информации I_{t12} и I_{t13} , содержащиеся в кодовой цепи t_1, t_2, t_3 .

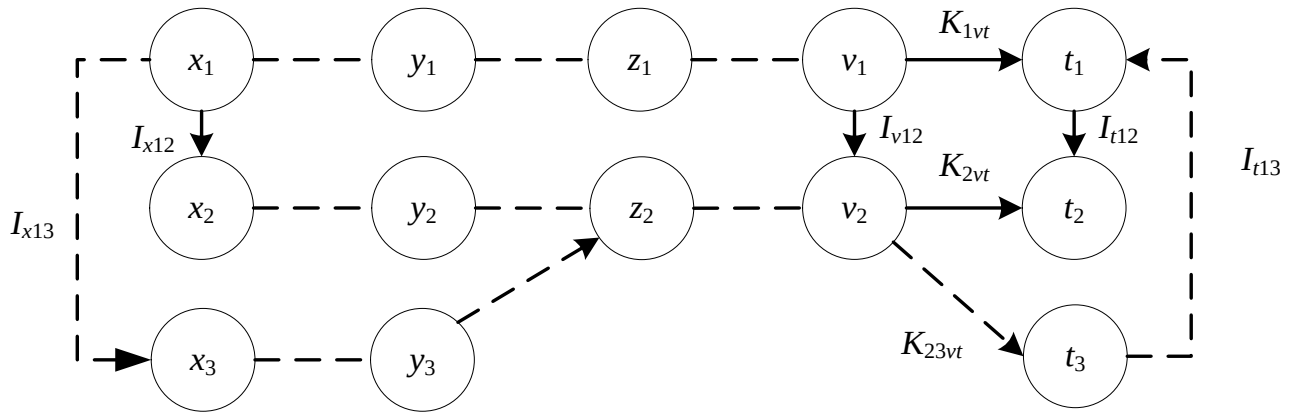


Рис. 2.13. Применение обратных кодов
при диссимуляционном псевдоинформировании

Доказательство. На основании теоремы 2.1 можно написать:

$$I_{t12} = K_{2vt} I_{v12} K_{1tv}, \quad (2.27)$$

$$I_{t13} = K_{23vt} I_{v12} K_{1tv}, \quad (2.28)$$

$$I_{v12} = K_{32xv}I_{x13}K_{1vx} \quad (2.29)$$

или

$$I_{v12} = K_{2xv}I_{x12}K_{1vx}. \quad (2.30)$$

Подставив в (2.27), а затем в (2.28) поочередно выражения для I_{v12} (2.29) и (2.30), получим

$$I_{t12} = K_{2vt}(K_{32xv}I_{x13}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.31)$$

$$I_{t12} = K_{2vt}(K_{2xv}I_{x12}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.32)$$

$$I_{t13} = K_{23vt}(K_{32xv}I_{x13}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.33)$$

$$I_{t13} = K_{23vt}(K_{2xv}I_{x12}K_{1vx})K_{1tv}. \quad (2.34)$$

С учетом (2.24), (2.25) и (2.26) некоторые пары последовательных кодов в (2.31–2.34) вырождаются в тривиальные преобразования, и окончательно имеем

$$I_{t12} = K_{2vt}K_{32xv}I_{x13}, \quad (2.35)$$

$$I_{t12} = I_{x12}, \quad (2.36)$$

$$I_{t13} = I_{x13}, \quad (2.37)$$

$$I_{t13} = K_{23vt}K_{2xv}I_{x12}. \quad (2.38)$$

Здесь мы имели:

- преобразование информации I_{x13} (2.35) и I_{x12} (2.36) в информацию I_{t12} ;
- преобразование информации I_{x13} (2.37) и I_{x12} (2.38) в информацию I_{t13} и одновременно:
- преобразование информации I_{x12} в информации I_{t12} (2.36) и I_{t13} (2.38);
- преобразование информации I_{x13} в информации I_{t12} (2.35) и I_{t13} (2.37).

Полученное информирование является двойным конфузионным псевдоинформированием.

Из данной теоремы вытекает, что *в случае диссимуляционного псевдоинформирования применение обратных кодов дает только некоторый набор информации, которые могло содержать множество оригиналов, но некоторые необязательно в нем содержались.*

Например, если образ – число 4, полученное после возведения в квадрат, то, применив обратный код, получаем числа +2 и –2 как набор возможных значений, но при этом остается невыясненным, было ли в данном конкретном случае число 4 получено из числа +2 или –2.

Если о каком-либо неизвестном объекте мы знаем только то, что он принадлежит определенному классу, то, даже перечислив все объекты этого класса, мы не узнаем, о каком объекте идет речь.

Например, если в статистическом отчете токари фигурируют как «специалисты по обработке металла», то из перечисления всех специальностей по обработке металла нельзя будет узнать, шла ли речь в данном случае о токарях или о фрезеровщиках, сверловщиках и т.п.

Нельзя получить распределение температуры, зная только среднее значение, поскольку самые различные распределения могут иметь одно и то же среднее значение.

Знание следствия, которое может возникнуть из многих причин, не приводит к знанию конкретной причины, которая вызвала это следствие, а говорит лишь о том, что эта причина находится среди множества возможных причин.

Например, симптом какой-либо болезни из определенной группы болезней указывает лишь на то, что в конкретном случае речь идет об одной из этих болезней. Чем больше болезней имеют одни и те же симптомы (например, общим для множества болезней симптомом является повышение температуры), тем труднее распознать конкретную болезнь у пациента.

На основании следов, обнаруженных на месте преступления, следователь получает в свои руки лишь набор возможных вариантов происшедших событий, их соучастников и т.п. Для исключения вариантов,

не соответствующих действительности, ему необходимо иметь дополнительные данные.

Для того, кто затрудняется с ответом, диссимуляционное псевдоинформирование есть средство сокрытия истины, не навлекая на себя обвинения во лжи. Ответы, даваемые в самом общем виде, оставляют еще простор для различных толкований, поэтому, следовательно, в таких случаях трудно или практически невозможно получить необходимые данные. В аналогичном положении оказывается, например, свидетель, который боится своими показаниями усугубить вину осужденного (принуждение к дальнейшим ответам приводит лишь к тому, что он начинает повторять то, что уже сообщил, только в иных выражениях, т.е. вместо диссимуляционного псевдоинформирования начинает применять симуляционное псевдоинформирование).

О применении обратных кодов в случае простого конфузионного псевдоинформирования говорит следующая теорема.

Теорема 2.7. Если информирование является простым конфузионным псевдоинформированием, то после применения к нему обратных кодов оно становится двойным конфузионным псевдоинформированием.

Дано: цепь оригиналов x_1, x_2, x_3 , содержащая информации I_{x12} и I_{x13} , коды $K_{1xv}, K_{2xv}, K_{3xv}$ (преобразования оригиналов x_1, x_2, x_3 в промежуточные сообщения v_1, v_2, v_3), обратные коды

$$K_{1vt} = K_{1vx}, \quad (2.39)$$

$$K_{2vt} = K_{2vx}, \quad (2.40)$$

$$K_{3vt} = K_{3vx} \quad (2.41)$$

(преобразования промежуточных сообщений v_1, v_2, v_3 в образы t_1, t_2, t_3), код K_{23xv} (преобразование оригинала x_2 в промежуточное сообщение v_3) и обратный код

$$K_{32vt} = K_{32vx} \quad (2.42)$$

(преобразование промежуточного сообщения v_3 в образ t_2) (рис. 2.14).

Требуется определить информации I_{t12} , I_{t13} , содержащиеся в цепи образов t_1, t_2, t_3 .

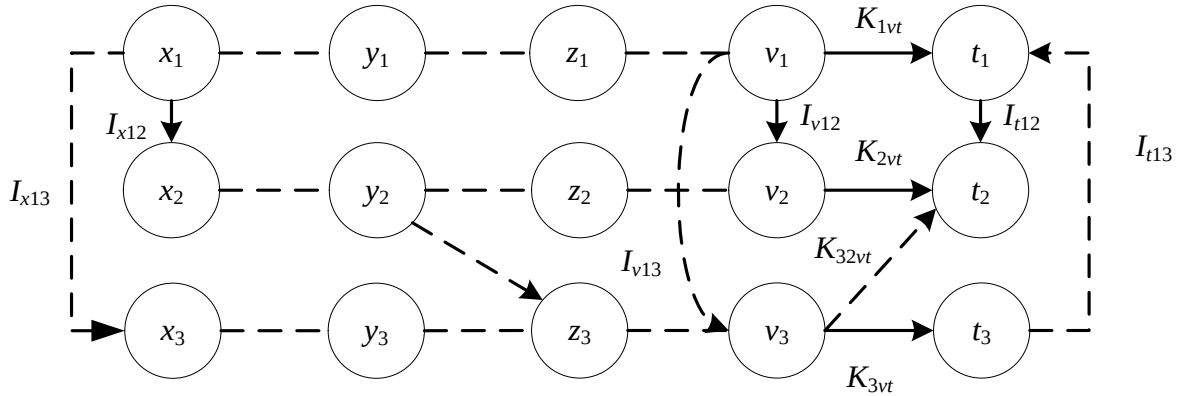


Рис. 2.14. Применение обратных кодов при простом конфузионном псевдоинформировании

Доказательство. На основании теоремы 2.1 можно записать

$$I_{t12} = K_{2vt}I_{v12}K_{1tv}, \quad (2.43)$$

$$I_{t12} = K_{32vt}I_{v13}K_{1tv}, \quad (2.44)$$

$$I_{t13} = K_{3vt}I_{v13}K_{1tv}, \quad (2.45)$$

$$I_{v13} = K_{3xv}I_{x13}K_{1vx}, \quad (2.46)$$

$$I_{v13} = K_{23xv}I_{x12}K_{1vx}, \quad (2.47)$$

$$I_{v12} = K_{2xv}I_{x12}K_{1vx}. \quad (2.48)$$

Подставив в (2.43) выражение для I_{v12} (2.48), в (2.44) и (2.45) поочередно выражения для I_{v13} (2.46) и (2.47), получим

$$I_{t12} = K_{2vt}(K_{2xv}I_{x12}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.49)$$

$$I_{t12} = K_{32vt}(K_{3xv}I_{x13}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.50)$$

$$I_{t12} = K_{32vt}(K_{23xv}I_{x12}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.51)$$

$$I_{t13} = K_{3vt}(K_{3xv}I_{x13}K_{1vx})K_{1tv}, \quad (2.52)$$

$$I_{t13} = K_{3vt}(K_{23xv}I_{x12}K_{1vx})K_{1tv}. \quad (2.53)$$

С учетом (2.39–2.42) некоторые пары последовательных кодов в (2.49–2.53) вырождаются в тривиальные преобразования, и окончательно имеем

$$I_{t12} = I_{x12}, \quad (2.54)$$

$$I_{t12} = K_{32vt}K_{3xv}I_{x13}, \quad (2.55)$$

$$I_{t13} = I_{x13}, \quad (2.56)$$

$$I_{t13} = K_{3vt}K_{23xv}I_{x12} \quad (2.57)$$

(из уравнений (2.49) и (2.51) получаем одинаковый результат в виде (2.54)).

Здесь мы имеем:

– преобразования информации I_{x12} (2.54) и I_{x13} (2.55) в информацию I_{t12} ;

– преобразования информации I_{x12} (2.57) и I_{x13} (2.56) в информацию I_{t13}

и одновременно:

– преобразование информации I_{x12} в информации I_{t12} (2.54) и I_{t13} (2.57);

– преобразование информации I_{x13} в информации I_{t12} (2.55) и I_{t13} (2.56),

вследствие чего такое информирование является двойным конфузионным псевдоинформированием.

Из данной теоремы следует, что в случае простого конфузионного псевдоинформирования применение обратных кодов еще больше ухудшает ситуацию, приводя от частичной неясности к полной.

Рассмотрим этот парадоксальный вывод более детально.

Предположим, что основную роль в некоторой книге играют два понятия: автомобильное сообщение (x_2) и радиосвязь (x_3), причем автор

этой книги для автомобильного сообщения всегда применяет термин «транспорт» (v_2), а термин «связь» (v_3) иногда использует в том же значении, иногда же в значении радиосвязи. Мы имеем тогда дело с простым конфузионным псевдоинформированием, ибо автомобильное сообщение описывается как термином «транспорт», так и термином «связь» (симуляционное псевдоинформирование), а кроме того, автомобильное сообщение и радиосвязь иногда обозначаются общим термином «связь» (диссимуляционное псевдоинформирование). Это приводит к путанице: встретив термин «транспорт», читатель знает, что автор говорит об автомобильном сообщении, а встретившись с термином «связь», он остается неуверенным, говорит ли автор в данном месте текста об автомобильном сообщении или о радиосвязи. Если бы в этом случае был применен обратный код (в результате чего получилось бы два образа), необходимо было бы ввести два новых понятия. Предположим, что вводятся новые термины «сообщение» (t_2) и «коммуникация» (t_3) в качестве образов, получаемых при применении обратных кодов к терминам «транспорт» и «связь», играющих роль промежуточных сообщений. Термин «сообщение», общий для понятий «транспорт» и «связь», означал бы как автомобильное сообщение, так и радиосвязь (поскольку термин «транспорт» означает автомобильное сообщение, а термин «связь» употребляется в обоих значениях), но и термин «коммуникация», соответствующий только термину «связь», точно также обозначал бы либо автомобильное сообщение, либо радиосвязь (поскольку термин «связь» используется в обоих значениях). В результате ни применение термина «сообщение», ни применение «коммуникации» в некоторых местах текста не устраняло бы возникающих у читателей сомнений о том, когда автор говорит об автомобильном сообщении, а когда о радиосвязи. Более того, если в тексте с терминами «транспорт» и «связь» хотя бы в некоторых случаях читателю ясно, о какой конкретном виде сообщения идет речь, то в тексте с новой терминологией относительно этого была бы полная неясность.

О применении обратных кодов в случае двойного конфузионного псевдоинформирования говорит следующая теорема.

Теорема 2.8. Если информирование является двойным конфузионным псевдоинформированием, то применение к нему обратных кодов приводит к двойному же конфузионному псевдоинформированию (рис. 2.15).

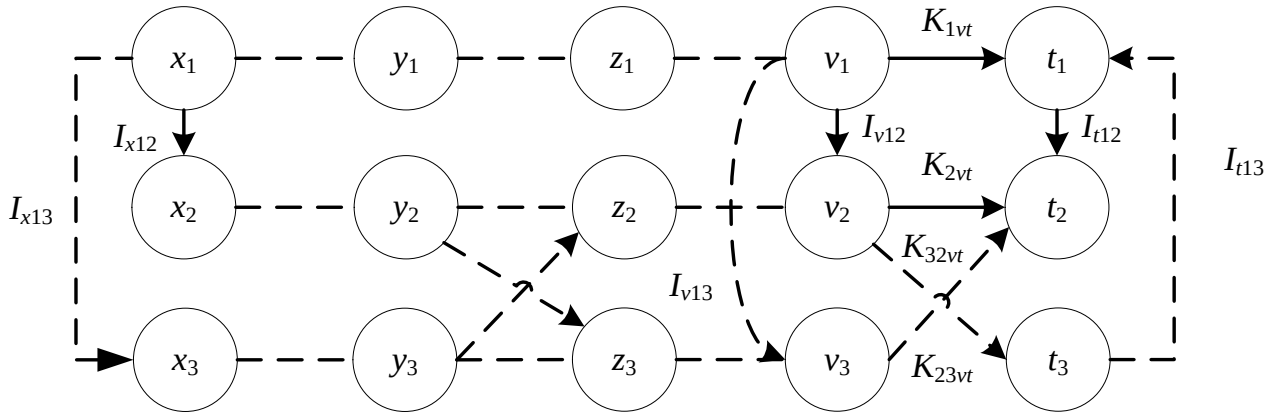


Рис. 2.15. Применение обратных кодов при двойном конфузионном псевдоинформировании

В результате доказательства, проведенного аналогично предыдущим теоремам, получим

$$I_{t12} = I_{x12}, \quad (2.58)$$

$$I_{t12} = K_{2vt}K_{32xv}I_{x13}, \quad (2.59)$$

$$I_{t12} = K_{32vt}K_{3xv}I_{x13}, \quad (2.60)$$

$$I_{t13} = I_{x13}, \quad (2.61)$$

$$I_{t13} = K_{23vt}K_{2xv}I_{x12}, \quad (2.62)$$

$$I_{t13} = K_{3vt}K_{23xv}I_{x12}. \quad (2.63)$$

Из соотношений (2.58–2.63) и рис. 2.15 видно, что здесь мы имеем следующие преобразования информации:

- преобразования информации I_{x12} (2.58) и I_{x13} (2.59), (2.60) в I_{t12} ;
- преобразования информации I_{x12} (2.62), (2.63) и I_{x13} (2.61) в I_{t13}

и одновременно:

– преобразование информации I_{x12} в информации I_{t12} (2.58) и I_{t13} (2.62), (2.63);

– преобразование информации I_{x13} в информации I_{t12} (2.59), (2.60) к I_{t13} (2.61), вследствие чего такое информирование является двойным конфузионным псевдоинформированием.

Из данной теоремы следует, что применение обратных кодов к двойному конфузионному псевдоинформированию не выводит из состояния полной неопределенности.

2.3.13. Обобщенные выводы о возможностях исправления разных видов псевдоинформирования

В заключение рассуждений на тему о псевдоинформировании следует заметить, что применение обратных кодов к симуляционному псевдоинформированию равносильно введению диссимуляционного псевдоинформирования, в результате чего получается трансинформирование (правильное информирование).

Применение обратных кодов к диссимуляционному псевдоинформированию равносильно введению симуляционного псевдоинформирования. Применение обратных кодов к простому конфузионному информированию равносильно введению конфузионного псевдоинформирования, но в обратном направлении кодовой цепи, в которой появляется псевдоинформация. Применение обратных кодов к двойному конфузионному псевдоинформированию равносильно введению этого псевдоинформирования. Во всех этих трех случаях информирование осуществляется в результате двойного конфузионного псевдоинформирования.

Итак, мы выяснили различия между разными видами псевдоинформирования. Симуляционное псевдоинформирование дает в результате симуляционные псевдоинформации, из которых только одна (какая-либо) нужна для определения информации, содержащейся во множестве оригиналов, поэтому применение обратных кодов в этом случае помогает избавиться от остальных псевдоинформаций.

В то же время применение диссимуляции к остальным трем видам псевдоинформирования приводит к потере информации, восстановить которую, применив обратные коды, уже не удастся. Относительно потерянных информационных можно указать лишь некоторое «множество возможностей», причем дальнейшее применение обратных кодов лишь все более снимает наложенные на эти возможности ограничения, так что в конце концов достигается состояние (двойное конфузионное псевдоинформирование), при котором потерянная информация становится совершенно неопределенной.

2.3.14. Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите все виды псевдоинформирования.
2. Сформулируйте определения понятий «псевдоинформирование» и «псевдоинформация».
3. Сформулируйте определения следующих видов псевдоинформирования: симуляционного, диссимуляционного, конфузионного (простого и двойного).
4. Сформулируйте определения понятий «симуляционная псевдоинформация» и «диссимуляционная псевдоинформация».
5. Сформулируйте и докажите теоремы 2.5, 2.6, 2.7 и 2.8.
6. Опишите информирование, возникающее при восприятии последовательности случайных чисел наблюдателем, который не знает, как они формируются на цифровой машине.
7. Определите и формально опишите информирование, возникающее при восприятии последовательности псевдослучайных (п/с) чисел наблюдателем, который знает, что они сформированы на цифровой машине специальной программой – определенного типа датчиком п/с чисел. Какими сообщениями в этом случае представлен процесс воздействия в канале управления? Какие информации и коды при этом имеют место?
8. Определите и формально опишите информирование наблюдателя с ослабленным зрением (близорукого, дальноруккого, дальтоника).
9. Определите и формально опишите информирование наблюдателя с более острым зрением, чем нормальное.

10. Опишите формально информирование, возникающее при восприятии загорания сигнальной лампочки и сигнального звонка наблюдателем, который не осведомлен об общей причине их срабатывания.

11. Опишите информирование, возникающее при использовании в текстах следующих пар слов: лицо и облик, прах и тлен, целиком и полностью, завод и производство.

12. Какие особенности в обозначениях одинаковых понятий затрудняют восприятие содержания учебной, технической и научной литературы? Какое из-за этого может возникать информирование?

13. Каким способом информирования реализуется видимость обилия информации в текстах и речах?

14. Для каких целей применяются слова-синонимы и равнозначные выражения в художественной литературе?

15. Опишите информирование, возникающее в процессе классификации объектов.

16. Опишите информирование, возникающее при получении результатов математических операций одновременно над несколькими переменными.

17. Опишите информирование, возникающее при получении числовых характеристик случайных величин (например, математического ожидания, дисперсии и т.п.). Какая информация о последовательности (выборке) реализаций случайной величины содержится в значениях ее числовых характеристик?

18. Какое информирование и какая информация имеют место при восприятии уменьшенного изображения некоторого предмета?

19. Каким образом реализуется симуляционное и диссимуляционное псевдоинформирование при оперировании на ЦВМ с массивами данных и отдельными их элементами?

20. Какое информирование может возникнуть при встрече со знакомым человеком, который очень похож на другого вашего знакомого? Каким образом вы обратитесь к нему по имени?

21. Возможно ли возникновение конфузионного псевдоинформирования при передаче по каналу связи квантованных по уровню сообщений?

22. Докажите теоремы о применении обратных кодов без использования информации во множестве промежуточных сообщений I_{v12} и I_{v13} в следующих случаях псевдоинформирования:

- при симуляционном псевдоинформировании;
- при диссимуляционном псевдоинформировании;
- при простом конфузионном псевдоинформировании;
- при двойном конфузионном псевдоинформировании.

Объясните результаты формальных доказательств.

23. Приведите примеры использования обратных кодов при разных видах псевдоинформирования.

24. Перечислите возможности исправления разных видов псевдоинформирования.

25. Приведите примеры сознательного использования симуляционного и диссимуляционного псевдоинформирования.

2.4. ДЕЗИНФОРМИРОВАНИЕ – ИНФОРМИРОВАНИЕ С ОБОРВАННЫМИ ИЛИ НЕПОЛНЫМИ КОДОВЫМИ ЦЕПЯМИ

Рассмотрим такое информирование, в котором все кодовые цепи являются разделенными, но не все они заполнены.

2.4.1. Дезинформирование

Дезинформирование – это такое информирование, при котором некоторые кодовые цепи не полны.

2.4.2. Дезинформация

Дезинформация – это информация, содержащаяся во множестве образов и искажающая множество образов в результате дезинформирования.

Виды дезинформирования можно различать в соответствии с введенными в пп. 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5 понятиями симуляции, диссимуляции и конфузии.

2.4.3. Симуляционное дезинформирование

Симуляционное дезинформирование – это такое дезинформирование, в котором некоторые кодовые цепи не содержат оригиналов (рис. 2.16).

Очевидно, что в случае такого информирования во множестве образов появляется **симуляционная дезинформация** I_{v12} , искажающая информацию в цепи образов.

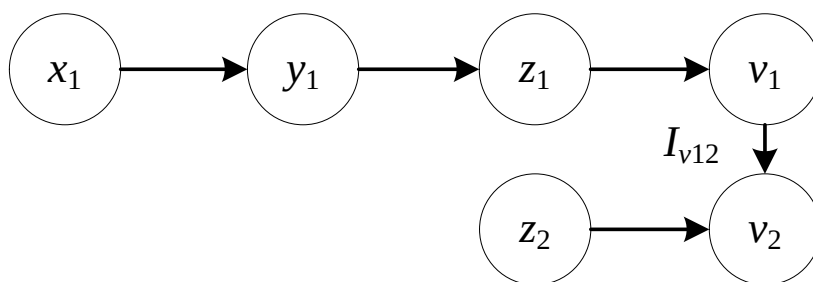


Рис. 2.16. Симуляционное дезинформирование

Обозначенный на рис. 2.16 образ v_2 не является результатом преобразования заданного оригинала; он появился в результате каких-то посторонних причин.

Например, если при измерении электрического напряжения стрелка вольтметра вследствие его неисправности или случайного отключения возвращается в нулевое положение, измеряющий получает симуляционную дезинформацию, ибо будет считать, что напряжение упало до нуля, хотя на самом деле оно не изменилось.

Другим техническим примером симуляционного дезинформирования может служить появление ложного сигнала из-за неправильного действия самого сигнализирующего устройства, что заставляет обслуживающий персонал вмешиваться в действие нормально работающего оборудования.

Примером из судопроизводства являются показания свидетеля, которые кроме реальных содержат вымышленные факты либо только последние.

Симуляционным дезинформированием является также подделка чужих подписей, изготовление фальшивых квитанций или денег, реклама товаров или их качества, которых на самом деле нет, указание в расписании движения транспортного средства, которое на самом деле в данное время не курсирует, и т.п.

Симуляционное дезинформирование используется также в целях пропаганды. Например, когда в военных сводках для населения говорится о победных сражениях, которых на самом деле вообще не было; когда правительство одной страны обвиняет правительство другой во враждебных действиях, которых то не совершало; когда политическая партия нападает на своих противников за слова, которые никто из них не произносил.

Симуляционное дезинформирование происходит при любом прогнозе, предсказания которого не сбываются, например при прогнозе состояния экономики, которое к указанному сроку не достигается.

В некоторых случаях редакция газеты выдумывает сенсационные новости (газетные «утки»), чтобы заинтересовать своих читателей.

Наконец, следует упомянуть симуляционное дезинформирование, возникающее из-за внесения «отсебятины» при исполнении музыкальных или других произведений искусства, а также при украшении репортажей вымышленными подробностями в журналистике.

Почти полностью к симуляционному дезинформированию можно отнести изображение людей и их действий в романах, театральных постановках, художественных фильмах и т.д. Однако очевидно, что изображение общечеловеческих качеств в художественных образах не является дезинформированием.

2.4.4. Диссимуляционное дезинформирование

Диссимуляционное дезинформирование – это такое дезинформирование, в котором некоторые кодовые цепи не содержат образов.

Диссимуляционная дезинформация – это искаженная из-за потерь информация в цепи образов.

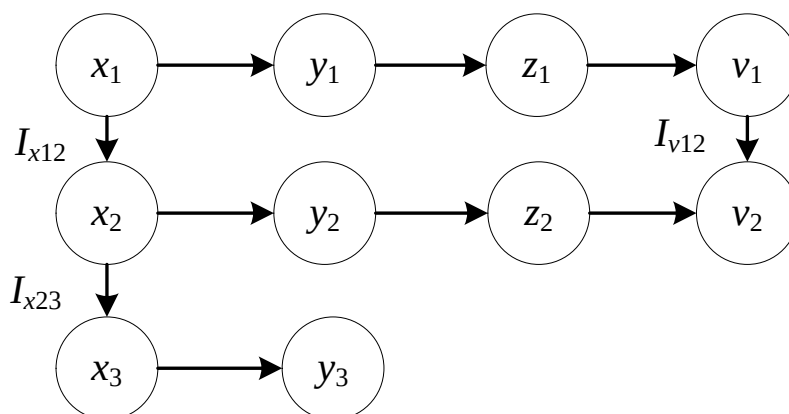


Рис. 2.17. Диссимуляционное дезинформирование

На рис. 2.17 показано, что из-за обрыва одной из кодовых цепей со стороны приемника отсутствует преобразование оригинала x_3 в соответствующий образ. Вследствие этого во множестве образов нет информации I_{v23} , хотя во множестве оригиналов имеется информация I_{x23} .

Например, если, несмотря на наличие напряжения в данной точке электрической схемы, испорченный вольтметр показывает «нуль», лицо, измеряющее напряжение, получит диссимуляционную дезинформацию о том, что в цепи нет напряжения.

Другим техническим примером диссимуляционного дезинформирования является случай, когда из-за неисправности сигнального устройства на его выходе отсутствует сигнал. Подобный характер носят неисправности автоматических блокировок и предохранителей, что может привести к порче или разрушению блокируемой системы.

При передаче сообщений с помощью кодовых слов диссимуляционное дезинформирование возникает при отсутствии на приемной стороне сигналов о состоянии некоторых разрядов кодового слова.

Диссимуляционное дезинформирование возникает также в случае, когда «непрерывное» сообщение подвергается **дискретизации по времени**, если для последующей обработки используются значения этого сообщения в отдельные моменты времени. Такое дискретизованное по времени сообщение физически представлено последовательностью сигналов — «дельтаимпульсов» с соответствующими амплитудами. Однако подобного нельзя сказать о дискретизации сообщений по амплитуде параметра

(называемой обычно *квантованием по уровню*), когда для последующей обработки каждое значение непрерывного сообщения «квантуется», т.е. ставится в соответствие (аналогично округлению чисел до целых значений) тому или иному значению *уровня квантования* из некоторого конечного их множества.

Диссимуляционное дезинформирование есть в случае, если преступник уничтожил компрометирующий его документ, свидетеля или ликвидировал следы своего пребывания на месте преступления, если свидетель утаил известный ему факт или забыл о нем упомянуть и т.д.

В качестве диссимуляционного дезинформирования можно также привести пропуск какого-либо товара в прејскуранте, хотя он имеется в продаже, отсутствие в расписании о движении поездов упоминания о поезде, который на самом деле курсирует.

Диссимуляционное дезинформирование в целях пропаганды имеет место в таких, например, случаях, когда в военных сообщениях утаиваются поражения своих войск и понесенные при этом потери, когда в опубликованном тексте договора умалчивается о наличии некоторых тайных пунктов, когда в отчете о деятельности учреждения его руководство умалчивает о собственных ошибках, когда изготовитель скрывает, что при неизменном названии вырабатываемой продукции он снизил ее качество, и т.д.

В качестве примеров диссимуляционного дезинформирования в области литературы и искусства можно привести пропуск определенных мест при переиздании литературного произведения, при театральных постановках, при демонстрации кинофильмов, исполнении музыкальных произведений.

Чтобы избежать диссимуляционного дезинформирования, в судопроизводстве применяется известная формула для свидетеля: буду говорить правду (обязательство трансинформирования), всю правду (отказ от диссимуляционного дезинформирования) и только правду (отказ от симуляционного дезинформирования).

Для допрашиваемых, на которых оказывается давление, безопаснее прибегать к диссимуляционному, чем к симуляционному, дезинформированию, поскольку в общем случае следователю гораздо легче обнаружить

в показаниях допрашиваемого вымысел, чем утаивание, главным образом потому, что скрываемые факты следовательно неизвестны, так что он не знает, что следует подвергнуть проверке. Если бы он знал эти факты, то не спрашивал бы о них, за исключением случаев, когда необходимо установить искренность допрашиваемого или когда его заявление предполагается использовать в качестве «контрольного сообщения».

Подобные обстоятельства играют роль и в пропаганде. Давно получило широкое распространение симуляционное дезинформирование, основанное на обвинении противников в компрометирующих их вымышленных поступках в расчете на то, что до тех пор, пока эти обвинения не будут опровергнуты как необоснованные, противнику будет доставлено много неприятностей. В настоящее время, когда *развитие средств коммуникации позволяет чрезвычайно быстро распространять сведения, сообщая их одновременно большому количеству людей, в пропаганде используется, главным образом, диссимуляционное дезинформирование* – умалчивание собственных неблагоприятных поступков, а также фактов, свидетельствующих в пользу противника.

2.4.5. Конфузионное дезинформирование

Конфузионное дезинформирование – это такое дезинформирование, при котором некоторые кодовые цепи не содержат оригиналов, а другие – образов.

Как следует из определения конфузионного информирования, любого вида конфузионное дезинформирование представляет собой комбинацию симуляционного и диссимуляционного дезинформирования (пп. 2.1.3, 2.1.4, 2.1.5).

2.4.6. Простое (одиночное) конфузионное дезинформирование

Простое (одиночное) конфузионное дезинформирование – это такое конфузионное дезинформирование, в котором среди трех кодовых цепей вторая не содержит образов, а третья – оригиналов.

На рис. 2.18 иллюстрируется такой вид информирования. Оригинал x_1 преобразуется в образ v_1 , в то время как оригинал x_2 не преобразуется в заданный образ, но во множестве образов имеется образ v_3 , полученный иным путем. В результате, хотя множество оригиналов содержит информацию J_{x12} , множество образов не содержит информацию J_{v12} (диссимуляционное дезинформирование), а содержит информацию J_{v13} (симуляционное дезинформирование).

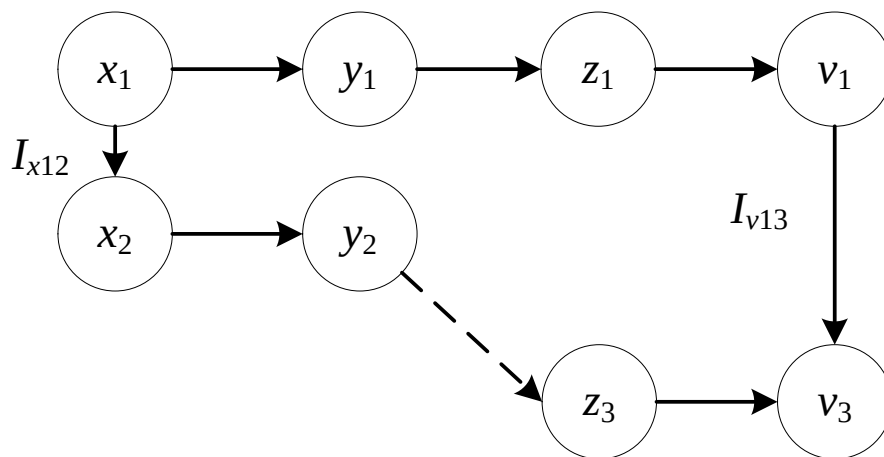


Рис. 2.18. Простое конфузионное дезинформирование

В технике типичным примером простого конфузионного дезинформирования являются любые *измерения с погрешностями*. Например, если при измерении электрического тока в 5,1 А амперметр показывает 5,2 А, то это простое конфузионное дезинформирование, в котором симуляционное дезинформирование – указание несуществующей силы тока 5,2 А, а диссимуляционное дезинформирование – неуказание существующего тока 5,1 А; в результате получается дезинформация в виде превышения показываемого тока над реальным на 0,1 А, что является погрешностью измерения.

Простое конфузионное дезинформирование возникает *при появлении ошибок*. Например, указание в железнодорожном расписании ошибочного времени отправления какого-либо поезда, указание ошибочной цены какого-либо товара в прейскуранте, сообщение кому-либо ошибочного адреса, неправильного номера телефона и т.п.

Простое конфузионное дезинформирование возникает также *при наличии всевозможных искажений*. Например, когда некоторое состояние цифровой схемы под влиянием неконтролируемого внешнего воздействия (возможно помех) «заменяется» на другое состояние. Сюда же относится подрисовывание на портрете усов и других деталей, не присущих данному лицу, замена некоторых слов или выражений при редактировании текста.

Если свидетель показывает, что кого-то били рукой, а не палкой, как было на самом деле, то это простое конфузионное дезинформирование, состоящее из диссимуляционного информирования (свидетель скрыл удары палкой) и симуляционного дезинформирования (свидетель выдумал удары рукой).

Простое конфузионное дезинформирование часто используется для пропаганды, когда некоторые факты или события подаются в выгодном для себя свете. Например, в военных сводках, когда сообщается о незначительных собственных потерях или о больших потерях противника. Подобный же характер носят искажения фактов в учебниках истории.

В литературе и искусстве можно встретиться с такими искажениями, как приукрашенное или, напротив, отталкивающее изображение людей на портретах или в биографических произведениях, переименование музыкальных произведений исполнителями и т.д.

При крайних проявлениях простого конфузионного дезинформирования *прерывание одной кодовой цепи и появление взамен нее другой* может быть выражено совершенно отчетливо, например при перехвате письма и замене его другим.

Менее ярко это проявляется в случае, когда *дезинформация возникает вследствие мелких последовательных накапливающихся изменений*, происходящих в разных местах цепи управления. Например, при систематических ошибках, вызванных погрешностями изменений из-за некачественного изготовления элементов измерительного прибора, изменение параметров элементов вследствие их старения и т.д. Сюда же относятся возможные регулярные «обвесы» и «обсчеты» покупателей продавцом данной секции магазина, которые из-за отсутствующего контроля со сто-

роны администрации могут быть обнаружены в форме излишков товаров только путем внезапного учета или ревизии. В таких случаях следовало бы говорить скорее не о двух кодовых цепях, а о *множестве последовательных коротких кодовых цепей*, которые, в конце концов, дают во множестве образов информацию, отличающуюся от информации во множестве оригиналов.

Подобная ситуация наблюдается, когда цепь управления состоит из большого количества элементов, преобразующих промежуточные сообщения, например при устном распространении какой-либо новости большим количеством людей. Это напоминает игру «испорченный телефон», а также известное явление, когда распространяемые сплетни сильно отличаются от того, что было на самом деле. Поэтому в судопроизводстве различают, говорит ли свидетель о событиях, которые он сам видел, или о которых он слышал от других.

Чтобы ограничить возможность возникновения такой дезинформации, *обычно стараются избежать ненужных преобразований сообщений*. Очевидно, наилучшим способом избежать дезинформирования является использование одних и тех же сообщений в качестве оригиналов и образов или использование равнозначного трансинформирования (п. 2.2.2).

Следует иметь в виду такие ситуации (п. 1.3 в разделе 1), когда кодовая цепь обрывается на пассивных промежуточных сообщениях, вследствие чего для их преобразования в активные необходим приток энергии от внешнего источника, что может внести дезинформацию.

2.4.7. Двойное конфузионное дезинформирование

Двойное конфузионное дезинформирование – конфузионное дезинформирование, состоящее из таких двух простых процессов конфузионного дезинформирования, при которых одна из информации, содержащаяся в цепи оригиналов, и одна из информации, содержащаяся в цепи образов, являются взаимно обратными преобразованиями.

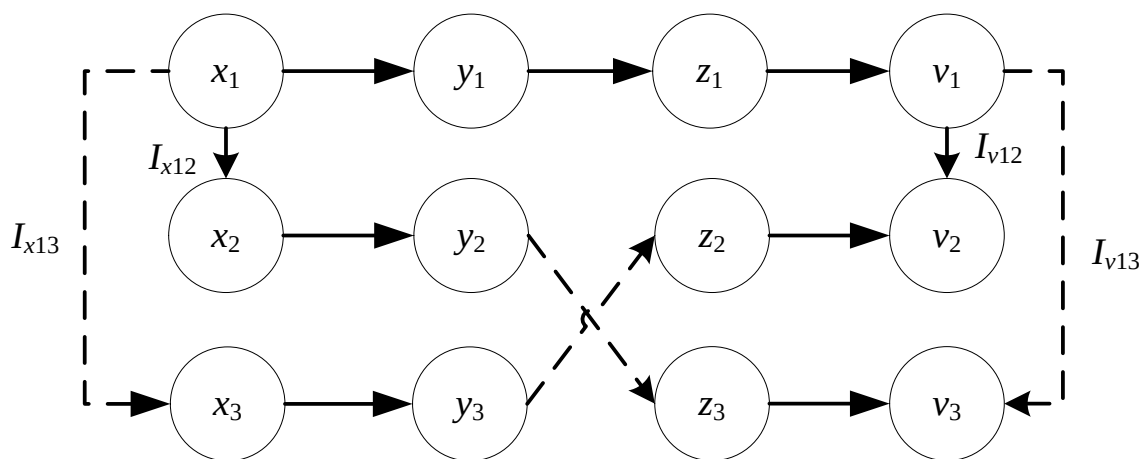


Рис. 2.19. Двойное конфузионное дезинформирование

Данный вид информирования представлен на рис. 2.19. При появлении оригинала x_2 формируется образ v_3 , и, наоборот, при появлении оригинала x_3 формируется образ v_2 . В результате, если множество оригиналов содержит информацию I_{x12} , множество образов содержит информацию I_{v13} ; точно так же, если множество оригиналов содержит информацию I_{x13} , множество образов содержит информацию I_{v12} . Результирующая дезинформация I_{v23} в цепи образов и результирующая информация I_{x23} в цепи оригиналов являются взаимно обратными.

При измерениях двойное конфузионное дезинформирование наблюдается, например, в случае, если амперметр с нулем посередине шкалы подключен неправильно и вместо $-0,1$ А показывает $+0,1$ А, а вместо $+0,1$ А показывает $-0,1$ А.

Если свидетель, умышленно или ошибочно приняв одно лицо за другое, показывает, что Иван ударил Петра, в то время как в действительности Петр ударил Ивана, то это двойная конфузионная дезинформация. Здесь имеются две симуляционные дезинформации (свидетель ошибочно указал, что бил Иван и что избил Петр) и две диссимуляционные дезинформации (свидетель скрыл, что бил Петр и что побил Иван).

Таким же двойным конфузионным дезинформированием является сообщение в военной сводке о том, что противник потерпел поражение, в то время как на самом деле он одержал победу.

2.4.8. Способы устранения дезинформации

Подобно методике исправления разных видов псевдоинформирования (п. 2.3.12) сообщения (v) будут рассматриваться здесь лишь как промежуточные сообщения, и только полученные из них сообщения (t) будут рассматриваться как образы.

К простому конфузионному дезинформированию относится следующая теорема (рис. 2.19).

Теорема 2.9. Простое конфузионное дезинформирование становится трансинформированием, если к первичному промежуточному сообщению применяется код, являющийся таким же преобразованием, как и дезинформация, либо если к вторичному промежуточному сообщению применяется код, являющийся преобразованием, обратным дезинформации.

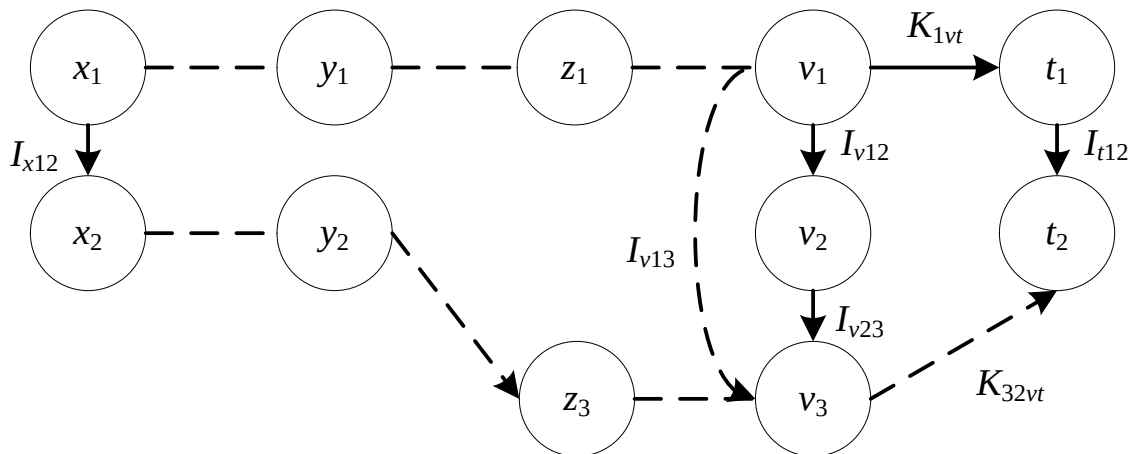


Рис. 2.20. Применение обратных кодов при простом конфузионном дезинформировании

Дано: ассоциация оригиналов $\{x_1, x_2\}$, содержащая информацию I_{x12} , и ассоциация промежуточных сообщений $\{v_1, v_3\}$, содержащая информацию, отличную от I_{x12} (рис. 2.20).

Требуется найти информацию I_{t12} , содержащуюся в ассоциации образов и удовлетворяющую уравнению

$$I_{t12} = I_{x12}. \quad (2.64)$$

Доказательство. На основе теоремы 2.1 можно записать:

$$I_{t12} = K_{32vt}I_{v13}K_{1tv}. \quad (2.65)$$

Введем вспомогательное внутреннее сообщение v_2 , при наличии которого имеем:

$$I_{v13} = I_{v23}I_{v12}. \quad (2.66)$$

Подставляя (2.66) в (2.65), получим

$$I_{t12} = K_{32vt}(I_{v23}I_{v12})K_{1tv}. \quad (2.67)$$

Для того чтобы связать информацию в оригиналах I_{x12} с информацией в образах I_{t12} , можно использовать два варианта: связать ее поочередно с одной из информаций I_{v23} или I_{v12} во множестве промежуточных сообщений, которые образуются вспомогательным сообщением v_2 .

А. Рассмотрим первый вариант, по которому

$$I_{23} = K_{23xv}I_{x12}K_{1vx}I_{v21}. \quad (2.68)$$

Полагая

$$K_{23xv} = K^\circ \quad (2.69)$$

и подобрав $v_2 = v'_2$ таким, что

$$K_{1vx}I'_{v21} = K^\circ, \quad (2.70)$$

после подстановки (2.69) и (2.70) в (2.68) получим

$$I'_{v23} = I_{x12}. \quad (2.71)$$

Далее, подставив (2.71) в (2.67), получим

$$I_{t12} = K_{32vt}(I_{x12}I'_{v12})K_{1tv}. \quad (2.72)$$

Если можно допустить

$$K_{32vt} = K^\circ \quad (2.73)$$

и выбрать код K_{1vt} таким, что

$$I'_{v12}K_{1tv} = K^\circ, \quad (2.74)$$

то после подстановки (2.73) и (2.74) в (2.72) окончательно получим

$$I_{t12} = I_{x12}.$$

При корректировании дезинформирования до состояния трансинформирования полагается, чтобы сообщения x_2 , v_3 , t_2 были одинаковы (тогда и $K_{23xv} = K_{32vt} = K^\circ$). При этом вспомогательное сообщение v_2 подбирается таким, что среди двух информаций во множестве промежуточных сообщений I_{v23} – трансинформация, а I'_{v12} – введенная вспомогательная дезинформация. Кроме того, выполнение одновременно двух условий (2.70) и (2.74) возможно, если $K_{1vx} = K_{1vt} = I'_{v12}$. Это значит, что в первой кодовой цепи коды должны быть противоположны, причем второй код K_{1vt} должен быть равен вспомогательной дезинформации. Эта дезинформация преобразует промежуточное сообщение $v_1 \neq x_1$ в такое вспомогательное сообщение $v'_2 = x_1$, которое участвует в передаче трансинформации $I'_{v23} = I_{x12}$ вплоть до цепи образов, где $I'_{v23} = I_{t12}$.

В. Рассматривая второй вариант исправления дезинформации I_{v13} , следует вспомогательное промежуточное сообщение $v_2 = v''_2$ выбрать таким, чтобы промежуточная информация $I''_{v12} = I_{x12}$, т.е. была бы трансинформацией. Тогда I''_{v23} – вспомогательная дезинформация, такая, что обратная ей дезинформация I''_{v32} преобразует промежуточное сообщение v_3 во вспомогательное $v''_2 = x_2$. Кроме того, нужно подобрать два обратных по отношению друг к другу кода K_{23xv} и K_{32vt} , последний из которых должен быть обратным вспомогательной дезинформации I''_{v23} . С учетом данных условий можно доказать (аналогично варианту А), что будет обеспечено такое трансинформирование, при котором $I_{t12} = I''_{v12} = I_{x12}$.

Из данной теоремы следует, что **осведомленный о дезинформировании наблюдатель способен исправить его до состояния трансинформирования двояко**: либо введением дополнительной дезинформации I'_{v12} , подобной существующей I_{v13} , для преобразования первичного промежу-

точного сообщения v_1 в такое вспомогательное сообщение v_2'' , которое используется для переноса промежуточной трансформации $I'_{v23} = I_{x12}$, либо компенсацией существующей дезинформации путем преобразования вторичного промежуточного сообщения v_3 в такое вспомогательное v_2'' , которое необходимо для переноса промежуточной трансформации $I''_{v12} = I_{x12}$.

Введение дополнительной дезинформации – редкий случай, так как оно применимо только для таких множеств промежуточных сообщений, в которых какое-либо промежуточное сообщение, выступая в роли первичного сообщения, образует информационные ассоциации со всеми остальными промежуточными сообщениями того же множества, причем такие, что в каждой из них имеется одна и та же дезинформация.

Например, если выясняется, что при вычерчивании графика все точки кривой ошибочно нанесены на 1 см выше, чем надо, то легче ввести дополнительную дезинформацию (вариант **А** в теореме 2.9), подняв на 1 см ось абсцисс, нежели скомпенсировать дезинформацию (вариант **В** в теореме 2.9), т.е. стереть кривую и вычертить ее заново, сместив на 1 см ниже.

Тем же приемом пользуется продавец при взвешивании жидких продуктов, когда он вместо того, чтобы вычесть вес посуды после ее наполнения и таким образом определить чистый вес жидкости, ставит пустую посуду на весы и с помощью разновесных гирь **уравновешивает** весы, а затем взвешивает необходимое количество жидкости.

Выводы теоремы 2.9 в полной мере относятся к симуляционному и диссимуляционному дезинформированиям как к частным случаям конфузионного дезинформирования.

Для устранения симуляционного дезинформирования достаточно исключить кодовую цепь, образованную посторонними причинами.

Например, для этого следовало бы вычеркнуть в прейскуранте товары, которые не находятся в продаже, в железнодорожном расписании – обозначение поезда, который не курсирует, и т.д.

Для исправления диссимуляционного дезинформирования требуется введение недостающих информаций, восстанавливающих оборванные кодовые цепи.

Например, вписать в прейскурант товар, имеющийся в продаже, внести в расписание все сведения о курсирующих поездах и т.д.

Следующая теорема относится к случаю двойного конфузионного дезинформирования.

Теорема 2.10. При применении обратных кодов к двойному конфузионному дезинформированию получается трансинформирование.

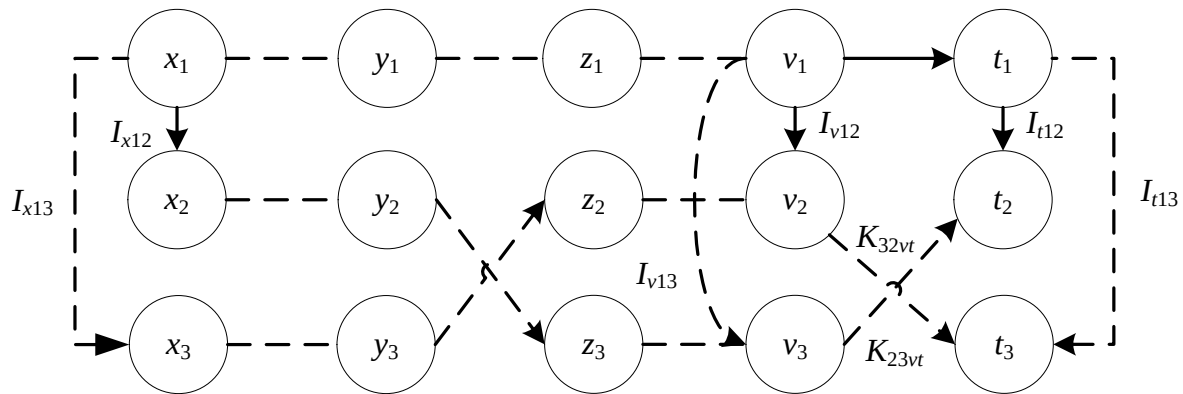


Рис. 2.21. Применение обратных кодов при двойном конфузионном дезинформировании

Дано: цепь оригиналов $x_1 = x_2 = x_3$, содержащая информации I_{x12}, I_{x13} , и цепь промежуточных сообщений $v_1 = v_2 = v_3$, содержащая информации $I_{v12} = I_{x12}, I_{v13} = I_{x13}$ (рис. 2.21).

Требуется найти информации I_{t12} и I_{t13} в цепи образов $t_1 = t_2 = t_3$, и показать, при каких условиях эти информации будут удовлетворять уравнениям $I_{t12} = I_{x12}, I_{t13} = I_{x13}$.

Доказательство данной теоремы (которое для упрощения может быть выполнено при условии $K_{1vt} = K^0$) показывает, что в ассоциации образов (t_1, t_2) будет содержаться трансинформация $I_{t12} = I_{x12}$ при условии $K_{32vt} = I_{v32}$, а в ассоциации образов (t_1, t_3) будет трансинформация $I_{t13} = I_{x13}$ при условии $K_{23vt} = I_{v23}$.

Таким образом, сведение двойного конфузионного дезинформирования к трансинформированию основано на подборе таких двух кодов K_{32vt} и K_{23vt} , которые позволяют **обратить информации** (т.е. на применении обратного преобразования).

В примере с амперметром (если исследователь знает о наличии двойного конфузионного дезинформирования) достаточно считать +0,1 А за –0,1 А, а –0,1 А за +0,1 А или просто поменять местами клеммы амперметра.

Если показания свидетеля, что якобы Иван ударил Петра, являются двойным конфузионным дезинформированием, то придание ему обратного смысла, т.е. что Петр ударил Ивана, будет установлением действительного положения вещей.

Завершая рассмотрение способов исправления дезинформирования, необходимо заметить, что обнаружение дезинформаций (как, впрочем, и любых других неправильных информации) и тем более их устранение невозможно в принципе, если наблюдатель всегда имеет доступ только к множеству образов. На практике для определения наблюдателем вида фактического информирования специально организуется **проверка канала связи**, для которого периодически, или хотя бы в начале пользования данным каналом, на его вход в качестве цепи оригиналов подается известная приемнику цепь сообщений. Обычно такая последовательность называется **проверочной, контрольной или тестовой** выборкой сообщений или контрольным сообщением (тестом).

2.4.9. Контрольные вопросы и задания

1. Перечислите все виды дезинформирования.
2. Сформулируйте определения понятий «дезинформирование» и «дезинформация».
3. Сформулируйте определения следующих видов дезинформирования: симуляционного, диссимуляционного и конфузионного (одиночного и двойного).
4. Сформулируйте определения понятий «симуляционная дезинформация» и «диссимуляционная дезинформация».
5. Опишите информирование, возникающее из-за неисправных предохранителей, ошибочно прерывающих работу нормально функционирующего оборудования.

6. Опишите информирование, возникающее на суде из-за ложных показаний обвиняемого или свидетеля.

7. Опишите информирование, возникающее при ложных вызовах скорой помощи или пожарной команды.

8. Опишите информирование, возникающее при подаче сведений о работе, которая не была выполнена.

9. Опишите информирование, возникающее при ошибочном прогнозе метеослужбы.

10. Определите и опишите виды информирования, возникающие при просмотре фотографий и рисованных цветных и черно-белых изображений объектов, в том числе вымышленных.

11. Определите и опишите информирование, возникающее в цепи «расширителя», тиражирующего сигнал.

12. Определите и опишите информирование, реализующееся в цепи «схемы совпадения».

13. Опишите с информационной и физической точек зрения ситуации дезинформирования при передаче сообщения кодовым словом последовательно и параллельно (желательно с помощью временных диаграмм).

14. Определите и опишите возможные виды информирования при передаче по каналам связи непрерывного сообщения (например, изменение напряжения в электрической цепи) следующими способами:

- с использованием непрерывного сигнала, представленного непрерывной функцией временного аргумента;
- использованием спектральных характеристик сигнала, представленных функциями частотного аргумента.

15. Определите и опишите виды информирования, возникающие при дискретизации сигналов в следующих случаях:

- при квантовании по уровню непрерывного сигнала;
- при квантовании по уровню дискретизованного по времени сигнала;
- временной дискретизации и квантовании по уровню непрерывного сигнала. (Проанализируйте эти случаи; в том числе с учетом влияния помех, исключаящих дискретизованные сигналы).

16. Определите и опишите информирование, возникающее при отображении (кодировании) статического изображения матрицей чисел.

17. Опишите информирование, возникающее на киносъемках.

18. Опишите информирование, возникающее на просмотре видеофильма.

19. Определите и опишите информирование преподавателя на экзамене о знаниях студента по данному предмету при ответах только на билет и по всему материалу курса (в том числе с использованием шпаргалок).

20. Определите и опишите информирование, возникающее при просмотре фотографии в следующих случаях:

- когда картинка частично изменена (т.е. при фотомонтаже);
- картинка частично уничтожена (чернильным пятном);
- часть фотографии оборвана и утеряна.

21. Какие внешние и внутренние факторы, определяющие состояние средств массовой информации (СМИ), облегчают и затрудняют их использование для пропаганды в режимах симуляционного и диссимуляционного дезинформирования.

22. Определите и опишите информирование читателя, возникающее при наличии опечаток в тексте.

23. Определите и опишите информирование, возникающее при передаче кодового слова по каналу с помехами, воздействие которых приводит к искажению состояния его отдельных разрядов до противоположных значений.

24. Проанализируйте и опишите простое конфузионное дезинформирование, возникающее вследствие мелких изменений в различных местах цепи управления (на примерах).

25. К какому виду информирования может привести сообщение данной газеты о некотором событии, информация о котором получена из другой газеты, редакция которой, в свою очередь, узнала об этом из другого источника, и т.д.

26. Определите и опишите информирование, которое используется для ведения «психологической волны» или «зомбирования» отдельных людей или их масс, проводимых тактикой постепенных отклонений от истины.

27. Докажите формально возможность исправления простого конфузионного дезинформирования (по варианту **В** теоремы 2.9).

28. Каким образом исследователь будет устранять дезинформацию в показаниях прибора, если обнаружит наличие небольшого значения в его показаниях при отсутствии сигнала на входе прибора в следующих случаях:

- если предстоит малое число измерений;
- предстоит большая серия измерений. (Рассмотрите исправление дезинформации в приборе с линейной и нелинейной шкалой).

29. Опишите дезинформации разных видов, которые могут иметь место в следующих случаях:

- при составлении программы для ЭВМ;
- при компиляции программы на ЭВМ;
- при выполнении программы на ЭВМ;
- при отображении результатов работы программы.

30. Докажите теорему 2.9 по первому варианту при условии, что $K_{32vt} = K^\circ$, и по второму варианту при условии, что $K_{1vt} = K^\circ$.

31. Укажите возможные причины и опишите случаи двойного конфузионного дезинформирования и способы его исправления при передаче двоичного кодового слова последовательным и параллельным кодами.

32. Докажите формально теорему 2.10.

33. Возможно ли исправление любого вида дезинформирования?

34. Перечислите и сформулируйте способы исправления дезинформирования.

2.5. ПАРАИНФОРМИРОВАНИЕ – ИНФОРМИРОВАНИЕ СО СМЫСЛОМ

В рассмотренных видах информирования роль играли только сообщения, относящиеся к кодовым цепям, т.е. такие сообщения, которые преобразовывались в другие сообщения вдоль кодовых цепей, или сообщения, которые уже являлись результатом преобразования предыдущих сообщений пп. 1.1, 1.3, 1.7, 1.10 (раздел 1).

2.5.1. Парасообщение и параинформация

Рассмотрим такое информирование, при котором, кроме указанных сообщений, имеются сообщения, принадлежащие только информационным цепям и не принадлежащие ни одной из кодовых цепей. Такие сообщения называются *парасообщениями*. При этом *параоригинал* x_3 находится в цепи оригиналов, а *параобраз* v_3 – в цепи образов (рис. 2.22).

Параинформация содержится в ассоциации, в которой одно из сообщений – парасообщение. На рис. 2.22 параинформациями являются следующие: $I_{x13}, I_{x23}, I_{v13}, I_{v23}$.

2.5.2. Параинформирование

Параинформирование – это такое информирование, в котором участвует параинформация.

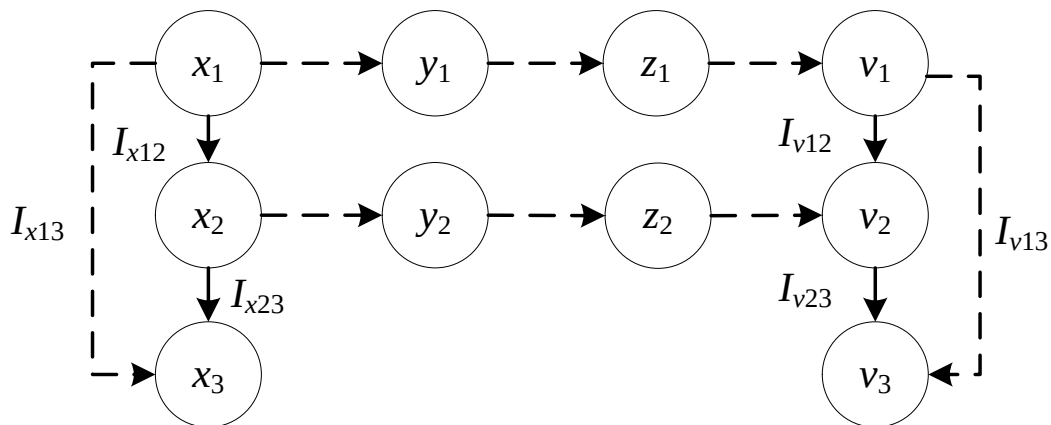


Рис. 2.22. Параинформирование:

x_3, v_3 – парасообщения – параоригинал и параобраз;

$I_{x13}, I_{x23}, I_{v13}, I_{v23}$ – параинформации

На рис. 2.22 отмечено, что образы v_1 и v_2 порождены соответственно оригиналами x_1 и x_2 в процессе кодирования последних промежуточными сообщениями, соответственно – y_1, z_1 и y_2, z_2 . Таким образом, эти оригиналы и образы связаны физическими кодовыми цепями. Это обеспечивает информирование, т.е. преобразование информации I_{x12} , содержащейся в ассоциации оригиналов x_1 и x_2 , в информацию I_{v12} , содержащуюся

ся в ассоциации образов v_1 и v_2 . Здесь не отмечено пока ничего нового по сравнению с уже описанными в предыдущих подразделах преобразованиями. Однако возможна такая ситуация, в которой *благодаря каким-то особенностям источника воздействий появление оригинала x_2 привело к появлению определенного оригинала x_3 , который не преобразуется ни в одно из промежуточных сообщений и ни в один образ, т.е. x_3 – параоригинал*. Очевидно, что все ассоциации каждого из оригиналов с данным параоригиналом содержат дополнительные информации, которые являются параинформациями. На рис. 2.22 это $I_{x_{13}}$ и $I_{x_{23}}$.

Возможно (но не обязательно), что *благодаря каким-то особенностям приемника появление образа v_2 сопровождается появлением определенного образа v_3 , который является параобразом, так как не получен в результате какого-либо преобразования оригинала или промежуточного сообщения*. Поэтому на рис. 2.22 отсутствие между параоригиналом x_3 и параобразом v_3 непосредственной физической связи «отмечено» отсутствием соответствующей кодовой цепи. Появившиеся ассоциации каждого из образов v_1 к v_2 с данным параобразом v_3 содержат дополнительные информации $I_{v_{13}}$ и $I_{v_{23}}$, которые являются параинформациями.

Параинформации $I_{v_{13}}$ и $I_{v_{23}}$ не являются результатом преобразования параинформаций $I_{x_{13}}$ и $I_{x_{23}}$, так как не существует преобразования параоригинала x_3 в параобраз v_3 и не существует промежуточных сообщений y_3 и z_3 . Однако, поскольку факт наличия информации $I_{x_{12}}$ в цепи оригиналов и информации $I_{v_{12}}$ в цепи образов свидетельствует об информировании, то и наличие параинформации $I_{x_{13}}$ в цепи оригиналов и параинформации $I_{v_{13}}$ в цепи образов *носит черты информирования* (это же касается параинформаций $I_{x_{23}}$ и $I_{v_{23}}$). Но так как в этом процессе участвует параинформация, то он является параинформированием.

Особо подчеркнем, что в этой ситуации между параоригиналом x_3 и параобразом v_3 нет причинно-следственной связи. Их появление независимо друг от друга, а причинами их появления являются соответственно: для x_3 – это оригинал x_2 , для v_3 – это образ v_2 . Кроме того, вовсе необязательно их совместное существование. Так как особенности источника

и приемника воздействий, способствующие появлению парасообщений, независимы, то и параинформации в цепи оригиналов и образов также независимы. Возможна ситуация, когда появление оригинала x_2 вызывает появление параоригинала x_3 , но появление образа v_2 не приводит к появлению параобраза v_3 , вследствие чего будет иметься информация I_{x13} , но не будет информации I_{v13} , или наоборот. Возможны также ситуации, когда ни у источника воздействий, ни у приемника не будет парасообщений, следовательно, и параинформаций.

Легко заметить, **что параинформирование не может существовать самостоятельно, а может лишь являться дополнением к информированию**, состоящему в преобразовании информации цепи оригиналов в информацию цепи образов. Информация I_{x12} соответствует информации I_{v12} независимо от того, существуют или нет параинформации I_{x13} и I_{v13} . В то же время параинформация I_{x13} соответствует параинформации I_{v13} только тогда, когда происходит преобразование информации I_{x12} в информацию I_{v12} , так как только в этом случае в процессе преобразования участвуют сообщения x_2 и v_2 , без которых не могли бы существовать сообщения x_3 и v_3 .

В общем случае параинформирования параинформация, содержащаяся в цепи оригиналов, и параинформация, содержащаяся в цепи образов, могут быть одинаковыми. Легко доказать, что если наблюдается одинаковость информации $I_{v12} = I_{x12}$ и параинформаций $I_{v23} = I_{x23}$, то одинаковы параинформации, содержащиеся в ассоциациях первичных сообщений с данными парасообщениями, т.е. $I_{v13} = I_{x13}$. Таким образом, параинформирование может играть роль трансинформирования.

2.5.3. Паратрансинформирование – правильное информирование со смыслом

Паратрансинформирование – это такое параинформирование, при котором параинформация, содержащаяся во множестве образов, одинакова с параинформацией, содержащейся во множестве оригиналов (рис. 2.22, при этом $I_{x23} = I_{v23}$ и $I_{x13} = I_{v13}$).

В результате паратрансинформирования в ассоциации образа и пара-образа содержится **паратрансинформация** (рис. 2.22, в этом случае имеются в виду I_{v23} и I_{v13}).

Паратрансинформирование обеспечивает взаимопонимание людей при их общении с помощью речи, жестов, мимики. Так, если говорящий произносит (на понятном слушателю языке) звук (оригинал), который соответствует понятию «стол», закрепленному в его памяти, в виде определенной нейроструктуры (параоригинал), то данный услышанный звук (образ) может образовать ассоциацию с аналогичной нейроструктурой (параобраз), которая соответствует данному понятию в памяти у слушателя. Без наличия определенного звука, который в этом примере выступает и как оригинал, и как промежуточные сообщения, и как образ, было бы невозможно не только взаимопонимание, но и любое параинформирование. Параоригинал – состояние памяти типа «стол» у первого лица – является пассивным сообщением и поэтому не может порождать в памяти второго лица вообще никакой нейроструктуры, т.е. параобраза. Заметим, что широкое использование телепатической связи при общении людей затруднено в настоящее время из-за того, что известными средствами пока не удастся установить тип канала связи (физическую среду, частотный диапазон и т.п.), в котором имеют место оригиналы, промежуточные сообщения и образы, т.е. реальные активные физические состояния.

Примером паратрансинформирования в технической системе является загорание сигнальных лампочек одновременно на панели **источника питания** некоторого электронного **функционального блока** и на его собственной панели. Срабатывание индикации функционального блока может (паратранс) информировать пользователя о том, что сработала индикация источника питания, хотя первое (параобраз) не вызвано последним (параоригиналом).

Рассматривая источник электропитания как источник воздействия, можно выделить в нем следующие состояния-оригиналы (рис. 2.22): источник выключен – на его выходе нет напряжения (оригинал x_1), источник включен – на его выходе есть напряжение питания (оригинал x_2),

загорелась сигнальная лампочка блока (параоригинал x_3). Функциональный блок как приемник воздействия в этом случае принимает следующие состояния-образы: блок отключен – на его «входе по питанию» нет напряжения (образ v_1), блок подключен – на его входе есть напряжение питания (образ v_2), загорелась лампа индикации питания (параобраз v_3). Здесь наблюдается трансинформирование $I_{x_{12}} \rightarrow I_{v_{12}}$, паратрансинформирование $I_{x_{23}} \rightarrow I_{v_{23}}$ и паратрансинформирование $I_{x_{13}} \rightarrow I_{v_{13}}$.

Паратрансинформирование происходит также, когда по показаниям одних часов судят о показаниях других независимых часов (хотя эта же ситуация становится трансинформированием, если одни часы управляют другими).

Общение и взаимопонимание людей на основе паратрансинформирования возможно благодаря способности памяти фиксировать аналогии (подобные таким, как «наличие напряжения питания – состояние лампы индикации»). ***Благодаря одинаковым ассоциациям (сообщений и парасообщений) в цепи оригиналов говорящего человека и в цепи образов слушателя*** последний может получать большое число параинформаций в результате короткого монолога, фразы или даже отдельного слова (звука) говорящего. Подчеркнем, ***что в памяти человека фиксируются не только понятия слов*** в виде определенных нейроструктур (парасообщений), ***но и связи (аналоги) между ними и звучанием (сообщениями) соответствующих слов***. С появлением элементов памяти и ЦВМ стало возможным паратрансинформирование в технических системах. Если бы в рассмотренном примере управление (включением) электронного блока осуществлялось бы по состоянию его лампы индикации, а не по наличию напряжения на входе шины питания, то это было бы паратрансинформированием.

Широкое распространение паратрансинформирования в отношениях между людьми привело к утвердившемуся мнению, что только оно по существу и образует информирование.

Развитие средств автоматизации, особенно основанных на использовании ЦВМ, в значительной степени способствовало выяснению того, что процессы информирования могут происходить также и в технических системах. Однако, вследствие того что в этих процессах не обращалось внимания на параинформирование, они все еще считаются многими полностью отличными от психических процессов и несравнимы с ними.

Между тем, сходство параинформирования, особенно паратрансинформирования между людьми и машинами, можно доказать на самых простых примерах. Для этого приведем следующее сравнение.

Кто-то сказал: «пробило девять» (это соответствует тому, что на клеммах источника питания появилось напряжение). Сказанное предложение ассоциируется говорящим со словом «часов» (напряжение питания на клеммах источника ассоциируется с загоранием на его панели сигнальной лампочки).

Говорящий не сказал слово «часов» (загорание сигнальной лампочки на панели индикации источника не подвергается никакому преобразованию).

Слушающий услышал фразу «пробило девять» благодаря тому, что говорящий ее произнес (на шине питания функционального блока появилось напряжение в результате включения источника питания).

С услышанной фразой слушающий ассоциирует слово «часов» (появление напряжения на шине питания функционального блока ассоциируется с загоранием лампочки на его панели индикации).

В результате у слушающего появилась та же информация, которая подразумевалась у говорящего (в результате на функциональном блоке появилась та же информация, которая была у источника питания).

Таким образом, формально информирование может происходить между техническими устройствами по тому же принципу, как это имеет место между *людьми*, когда *при общении произносятся и слышатся только некоторые слова, а другие мысленно к ним добавляются*. Точно так же, благодаря одинаковости ассоциаций, когда мы слышим в чьем-то рассказе, что «это было в сорок первом», мы знаем, что речь идет о 1941 годе, хотя слова «тысяча девятьсот» и «году» не были произнесены. Однако

в технических системах парасообщения увязываются с сообщениями в единую информационную цепь (оригиналов или образов) искусственно (подобно тому, как в рассмотренном выше примере сигнальные лампочки соединялись с шинами питания).

Таким образом, параинформирование, т.е. информирование со смыслом, очевидно, возможно между людьми, а также между человеком и любым механизмом, машиной, а также между машинами и механизмами. В двух последних случаях смыслы вкладывает в «память» механизмов и машин человек.

Одинаковость ассоциаций обеспечивает также отсутствие разногласий между людьми по поводу того, что показанный кулак означает угрозу, приподнятые брови – удивление и т.п.

Другими примерами паратрансинформирования могут служить понимание намеков и переносного значения слов, угадывание подоплеки чужих поступков, проникновение в чужие намерения, улавливание «морали» в баснях, сути в анекдотах и т.п.

Роль одинаковости параинформации существенна только тогда, когда эта одинаковость не очевидна. Тогда оказывается что-то, что для кого-то имеет один *смысл*, для другого содержит совершенно другой смысл; что для одного имеет одно *значение*, для другого ничего не значит, и т.д.

Типичным примером такого рода ситуации может служить разговор между людьми, недостаточно владеющими одним языком. Подобного же рода трудности общения возникают при разговоре взрослого с ребенком (у которого *еще нет многих параинформаций*) или со стариком с ослабевшей памятью (которому *уже не хватает многих параинформаций*). При составлении и отладке программы для ЦВМ подобная ситуация имеет место во время трансляции, когда обнаруживается, что некоторый массив (имя которого упоминается в тексте программы) не описан.

Вообще говоря, ***пользование языком и всякими другими знаками основано на параинформации, полученной искусственно в процессе обучения*** – прежде всего чтению, письму и счету, ***а также естественно – путем наблюдения*** ситуации, где используются различные знаки, слова и выражения.

2.5.4. Об основе «осмысленности» предложений, знаков и т.п.

Учитывая последние замечания, легко понять ошибочность введенного Х. Флехтнером (1966 г.) деления предложений на грамматически правильные, но лишенные смысла, логически правильные, но не соответствующие истине, и истинные. Такое деление ошибочно, потому что *осмысленность предложения основана на параинформациях пишущего (говорящего) и читающего (слушателя). Когда читающий говорит, что данное предложение осмысленно и понятно, это свидетельствует лишь о том, что у него имеется соответствующая параинформация, которая, к тому же, по его мнению, совпадает с параинформацией пишущего, благодаря чему становится возможным понимание текста* (паратрансинформирование). Аналогично, когда читающий говорит, что *выражение бессмысленно или непонятно*, это свидетельствует либо об отсутствии у него соответствующей параинформации, либо о том, что, по его мнению, собственная параинформация отличается от параинформации пишущего, из-за чего понимание текста невозможно.

2.5.5. Об оценке смысла и основе понимания

Оценка смысла предложений относительна: одно и то же предложение может иметь смысл для пишущего, но не иметь его для читающего. *В споре о смысле написанного* пишущий и читающий могут обратиться к другим лицам. Но при этом каждый из них будет искать лиц с такой же, как и у спрашивающего, параинформацией, и *дело сведется к простому голосованию* – правильной будет считаться та точка зрения, которой придерживается большинство.

Такое большинство обычно достигается в вопросах, когда к одинаковости параинформации привели, например, *одинаковые школьные программы*. При этом главным аргументом в споре о смысле становится ссылка на то, чему учили в школе, причем спорящие не замечают того факта, что *основанная на этом аргументе оценка смысла не является объективной*. Предложения типа «Зеленая свобода преследует думающий дом», приведенного Флехтнером, во множестве встречаются в современ-

ных поэтических произведениях, при этом многие читатели, не говоря уже о самих авторах, не считают их бессмысленными. Такие выражения не отличаются от выражения «Гамбург лежит на Эльбе», которое Флехтнер считает истинным, хотя использование *выражения, что город «лежит» на реке, также основывается на параинформациях, только гораздо более распространенных*. Точно так же дело обстоит и с определением «истинности» и «неистинности» соответствующих утверждений, так как *только на параинформациях основано* то, что в данном предложении речь идет о ближайшем участке реки. Для кого-то, кто обладал бы другой параинформацией, оценка истинности была бы другой.

2.5.6. Об оценке на истинность математических выражений

В логике и математике с отмеченными выше разночтениями борются при помощи формализации понятий, что, в сущности, сводится только к *ограничению используемых параинформаций такими видами, которые* необходимы для оперирования символами и *единообразны* для всех, кто этими символами пользуется. Однако *предложения, построенные при помощи таких символов, не подлежат оценке на истинность, так как они не относятся к действительности*, а лишь оценивают правильность в смысле соответствия с выбранным набором допустимых операций, аксиом и правил вывода.

Если параинформация, содержащаяся во множестве образов, отличается от параинформации, содержащейся во множестве оригиналов, параинформирование играет роль дезинформирования. В то же время параинформирование не может играть роль псевдоинформирования, так как нет кодовых цепей, которым принадлежали бы парасообщения, и нет смысла говорить о парасообщениях общих для нескольких кодовых цепей.

2.5.7. Парадезинформирование

Парадезинформирование – это такое параинформирование, в котором параинформация, содержащаяся во множестве образов, отличается от параинформации, содержащейся во множестве оригиналов.

Парадезинформация – это параинформация, содержащаяся в ассоциации образов или отсутствующая в цепи образов в результате парадезинформирования.

Соответственно делению информирования на симуляционное, диссимуляционное и конфузионное можно различать следующие виды парадезинформирования.

2.5.8. Симуляционное парадезинформирование

Симуляционное парадезинформирование – это парадезинформирование, при котором параинформация, содержащаяся во множестве образов, не содержится во множестве оригиналов.

Симуляционная парадезинформация – это парадезинформация, содержащаяся в ассоциации образов в результате симуляционного парадезинформирования.

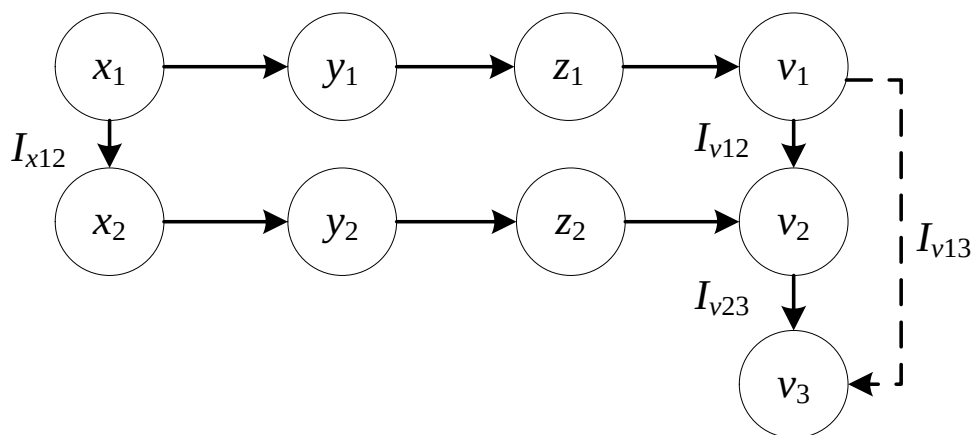


Рис. 2.23. Симуляционное парадезинформирование

На рис. 2.23 во множестве образов отмечен параобраз v_3 , несмотря на отсутствие параоригинала во множестве оригиналов. В связи с этим в ассоциациях образов (v_2, v_3) и (v_1, v_3) содержатся парадезинформации I_{v23} и I_{v13} , хотя они отсутствуют во множестве оригиналов.

Симуляционным парадезинформированием будет, например, придание скрытого смысла высказываниям, в которые говорящий вкладывает лишь дословное значение, улавливание намеков там, где их нет на самом деле, приписывание кому-либо намерений и замыслов, которых он не имеет, и т.д.

2.5.9. Диссимуляционное парадезинформирование

Диссимуляционное парадезинформирование – парадезинформирование, при котором параинформация, содержащаяся во множестве оригиналов, не содержится во множестве образов.

Диссимуляционная парадезинформация – это отсутствие параинформации во множестве образов в результате диссимуляционного парадезинформирования.

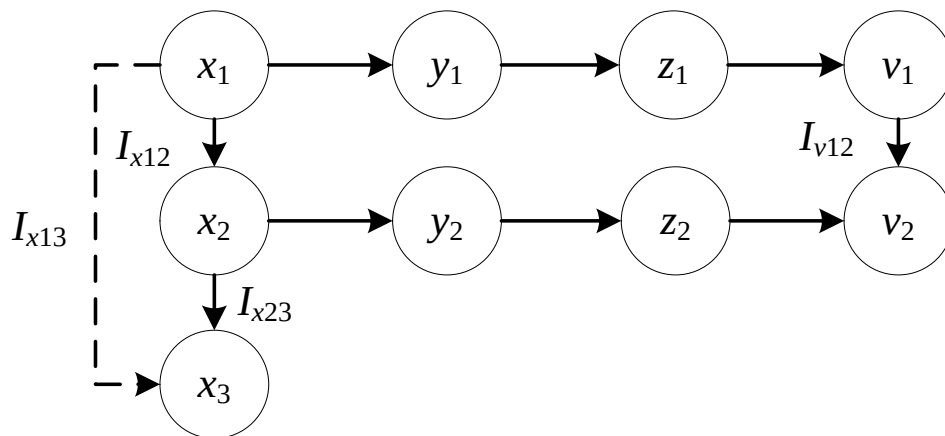


Рис. 2.24. Диссимуляционное парадезинформирование

На рис. 2.24 во множестве образов нет параобраза, несмотря на то что во множестве оригиналов имеется параоригинал x_3 . В связи с этим в ассоциациях оригиналов (x_2, x_3) и (x_1, x_3) содержатся параинформации I_{x23} и I_{x13} , а в ассоциациях образов их нет.

Диссимуляционным парадезинформированием является, например, непонимание того, о чем идет речь, неулавливание намека, непроникновение в чужие замыслы, неугадывание чужих намерений, нераспознавание чужих мыслей и т.п.

2.5.10. Конфузионное парадезинформирование

Конфузионное парадезинформирование – это такое парадезинформирование, при котором парадезинформация, содержащаяся во множестве образов, отличается от парадезинформации, содержащейся во множестве оригиналов.

Конфузионная парадезинформация – это такая парадезинформация, содержащаяся во множестве образов, которая *отличается* от парадезинформации, содержащейся во множестве оригиналов.

2.5.11. Простое конфузионное парадезинформирование

Простое конфузионное парадезинформирование – это такое конфузионное парадезинформирование, при котором одна параинформация, содержащаяся во множестве образов, отличается от одной параинформации во множестве оригиналов.

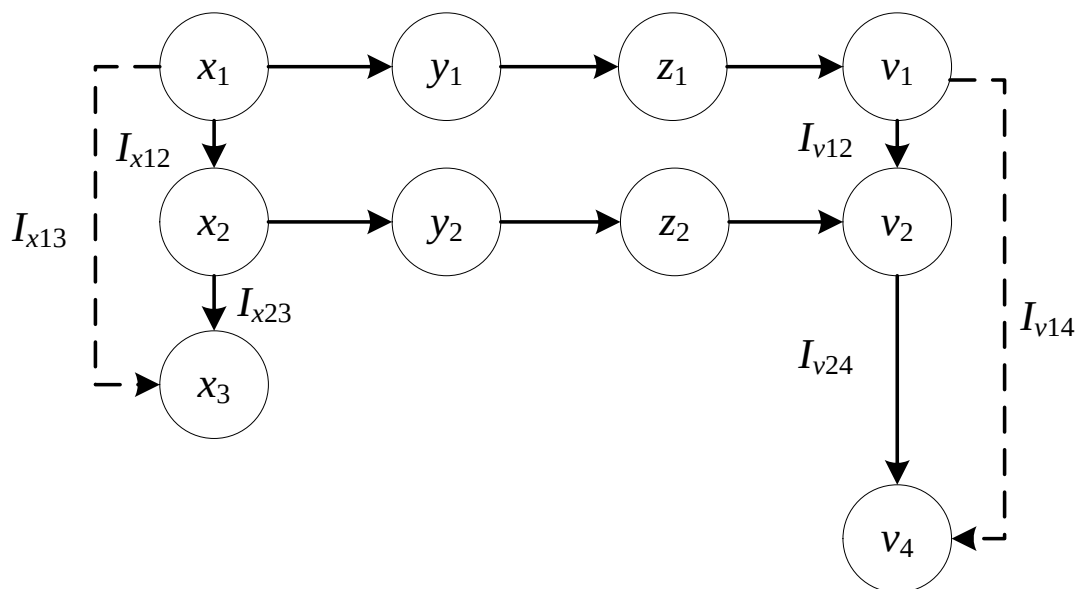


Рис. 2.25. Простое конфузионное парадезинформирование

На рис. 2.25 во множестве образов отмечены две параинформации I_{v24}, I_{v14} , которые отличаются от параинформаций I_{x23}, I_{x13} во множестве оригиналов.

Простым конфузионным парадезинформированием будет **вкладывание** в услышанные слова *иного смысла*, чем имел в виду говорящий, усмотрение того намека, который на самом деле не сделан, приписывание кому-либо намерений, отличных от истинных, ошибочное принятия одних чувств за другие, преуменьшение или преувеличение значения чужих высказываний и т.п.

2.5.12. Двойное конфузионное парадезинформирование

Двойное конфузионное парадезинформирование – это такое конфузионное парадезинформирование, при котором множество оригиналов и множество образов содержат соответственно по две одинаковые парадезинформации, причем первой из двух параинформаций во множестве оригиналов соответствует вторая параинформация во множестве образов, тогда как второй параинформации во множестве оригиналов соответствует первая параинформация во множестве образов.

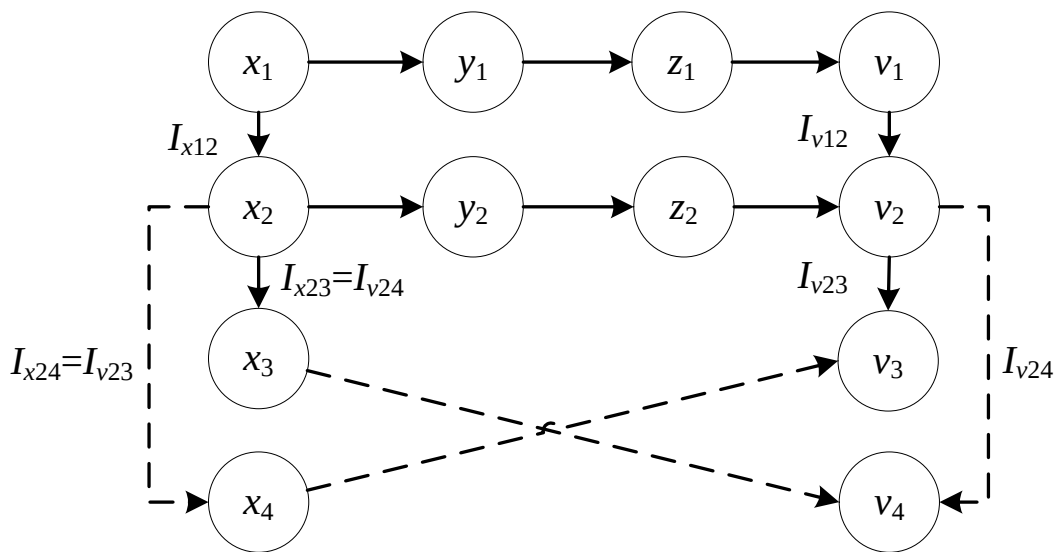


Рис. 2.26. Двойное конфузионное парадезинформирование

На рис. 2.26 показано, что параинформация I_{x23} , содержащаяся в ассоциации оригиналов (x_2, x_3) , соответствует параинформации I_{v24} , содержащейся в ассоциации образов (v_2, v_4) , тогда как параинформация I_{x24} , содержащаяся в ассоциации оригиналов (x_2, x_4) , соответствует параинформации I_{v23} , содержащейся в ассоциации образов (v_2, v_3) , причем $I_{v23} = I_{x24}$ и $I_{v24} = I_{x23}$.

Двойным конфузионным парадезинформированием является, например, превратное толкование чужого поведения, усмотрение враждебности там, где ее нет, и наоборот, неусмотрение ее там, где она действительно есть, усмотрение одобрения в осуждающих высказываниях и наоборот и т.д.

Техническим примером такого информирования является обращение в процессе выполнения программы на ЦВМ к двум массивам (одинаковой размерности и размеров), идентификаторы которых перепутаны по каким-то причинам при вводе программы в ЦВМ.

Примером, где участвуют все виды параинформирования, могут служить карточные игры, в которых условия игры ограничивают возможность трансинформирования для ее участников, из-за чего их взаимопонимание главным образом основано на параинформировании, причем, конечно, желательно, чтобы было паратрансинформирование. Например, на основе распределения взяток они стараются отгадать карты, имеющиеся на руках у партнера, вышедшую масть и т.д. При этом возникают недоразумения (парадезинформирование), например, когда ход делается исходя из ошибочного допущения, что партнеру он будет выгоден (симуляционное парадезинформирование), и, наоборот, при отказе от хода из-за ошибочного предположения, что партнеру он будет невыгоден (диссимуляционное парадезинформирование), когда ход делается из предположения, что партнер его ожидает, хотя он на самом деле ждал совсем другого хода (простое конфузионное парадезинформирование), при ходе с определенной масти, неблагоприятной для партнера, и последующем отказе от игры под ту же масть, хотя партнер это ожидает (двойное конфузионное парадезинформирование).

2.5.13. О причине легкого взаимопонимания и недоразумений при общении людей

Паратрансинформация облегчает процесс взаимопонимания между людьми (вплоть до уровня «с полуслова») благодаря тому, что *для паратрансинформирования требуется меньше кодовых цепей*, а значит, и меньше промежуточных сообщений, *чем для трансинформирования* (хотя и не меньше оригиналов и образов, из которых, однако, некоторые являются параоригиналами и параобразами). Но это же может приводить и к недоразумениям из-за различий в параинформациях говорящего и слушающего. На этой основе могут возникнуть ситуации, когда одно

и то же параинформирование для одного лица является паратрансинформированием, а для другого – парадезинформированием. Однако протекают эти информирования по разным каналам.

В качестве выразительной иллюстрации такого положения можно привести знаменитую сцену из оперы «Тоска» Пуччини, когда Скарпия, заверив Тоску, что Каварадосси будет расстрелян только для вида, приказывает Сполетте, чтобы он совершил все «как было сделано с князем Пальмиери». И Скарпия, и Сполетта знали, что Пальмиери был действительно расстрелян, т.е. в данном случае они имели одинаковую параинформацию. Приказ Скарпии был для Сполетты паратрансинформированием, для Тоски же он оказался конфузионным парадезинформированием.

2.5.14. Роль параинформации в искусстве

Параинформация играет очень большую роль в искусстве. Старые произведения изобразительного искусства отличаются детальностью изображения. Идеалом авторов этих произведений было трансинформирование. Со временем (особенно после появления фотографии) художники стали отходить от трансинформирования, отказываясь от слишком подробного изображения объектов. Отсутствие подробностей вынуждало зрителей прибегать к собственному воображению, отгадывая мысли автора. Такое апеллирование к собственной параинформации зрителя придает произведениям искусства характер паратрансинформирования. В современном абстрактном искусстве авторы вообще не стараются сообщить зрителю определенное содержание, а при помощи абстрактных форм пытаются вызвать у него собственные мысли, делая зрителя или читателя соавтором произведения искусства. Восприятие художественного произведения становится, таким образом, симуляционным парадезинформированием.

2.5.15. Правило построения анекдотов

На параинформации основано также и чувство юмора. Рассказывая анекдот, мы сообщаем такую информацию и в такой последовательности, чтобы у слушающего она связывалась с *параинформациями, отличными*

от тех, которые неожиданно будут выданы в конце рассказа. Параинформирование, которое слушателю сначала кажется паратрансинформированием, при сопоставлении с выявляющимся в конце паратрансинформированием оказывается парадезинформированием.

Рассмотрим роль параинформации в следующем анекдоте.

Один капитан торгового судна не выносил своего помощника и третировал при каждой возможности. Однажды вечером, возвращаясь из увольнения на берег, помощник капитана был пьян и во избежание очередного конфликта заручился письменным разрешением у капитана подняться на корабль в таком состоянии. Проснувшись в своей каюте, помощник вышел на вахту, не чувствуя за собой никакой вины. К своему удивлению, в корабельном журнале он нашел следующую запись капитана: «Во время моего дежурства помощник капитана находился в нетрезвом состоянии». Помощник побежал к капитану с протестом, ссылаясь на полученное разрешение, к тому же письменное. «Да, это так, – ответил капитан, – но не понимаю, в чем дело. Ведь то, что я написал в журнале, – истинная правда, а к Вам я не имею никаких претензий». На следующий день капитан нашел в журнале такую запись своего помощника: «Во время моего дежурства капитан был в трезвом состоянии».

Злость капитана и месть помощника вылились в форму *апелляции к параинформации тех лиц, которые могут прочесть записи в журнале*. Действительно, ведь запись помощника, рассматриваемая без параинформации, имеет похвальный для капитана смысл.

Рассказанные *анекдоты вызывают юмористический эффект при наличии соответствующей параинформации у слушателей*. Однако эффект их может быть совсем иным, если слушатели имеют отличную от требуемой параинформацию. Таких слушателей рассказчики анекдотов склонны упрекать в недостаточном чувстве юмора.

Параинформация может неожиданно для рассказчика сыграть совсем особую роль, если ситуация в рассказе касается лично слушателя. Поэтому часто вместо смеха появляется раздражение, например, если врач слы-

шит анекдот об ошибках его профессии, иностранец – о чудачествах его земляков и т.д.

Следует также различать анекдоты, рассчитанные на параинформацию малокультурных людей (плоские шутки), на параинформацию высокоинтеллектуальных людей («рафинированные анекдоты») и на параинформацию сравнительно узкого круга лиц, знакомых с определенными обстоятельствами («анекдоты для посвященных»).

Наконец, следует упомянуть и о неумело рассказанных анекдотах. Сообщение информации, выходящей за рамки необходимого минимума, или предъявление ее не в той последовательности может преждевременно вызвать из памяти слушателя его собственную параинформацию, что сводит на нет ожидаемый эффект (так можно «убить» анекдот).

Один из часто применяемых юмористами приемов состоит в дословном толковании выражений, хотя благодаря параинформации каждому очевидно, что они имеют другой смысл.

2.5.16. Роль параинформации в формировании когнитивного диссонанса и консонанса

Когнитивный диссонанс – это специфическая форма общения, вызванная столкновением в системе конфликтующих представлений между собой или с внешними фактами (окружающей реальностью). Фактически когнитивный диссонанс – это одновременное получение приёмником таких сообщений, которые порождают параинформации, являющиеся взаимоисключающими в рамках принимающей системы. Это заставляет источник либо отказаться от части параинформаций, либо переформулировать их взаимосвязь.

Когнитивный консонанс – это специфическая форма общения, вызванная согласованием представлений между собой и с поступающими внешними фактами (окружающей реальностью). Данное понятие достаточно близко переплетается с такими понятиями, как «архетип» и «нарратив», которые широко используются в массовой культуре и художественных произведениях.

2.5.17. Что такое «смысл» и его «понятность»

То, что лингвисты называют «*содержанием*», «*значением*», «*смыслом*» и т.д., *просто является мысленным добавлением к информации, полученной извне, собственной параинформации* получателя.

С этой точки зрения само понятие «содержание» можно толковать как «совместное удержание в одной информационной цепи и сообщений и парасообщений, а значит – совместное удержание информации и связанных с ними (аналогичных) параинформаций». Таким образом, получатель информации может «вкладывать» в нее смысл (мысленно добавлять параинформацию), но может и не делать этого. При условии получения «информации со смыслом» (информационной цепи образов и параобразов, содержащей информации и параинформации) получатель старается «понять» данную содержательную (значимую) информацию в надежде на то, что аналогичная параинформация «вложена» (мысленно добавлена) в информационную цепь оригиналов источником. *Без уверенности в этом получатель не в состоянии понять смысл* данной информации. Очевидны случаи, когда приемник или (и) источник не вкладывает в информацию никакого смысла, предназначенного для человека (например, бессвязный лепет и бормотание маленького ребенка, звуки животных, разнообразные воздействия образований неживой природы, реакция неинтеллектуальных (без памяти) искусственных систем на возмущения).

Читателю предоставляется возможность самостоятельно исследовать и описать *процесс взаимопонимания* особей, в том числе определить дополнительные сообщения, парасообщения, информации и параинформации, обеспечивающие уверенность каждого участника «общения» в правильном понимании друг друга.

2.5.18. Физическая основа возникновения параинформации

Преобразование сообщений как физический процесс должен быть основан на передаче энергии, в связи с чем должен иметься потенциал V , вызывающий передачу определенного количества энергии в определенный промежуток времени, т.е. передачу мощности P .

Введем понятие проводимости G , определяемой как отношение мощности к потенциалу:

$$G = P/V, \quad (2.75)$$

откуда

$$P = G \cdot V. \quad (2.76)$$

Согласно формуле (2.76), для ассоциации сообщений, состоящей из потенциалов V_a и V_b , мощность P_{ab} , передаваемая от места с потенциалом V_a по пути с проводимостью G_{ab} , выразится так:

$$P_{ab} = (V_a - V_b) \cdot G_{ab}, \quad (2.77)$$

откуда

$$V_b = V_a - P_{ab}/G_{ab}. \quad (2.78)$$

Выражение (2.78) показывает, что в преобразовании сообщения V_a в сообщение V_b отношение P_{ab}/G_{ab} **является параметром операции** вычитания, на которой это преобразование основано. Если первичное сообщение этой ассоциации исчезнет, т.е. $V_a = 0$, то мощность передаваться не будет, т.е. $P_{ab} = 0$, а из (2.78) в этом случае следует, что и вторичное сообщение исчезнет, т.е. $V_b = 0$.

Проводимость G_{ab} – это единственная величина, которая не может быть равной нулю. Если она будет изменяться из-за передачи энергии, то это изменение будет единственным признаком («следом») передачи энергии. Проводимость, как фиксированный (в данный момент) элемент параметра операции, можно назвать **регистратором** параинформации.

В то же время мощность P_{ab} – изменяющийся элемент параметра операции, согласованный (или «скоррелированный») с другими ассоциациями в цепи сообщений (передача мощности на определенном отрезке пути зависит от потенциала и проводимости других отрезков пути и его ответвлений), поэтому ее можно назвать **коррелятором** параинформации.

Пользуясь этими понятиями, приведенный выше пример параинформирования (рис. 2.22), в котором рассматривается линия электропитания с сигнальными лампочками, соединяющая источник питания с электронным функциональным блоком, можно интерпретировать следующим образом.

В начале линии (на выходе источника питания) к ней с помощью проводов достаточно большой проводимости (проводимость G_{x23} как регистратор параинформации I_{x23}) подключена первая сигнальная лампа. В конце линии (на входе для электропитания функционального блока) также с помощью проводов достаточно большой проводимости (проводимость G_{v23} как регистратор параинформации I_{v23}) подключена вторая сигнальная лампочка.

До тех пор, пока напряжение в начале линии равно нулю (оригинал x_1), напряжение в конце линии тоже равно нулю (образ v_1). Когда на выходе блока питания появится напряжение (оригинал x_2), на конце линии также появится напряжение (образ v_2). Благодаря большой проводимости G_{x23} напряжение в начале линии (оригинал x_2) вызывает передачу мощности P_{x23} (коррелятор параинформации I_{x23}) из линии в сигнальную лампу, которая загорается (оригинал x_3). Точно так же благодаря большой проводимости G_{v23} напряжение в конце линии (образ v_2) вызывает передачу мощности P_{v23} (коррелятор параинформации I_{v23}) из линии во вторую сигнальную лампочку и ее загорание (образ v_3).

В этом примере загорание сигнальной лампы в начале линии – параоригинал x_3 , а загорание сигнальной лампы в конце линии – параобраз v_3 . Это парасообщения, так как они существуют только при наличии других сообщений (оригинал x_2 , образ v_2). До этого момента **имеется только возможность возникновения этих парасообщений, вытекающая из того обстоятельства, что существуют проводимости G_{x23} и G_{v23} (регистраторы параинформации I_{x23} и I_{v23}).**

Если бы провода, присоединяющие, например, сигнальную лампу, в конце линии были разорваны, то есть проводимость G_{v23} стала бы равной нулю (нет регистратора параинформации I_{v23}), то даже при появлении напряжения (образ v_2) не было бы передачи мощности P_{v23} (нет корреля-

тора параинформации I_{v23}) и загорания лампы (нет образа v_3). В этом случае имелось бы трансинформирование как преобразование информации I_{x12} в информацию I_{v12} , тогда как вместо паратрансинформирования как преобразования параинформации I_{x23} в параинформацию I_{v23} имелось бы диссимуляционное парадезинформирование (из-за нехватки параинформации I_{v23}).

Связывая это с различием активных и пассивных сообщений (п. 1.3 раздела 1), можно утверждать, что **регистратор представляет физическую связь двух пассивных сообщений, а коррелятор – физическую связь двух активных сообщений**. Когда из-за преобразования первого пассивного сообщения в активное и существования регистратора появляется коррелятор, это приводит к преобразованию второго пассивного сообщения в активное сообщение.

В последнем примере пассивными сообщениями являются начальное состояние линии и незажженное состояние лампы, регистратором – проводимость электрического соединения лампы с линией, активными сообщениями – напряжение на заданном конце линии и загорание лампы.

В искусственной нейронной сети или в мозге пассивными сообщениями являются невозбужденные нервные окончания (или другие нейроструктуры), регистраторами – проводимости между нервными окончаниями (синапсами), корреляторами – передачи мощности между ними, а активными сообщениями – возбужденные нервные окончания (синапсы).

2.5.19. Основа формирования памяти различных систем

На способности системы к созданию регистраторов и корреляторов основывается память. Параинформацией здесь является информация о прошлых состояниях системы, а через них и о тех причинах, которые вызвали эти состояния. На этой основе система может управлять собой, используя свой прошлый опыт. Регистрация, или возникновение регистраторов (возрастание проводимости), означает «запоминание»; дерегистрация, или исчезновение регистраторов (уменьшение проводимости), означает забывание; новая регистрация или возвращение регистратора (новое возрастание проводимости) соответствует «вспоминанию».

2.5.20. Особенности управления в живом организме и машине.

Три фактора, существенные для параинформирования

Различие основанного на параинформации управления в таких системах, как человек, животное и машина, можно объяснить с учетом структуры *гомеостата – целеустремленной автономной системы, которая обладает способностью* не только к автоматическому управлению своим поведением, но и *к поддержанию своей способности к управлению* (за счет адаптации параметров структуры к изменениям внешней среды). Понятие гомеостата (гомеостаз или гомеостазис) ввёл Уильям Росс Эшби (1948 г.) [13].

Для параинформирования существенны следующие три обстоятельства.

1. Приток управляющей энергии должен вызывать увеличение проводимости регистратора. Если бы проводимость оставалась без изменений, возбуждающая причина не оставила бы после себя никакого следа, т.е. не возник бы регистратор, и из-за отсутствия параинформации система не могла бы управлять собою на основе своего прошлого опыта. Если бы вследствие передачи управляющей энергии проводимость уменьшилась, следующие передачи энергии становились бы все меньше и меньше, и система совершенно лишилась бы возможности к самоуправлению.

В цифровых вычислительных машинах проводимость регистратора возрастает скачком и уже при однократном появлении возбуждающего сигнала принимает состояние граничной проводимости, которое затем сохраняется почти без изменений в течение практически неограниченного времени. Иначе говоря, машина запоминает информацию сразу и уже никогда не забывает. Для того чтобы из машины исчезли регистраторы, необходимы какие-либо искусственные меры, например размагничивание диска.

В мозге увеличение проводимости происходит менее интенсивно, поэтому для достижения граничной проводимости регистратора нужны многократно повторяющиеся или очень сильные сигналы. В промежутках

между сигналами проводимость постепенно уменьшается. Иначе говоря, в живых организмах запоминание происходит намного медленнее, чем в машине, причем после каждого возбуждения начинается забывание, но повторные возбуждения вызывают вспоминание.

В перерывах между повторяющимися сигналами проводимость должна уменьшаться вследствие наличия процессов самовыравнивания – энергия, сконцентрированная при возрастании проводимости, с течением времени растекается, вызывая выравнивание потенциалов. Уменьшение проводимости ведет к исчезновению регистраторов – это процесс забывания.

2. В автономной системе – гомеостате – к потенциалам соответствующих сигналов добавляются сигналы самого гомеостата или же вычитаются из них в зависимости от того, способствуют ли эти сигналы поддержанию функционального равновесия (работоспособности) системы или нет.

Вследствие этого **параинформация, возникающая в организме, будет зависеть не только от сигналов, но и от того, благоприятствуют ли эти сигналы выживанию организма или угрожают его дальнейшему существованию.** Это обстоятельство объясняет, почему в дискуссиях, затрагивающих жизненно важные, но скрываемые интересы спорящих, даже самые логические аргументы не изменяют состояния ни одной из сторон. Примеры такого рода во множестве дают заседания международных организаций, в которых участвуют страны с противоположными интересами.

Этим же объясняется и то, что для целей пропаганды подбираются слова, учитывающие параинформацию, которая по предположению имеется у слушателя.

Специалисты по рекламе (маркетологи) исследуют влияние цвета, формы упаковки, шрифта, подбора слов, иллюстраций и т.п., чтобы определить ту параинформацию покупателей, которая могла бы склонить их к покупке рекламируемого продукта.

Поведение, стремящееся использовать параинформацию у других особей, часто встречается среди животных; например, лисица притворяется мертвой, чтобы приманить ворона, который вместо того, чтобы поживиться падалью, сам становится жертвой.

В вычислительных машинах и автоматах также встречаются явления подобного рода, поскольку ввиду отсутствия гомеостата (механизма адаптации) эти системы неавтономны. Они не целеустремлены и поэтому действуют не в собственных интересах, а в интересах своих *пользователей*, которые, запрограммировав работу ЦВМ или установив параметры автомата, *получают полезную для себя параинформацию*.

3. На поведение системы оказывает влияние число параинформаций, зависящее от числа элементов, изменение физического состояния которых может выполнять роль сообщений.

С этой точки зрения человек, в мозге которого имеется приблизительно 15 млрд таких элементов, и ЦВМ, число элементов (только оперативной) памяти которой постоянно и прогрессивно растет, начиная от сотен и тысяч (у первых поколений ЦВМ) до многих миллиардов, в настоящее время соизмеримы. Число таких элементов в мозге животных зависит от их биологического вида, у насекомых оно оценивается в несколько тысяч, что позволяет в настоящее время строить полные компьютерные модели структуры (тела) и поведения (нервной системы) простейших животных.

Доктринерские возражения против трактования информационных процессов в человеческом мозге на той же основе, что и в машинах и в других организмах, все более ослабевают, но и сейчас еще иногда проявляется тенденция приписывать человеку какие-то исключительные способности, необъяснимые на основе тех же положений, хотя в свете проведенного выше рассмотрения к этому нет никаких оснований.

2.5.21. Информационные принципы жизнедеятельности организма

Вообще говоря, поведение человека с точки зрения информирования можно описать следующим образом. Так как часто повторяющиеся сигналы обеспечивают большую проводимость, чем однократные сигналы, то в определенный момент жизни человек имеет, прежде всего, регистраторы с параметрами операции для параинформаций о часто случающихся

событиях. Это выгодно для человека, так как благодаря таким регистраторам он обладает большей способностью к управлению в часто случающихся ситуациях, чем в ситуациях, которые встречались лишь несколько раз или всего один раз и вообще в жизни могут больше не встречаться.

Точно так же то обстоятельство, что сильные импульсы вызывают большее увеличение проводимости, благоприятно для человека, так как он больше нуждается в параинформациях, связанных с сильными импульсами, повторение которых может оказать более значительное влияние на его существование, чем в параинформациях, касающихся слабых импульсов, не имеющих столь большого для него значения.

Наконец, то обстоятельство, что недавно поступившие сигналы обеспечивают большую проводимость, также полезно человеку, так как для него более важна параинформация о происходящей ситуации, чем о ситуации давно минувшей.

Конечно, может случиться, что в какой-то момент времени повторится однократное или не часто случающееся событие, или что особенно важное влияние окажет именно слабый, а не сильный сигнал, или же что существующая ситуация внезапно исчезнет и повторится давно прошедшая, но такое случается очень редко. Поэтому можно заключить, что все указанные выше обстоятельства обеспечивают человеку наиболее полезную для него параинформацию. ***Запоминание самых частых, сильных и свежих сигналов, забывание самых редких, слабых и давних – все это обеспечивает человеку способность к эффективному управлению,*** которое можно объяснить на основании простых физических принципов, не призывая на помощь какие-то таинственные способности человеческого организма.

По существу, ***на тех же самых принципах основывается жизнедеятельность любого организма, а превосходство человека состоит лишь в том,*** что он обладает очень большим числом корреляционных элементов, приводящих к появлению большого числа возможных регистраторов, что в свою очередь позволяет ему также ***создавать искусственные регистраторы,*** существующие вне человеческого мозга – главным образом оптические (письмо, рисунок, фотография) и акустические

(грампластинка, магнитофонная лента), а также память вычислительных машин, базы и банки данных и знаний компьютерных сетей.

Следует также напомнить о наследственных регистраторах, таких, например, как чувство боли, благодаря которому молодые организмы имеют больше шансов избежать мгновенной гибели: опыт дальнейшей жизни вызовет в них затем появление дополнительных регистраторов, что позволит им использовать большее количество параинформаций.

Ввиду столь большого значения параинформаций легко понять то чувство разочарования, которое столь многие люди испытали, когда оказалось, что *существующая (количественная) теория информации оставила вне своего внимания все то, что здесь было определено как параинформация и парасообщение (которые не передаются по каналам связи).*

2.5.22. Контрольные вопросы и задания

1. Сформулируйте определения понятий: «парасообщение», «параоригинал», «параобраз».
2. Приведите примеры цепей (каналов) управления с парасообщениями.
3. Сформулируйте определения понятий «параинформация» и «параинформирование».
4. Сформулируйте определения понятий «паратрансинформация» и «паратрансинформирование»; опишите на примере такой процесс информирования.
5. Возможно ли содержательное информирование в виде трансинформирования?
6. В чем состоит акт «понимания» «осмысленного» предложения, утверждения, знака?
7. Опишите аналогию разных явлений (объектов, предметов, ситуации) с информационно-структурной точки зрения.
8. Каким образом способность выявлять и фиксировать аналогии обеспечивает возможность взаимопонимания и общения людей? Какие виды информирования необходимы для взаимопонимания?

9. Является ли с информационно-структурной точки зрения способность к аналогиям важной основой мышления и понимания?

10. Как парасообщения добавляются к сообщениям и образуют с ними единую информационную цепь у человека и в искусственной системе (например, в ЦВМ)? Приведите примеры.

11. Какой вид информирования в отношениях людей неявно общепринято считать информированием? Какова причина этого? Какие другие виды информирования могут быть между людьми?

12. Объясните с информационно-структурной точки зрения причину, затрудняющую общение людей, слабо владеющих одним языком.

13. Почему затруднено общение взрослого с ребенком и очень старым человеком?

14. Каково происхождение способности к пользованию языком и другими знаками у людей, живых организмов и искусственных систем? Может ли эта способность передаваться по наследству?

15. На чем основана осмысленность предложений, знаков и т.п.?

16. Каким образом обычно определяется правильность некоторой точки зрения (позиции)?

17. Возможно ли обнаружить в предложении наличие смысла объективными методами?

18. Каким образом оценивается наличие и существо определенного смысла в некотором предложении?

19. Возможно ли наличие какого-либо смысла в абсурдном утверждении?

20. В каком смысле оценивается правильность математического выражения?

21. Возможно ли оценить истинность математического выражения, описывающего некоторое явление природы? Если Вы считаете, что это возможно, то назовите критерий истины.

22. Сформулируйте определения понятий «парадезинформирование» и «парадезинформация».

23. Перечислите и сформулируйте определения всех видов парадезинформирования и имеющих место при этом параинформаций.

24. Приведите примеры симуляционного, диссимуляционного, конфузионного (простого и двойного) парадезинформирования в технических системах.

25. Приведите примеры отношений между людьми, где участвуют все виды параинформирования.

26. Почему паратрансинформирование облегчает процесс общения?

27. Почему параинформирование увеличивает возможность недоразумений при общении?

28. Почему специалисты-профессионалы в определенной сфере деятельности понимают друг друга «с полуслова»?

29. Возможно ли «взаимопонимание» технических (компьютерных) систем с полуслова?

30. Приведите примеры и назовите причины «недоразумений» при взаимодействии компьютерных систем. Каким образом можно сократить число подобных ситуаций?

31. Какова основа «эзоповского языка»?

32. Опишите информирование, на котором основана поэзия и художественная проза.

33. На чем основана возможность чтения художественных произведений «между строк» в условиях цензуры?

34. На чем основан юмористический эффект анекдотов?

35. Что является основой существования и различия анекдотов для разных групп людей?

36. Что такое «смысл», «содержание», «значение»?

37. Возможно ли понять другую систему при наличии трансинформирования?

38. Что представляет собой регистратор параинформаций?

39. Что такое коррелятор параинформаций?

40. Что является физической основой возникновения параинформации?

41. Как формируется и работает память живой и искусственной систем, вычислительной машины?

42. Как физически осуществляется запоминание и забывание информации в живом организме и в цифровой вычислительной машине?
43. Что такое гомеостат?
44. Перечислите и поясните три фактора, существенные для параинформирования в автономной системе.
45. Назовите различие управления, основанного на параинформировании, в человеке, живом организме и машине.
46. Почему логические аргументы спорящих с противоположными интересами не изменяют состояния сторон?
47. Назовите и обоснуйте информационные принципы жизнедеятельности организмов.
48. Перечислите типы искусственных регистраторов и корреляторов.
49. Какова роль наследственных регистраторов организмов?
50. В чем сущность работы специалистов по пропаганде?
51. В чем сущность работы специалистов по рекламе?
52. Возможно ли, чтобы предложение, имеющее, по мнению читателя, смысл, было им не понято?
53. Каким образом собеседникам удастся обеспечить взаимопонимание, при котором отдельные слова и целые фразы имеют одинаковый для обоих смысл?

2.6. МЕТАИНФОРМИРОВАНИЕ – ИНФОРМИРОВАНИЕ ОБ ИНФОРМИРОВАНИИ

2.6.1. Связи между процессами информирования в разных контурах управления

В этом подразделе обсуждаются связи между процессами информирования в разных контурах управления.

По определению из п. 1.1 (раздел 1) любой простой контур управления имеет (кроме управляемой и управляющей систем) две цепи управления – «прямую» и «обратную» связи (рис. 1.2 и 2.27, а). Поэтому *изучение связей между процессами информирования в разных контурах сводит-*

ся к исследованию конкретных связей между процессами информирования в цепях управления данных контуров. На рис. 2.27, в рассматриваемые цепи двух контуров управления выделены пунктиром. Это такая ситуация, при которой имеется два источника (воздействий), два наблюдателя-приемника (воздействий) и необходимо установить следующее:

1. Как связаны информации в цепях оригиналов данных источников?
2. Какова связь между информацией в цепях образов данных приемников?
3. Какая связь между данными связями, т.е. чем отличаются эти связи?

Информационные связи между контурами устанавливает некоторый внешний (третий) наблюдатель. Учитывая отмеченное, условимся там, где это возможно, для краткости говорить о связях между процессами информирования в разных контурах управления, имея в виду связи между этими процессами в некоторых цепях управления данных контуров.

Аналогично, как это показано на рис. 2.27, б, можно исследовать связь между процессами информирования в разных цепях управления одного и того же контура управления.

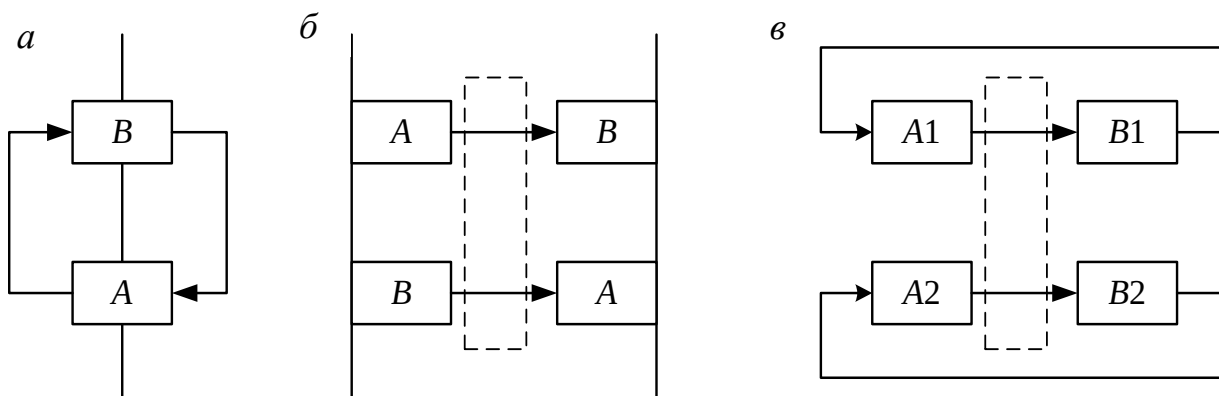


Рис. 2.27. Иллюстрация к анализу связей

между процессами информирования в контурах управления:

- а* – контур управления; *б* – тот же («рассеченный») контур с выделенными пунктиром цепями управления для анализа связи между процессами информирования в них; *в* – два контура управления с выделенными пунктиром цепями управления для анализа связи между процессами информирования в них

Рассмотрим две некоторые цепи управления (на рис. 2.27, в они обозначены пунктиром) двух простых контуров управления (рис. 2.28). В цепи управления одного контура ассоциация оригиналов $\{x_1, x_2\}$ преобразуется в ассоциацию образов $\{y_1, y_2\}$, в цепи другого – ассоциация оригиналов $\{x_3, x_4\}$ преобразуется в ассоциацию образов $\{y_3, y_4\}$.

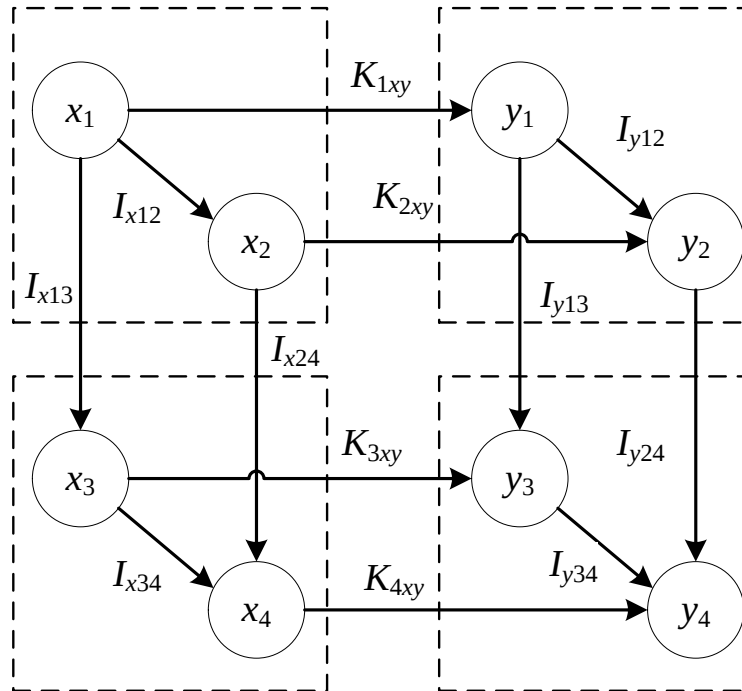


Рис. 2.28. Связь между процессами информирования в цепях управления двух контуров управления

К таким контурам относятся следующие утверждения.

Теорема 2.11. В двух контурах управления *связь между информацией*, содержащимися в их ассоциациях образов, отличается от связи между информацией, содержащимися в их ассоциациях оригиналов, только используемыми в этих контурах кодами.

Дано: коды K_{1xy} , K_{2xy} в одном контуре и K_{3xy} , K_{4xy} в другом, преобразование I_{x13} оригинала x_1 в оригинал x_2 и преобразование I_{x24} оригинала x_2 в оригинал x_4 (рис. 2.28).

Требуется определить информации I_{x34} в зависимости от информации I_{x12} и информацию I_{y34} в зависимости от информации I_{y12} , а также установить, чем отличаются эти зависимости.

Доказательство. На основании теоремы 2.1 можно написать:

$$I_{x34} = (I_{x24})I_{x12}(I_{x31}), \quad (2.79)$$

$$I_{y34} = (I_{y24})I_{y12}(I_{y31}), \quad (2.80)$$

$$I_{y24} = K_{4xy}I_{x24}K_{2yx}, \quad (2.81)$$

$$I_{y31} = K_{1xy}I_{x31}K_{3yx}. \quad (2.82)$$

Подставляя (2.81) и (2.82) в (2.80), получаем

$$I_{y34} = (K_{4xy}I_{x24}K_{2yx})I_{y12}(K_{1xy}I_{x31}K_{3yx}). \quad (2.83)$$

Из сравнения (2.79) и (2.83) видно, что связи между информацией в ассоциациях образов разных контуров управления отличаются от связей между информацией в ассоциациях оригиналов данных контуров только наличием кодов.

Следствие 2.11.а. Если в двух контурах управления все коды тривиальны, то информации, содержащиеся в их ассоциациях образов, отличаются между собой точно так же, как и информации, содержащиеся в ассоциациях оригиналов этих контуров.

Данное утверждение вытекает из сравнения (2.79) и (2.83), если в последнем выражении допустить, что все коды тривиальны, т.е. $K_{1xy} = K_{2xy} = K_{3xy} = K_{4xy} = K^\circ$. При этом выражение (2.83) принимает вид

$$I_{y34} = (I_{x24})I_{y12}(I_{x31}). \quad (2.84)$$

Сопоставляя окончательно (2.79) и (2.84), мы видим, что связь между I_{y34} и I_{y12} такая же, как и между I_{x34} и I_{x12} .

В частном случае ассоциации оригиналов в обоих контурах могут быть одинаковыми (например, когда разные приемники наблюдают один и тот же источник). При этом очевидно

$$I_{x13} = I^\circ \quad \text{и} \quad I_{x24} = I^\circ. \quad (2.85) \quad \text{и} \quad (2.86)$$

Подставляя (2.85) и (2.86) вначале в (2.79), а затем в (2.84), соответственно получим:

$$I_{x34} = I_{x12} \quad \text{и} \quad I_{y34} = I_{y12}. \quad (2.87) \quad \text{и} \quad (2.88)$$

Возвращаясь к содержанию п. 2.2, легко заметить, что в обоих контурах управления (см. следствие 2.11.а) **информирование является трансинформированием**, причем оно может быть как тривиальным, так и компенсационным, если в обоих видах трансинформирования оригиналы преобразуются в образы тривиальными кодами. Рассмотренное следствие относится как к операционному, так и к ассоциационному информированию. Например, если при двукратном измерении определенной физической величины ее значение было точно показано двумя измерительными приборами, то информация, полученная в результате этих измерений, будет одинакова.

Аналогично, если какой-то документ подробно и точно **копируется (и тиражируется)**, все его копии содержат одинаковые информации.

Следствие 2.11.б. Если в двух контурах управления информации и основной код в одном контуре, и основной код в другом контуре являются однооперационными преобразованиями с одинаковым родом операции, то информации, содержащиеся в их ассоциациях образов, отличаются друг от друга так же, как и информации, содержащиеся в ассоциациях оригиналов этих контуров.

Дано: основной код в одном контуре управления

$$K_{1xy} = K_{2xy} = K'xy, \quad (2.89)$$

основной код в другом контуре управления

$$K_{3xy} = K_{4xy} = K''xy. \quad (2.90)$$

Коды K_{1xy} , K_{2xy} , K_{3xy} , K_{4xy} и информации I_{x12} , I_{y12} – однооперационные преобразования с одинаковым родом операции (рис. 2.28).

Требуется определить информацию I_{x34} в зависимости от информации I_{x12} и информацию I_{y34} в зависимости от информации I_{y12} , а также установить отличие между этими зависимостями.

Доказательство. На основе теоремы 2.1 можно написать для I_{x34} выражение вида (2.79), а для I_{y34} – вида (2.83). С учетом (2.89) и (2.90) выражение (2.83) запишется в виде

$$I_{y34} = (K''_{xy} I_{x24} K'_{yx}) I_{y12} (K'_{xy} I_{x31} K''_{xy}). \quad (2.91)$$

При тождественности родов операций последовательность однооперационных преобразований несущественна, поэтому (2.91) можно записать в виде

$$I_{y34} = (K'_{yx} K'_{xy}) I_{x24} I_{y12} I_{x31} (K''_{xy} K''_{yx}). \quad (2.92)$$

Так как результирующие коды $K'_{yx} K'_{xy} = K^\circ$ и $K''_{xy} K''_{yx} = K^\circ$, т.е. тривиальны, то (2.92) принимает вид

$$I_{y34} = I_{x24} I_{y12} I_{x31}. \quad (2.93)$$

Сравнивая (2.79) и (2.93), видим, что связь между I_{y34} и I_{y12} такая же, как между I_{x34} и I_{x12} .

В частном случае (при разных наблюдателях и одном источнике воздействия), когда $I_{x13} = I^\circ$ и $I_{x24} = I^\circ$, ассоциации оригиналов в обоих контурах могут быть одинаковыми и тогда $I_{y34} = I_{y12}$, $I_{x34} = I_{x12}$.

В случае, к которому относится следствие 2.11.б, информирование будет **аналоговым трансинформированием**. Например, если при измерении электрического напряжения от 1 В до 5 В стрелка одного вольтметра переместилась с 3-го до 15-го деления, а при измерении напряжения от 2 до 10 В стрелка другого вольтметра переместилась с 4-го до 20-го деления, то показания обоих вольтметров дают одинаковую информацию (пятикратное увеличение). Это обстоятельство **используется при проверке измерительного прибора с помощью другого контрольного прибора**, причем совсем необязательно, чтобы стрелки у них отклонялись на одинаковую величину или чтобы измеряемая величина была в обоих случаях одинакова. **Существенно лишь требование пропорциональности.**

Следствие 2.11.в. Если в двух контурах управления информации и коды являются однооперационными преобразованиями с одинаковым родом операций, причем коды в одном контуре управления и коды в другом контуре одинаковы, то информации, содержащиеся в их ассоциациях образов, различаются между собой точно так же, как информации, содержащиеся в ассоциациях оригиналов этих контуров.

Дано:

$$K_{1xy} = K_{3xy} = K'_{xy}, \quad (2.94)$$

$$K_{2xy} = K_{4xy} = K''_{xy}. \quad (2.95)$$

Коды $K_{1xy}, K_{2xy}, K_{3xy}, K_{4xy}$ и информации I_{x12}, I_{y12} – однооперационные преобразования с одинаковым родом операции (рис. 2.28).

Требуется определить информацию I_{x34} в зависимости от информации I_{x12} и информацию I_{y34} в зависимости от информации I_{y12} , а также установить отличие между этими зависимостями.

Доказательство данного следствия идентично процедуре доказательства следствия 2.11.б. В результате имеем

$$I_{x34} = I_{x24}I_{x12}I_{x31}, \quad I_{y34} = I_{x24}I_{y12}I_{x31}.$$

В частном случае (при разных приемниках и одинаковых источниках воздействий), когда $I_{x13} = I^\circ$ и $I_{x24} = I^\circ$, ассоциации оригиналов могут быть в обоих контурах одинаковыми и тогда

$$I_{y34} = I_{y12}, \quad I_{x34} = I_{x12}.$$

Информирование, о котором говорится в следствии 2.11.в **может быть и дезинформированием**. Из этого следствия, в свою очередь, **следует, что если одинаковую информацию подвергнуть одинаковому дезинформированию, то получается одинаковая дезинформация**.

Например, двое часов, отстающих на одно и то же время, дают согласующуюся между собой, хотя и ложную информацию.

Если показания двух свидетелей об одном и том же событии одинаковы, то либо оба они говорят правду, либо оба показания ложны. ***Ложь нельзя обнаружить сравнением с другой такой же ложью.*** Об этом знают преступники и поэтому стараются из заключения сообщить своим сообщникам на свободе, что те должны говорить в случае, если их задержат. Об этом знают и следственные органы и поэтому стараются помешать передаче такой информации.

Стоит заметить, что если показания двух правдивых свидетелей одинаковы, то эти показания касаются либо одного события, либо двух одинаковых событий. Поэтому при рассмотрении частных случаев в следствиях 2.11.а, 2.11.б, 2.11.в замечания в скобках касаются и одного, и двух одинаковых источников, так как здесь ситуация неоднозначна в принципе.

Различие это, соответствующее различию между тождественным и равнозначным трансинформированием, имеет практическое значение, ибо не раз случалось, что свидетели, сообщая в действительности об очень сходных между собой лицах или событиях, ошибочно (т.е. неумышленно) полагали, что речь идет об одних и тех же лицах или событиях.

2.6.2. Информации данных контуров управления как метасообщения для внешнего метаконтура управления, метаинформация которого описывает связь между данными информацией

Полезность информации, содержащихся в ассоциациях образов определенных контуров управления, состоит в том, что ***они описывают связи между оригиналами*** в этих контурах управления. Если для управления необходимо знать связи между этими информацией, последние приобретают характер ассоциации оригиналов для внешнего контура, в котором эти оригиналы должны быть преобразованы в соответствующие образы, чтобы информация, содержащаяся в ассоциации этих образов, описывала ***связь между информацией, полученными из отдельных контуров управления.***

Если связи между оригиналами x_1, x_2 и x_3, x_4 в определенных контурах управления (рис. 2.28) были преобразованиями сообщений (информа-

циями I_{x12} и I_{x34}), то **связь между информацией** I_{y12} и I_{y34} , считающимися оригиналами во внешнем контуре управления, **будет множеством преобразований** I_{y13} и I_{y24} (если бы вместо ассоциации образов y_1, y_2 и ассоциации образов y_3, y_4 было бы большее число образов, то число таких преобразований было бы равно числу таких образов), т.е. множеством преобразований всех образов одного контура управления во множество всех образов другого контура управления. Поэтому **описание связей между информацией** I_{y12} и I_{y34} **ведет к описанию связей между множествами образов** одного и другого контуров управления. Для внешнего контура управления **множество образов данного контура управления становится одним составным оригиналом**. Поэтому, в свою очередь, возникает необходимость и в составном преобразовании этих двух составных оригиналов в два составных образа. Чтобы отличить определения, относящиеся к внешнему контуру управления, будем писать их с приставкой «мета».

2.6.3. Контур метауправления

Контур метауправления – множество контуров управления, в котором для управления используются связи между информацией отдельных контуров управления.

2.6.4. Метасообщение и его виды

Метасообщение – поперечное множество сообщений одного контура управления, содержащего информации, связи которых с информацией поперечных множеств других контуров управления используются в контуре метауправления.

Метаоригинал – метасообщение, полученное из множества образов одного контура управления, содержащего информации, связь которых с информацией другого контура управления используется в контуре метауправления.

Метаобраз – метасообщение, полученное в результате преобразования составного метаоригинала и образующее с ним продольную ассоциацию в контуре метауправления.

2.6.5. Метакод и его виды

Метакод – составное преобразование метаоригинала в метаобраз.

Тривиальный метакод – метакод, являющийся составным преобразованием, в результате применения которого метаобраз становится множеством сообщений, содержащих те же информации, что и множество сообщений, образующих метаоригинал.

Нетривиальный метакод – метакод, являющийся составным преобразованием, в результате применения которого к множеству сообщений, образующих метаоригинал, метаобраз становится множеством сообщений, содержащих информации, отличные от информации метаоригинала.

2.6.6. Метаинформация и её виды

Метаинформация – составная информация, являющаяся составным преобразованием метаоригинала в другой метаоригинал или метаобраза в другой метаобраз.

Тривиальная метаинформация – метаинформация, представляющая собой составное преобразование множества сообщений – метаоригинала (метаобраза) – в другое множество сообщений – метаоригинал (метаобраз), содержащее те же самые информации.

Нетривиальная метаинформация – метаинформация, представляющая собой составное преобразование множества сообщений – метаоригинала (метаобраза) – в другое множество сообщений – метаоригинал (метаобраз), содержащее иные информации.

2.6.7. Метаинформирование

Метаинформирование – преобразование метаинформаций, содержащихся во множестве метаоригиналов, в информации, содержащиеся во множестве метаобразов.

Точно так же можно было бы ввести понятие **промежуточного метасообщения**, придав ему несколько более общий смысл, но в дальнейшем нам это понятие не потребуется.

Очевидно, что метасообщение должно состоять, по меньшей мере, из двух сообщений (хотя бы и одинаковых), метакод – из двух кодов (хотя бы и одинаковых), а метаинформация – из двух информаций (хотя бы одинаковых).

В определении понятия тривиальной метаинформации существенна одинаковость информаций, содержащихся в метасообщениях, но не одинаковость самих метасообщений. Это свойство имеет существенное значение для операционных информаций, в которых они могут быть одинаковыми даже в неодинаковых ассоциациях сообщений. В то же время это требование несущественно для ассоциационных информаций, так как они могут быть одинаковыми только в одинаковых ассоциациях сообщений. Все это относится и к тривиальному метакоду.

2.6.8. Иерархия метаконтуров управления

В свою очередь для внешнего контура управления может существовать внешний по отношению к нему контур управления – контур метуправления и т.д. В этом случае необходимы были бы термины: мета-метаоригинал, мета-метаобраз, мета-метакод и т.д.

Примем для приставки «мета» обозначение M , для «мета-мета» – MM и т.д. Тогда мы получим следующие обозначения: M_x , M_y – метасообщения, MK – метакод, MI – метаинформация, MM_y , MM_x – мета-мета-сообщения, MMK – мета-метакод, MMI – мета-метаинформация и т.д.

Последовательность перехода от информирования к метаинформированию, от метаинформирования к мета-метаинформированию и т.д. представлена на рис. 2.29.

Преобразование оригинала x_1 в оригинал x_2 является информацией I_{x12} , содержащейся в ассоциации оригиналов.

Преобразование оригинала x_1 в образ y_1 является кодом K_{1xy} , а преобразование оригинала x_2 в образ y_2 – кодом K_{2xy} .

Преобразование образа y_1 в образ y_2 является информацией I_{y12} , содержащейся в ассоциации образов.

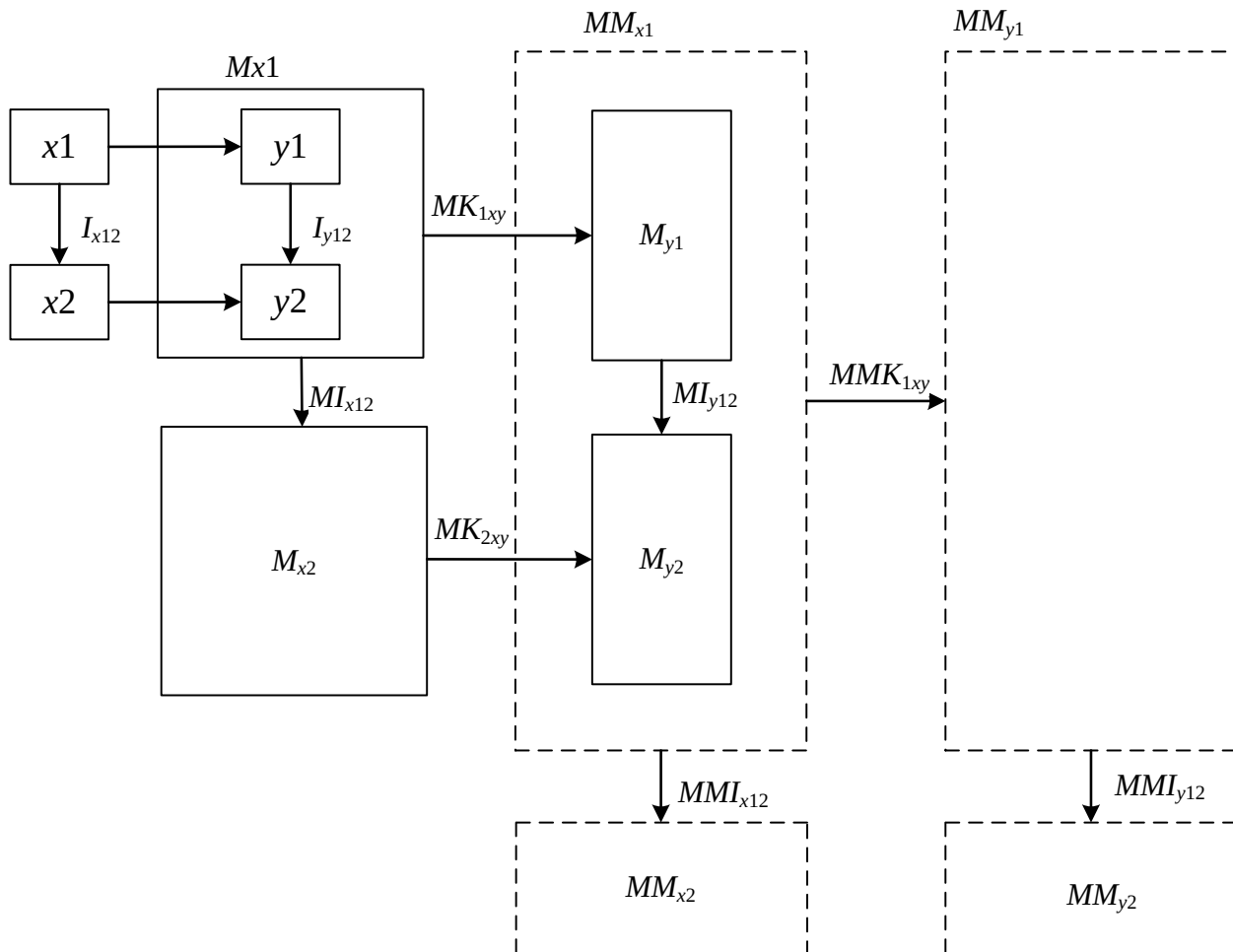


Рис. 2.29. Информирование, метаинформирование, мета-метаинформирование

Преобразование информации I_{x12} в информацию I_{y12} является информированием.

Ассоциация образов (y_1, y_2) , содержащая информацию I_{y12} , становится метаоригиналом M_{x1} .

Преобразование метаоригинала M_{x1} в метаоригинал M_{x2} (другого контура управления) является метаинформацией MI_{x12} .

Преобразование метаоригинала M_{x1} в метаобраз M_{y1} является метакодом MK_{1xy} , а преобразование метаоригинала M_{x2} в метаобраз M_{y2} – метакодом MK_{2xy} .

Преобразование метаобраза M_{y1} в метаобраз M_{y2} является метаинформацией MI_{y12} , содержащейся в ассоциации метаобразов.

Преобразование метаинформации MI_{x12} в метаинформацию MI_{y12} является метаинформированием.

Ассоциация метаобразов M_{y1}, M_{y2} , содержащая метаинформацию MI_{y12} , становится мета-метаоригиналом MM_{x1} .

Преобразование мета-метаоригинала MM_{x1} в мета-метаоригинал MM_{x2} (другого контура управления) является мета-метаинформацией MMI_{x12} и т.д.

На рис. 2.29 показан переход от четырех сообщений (x_1, x_2, y_1, y_2) – минимального их числа при информировании – к четырем метасообщениям $(M_{x1}, M_{x2}, M_{y1}, M_{y2})$ – минимальному их числу при метаинформировании и далее к четырем мета-метасообщениям $(MM_{x1}, MM_{x2}, MM_{y1}, MM_{y2})$ – минимальному их числу при мета-метаинформировании и т.д.

2.6.9. Метауправление как управление управлениями.

Метаинформирование как информирование об информированиях

Любой искусственный, естественный или комбинирований контур управления не существует изолированно от других контуров. Учитывая это, разработчик-конструктор некоторой системы управления или «создатель» естественной самоуправляемой системы (например, живого организма) должен *согласовать поведение данной системы* (контура управления) *с другими системами* – «пользователями» (контурами управления) для удовлетворения их «потребностей». Такое согласование сводится к согласованию структур и параметров некоторого множества контуров, включающего и разрабатываемый контур. Обычно это делается путем **синтеза необходимой** (для данного множества контуров) **структуры системы управления и настройки подходящих** (для них же) **ее параметров**. Согласованный синтез структур и настройка их параметров, по сути, есть организованное целенаправленное (не всегда сознательно) воздействие, т.е. управление «системы» второго уровня (метаконтура). Таким образом, **метауправление – это управление управлениями систем** (контуров) первого уровня.

Например, имеется система (контур первого уровня) управления температурой воздуха в некотором рабочем помещении. Формально такая

система могла бы обеспечивать в данном помещении любой необходимый температурный режим. Однако разработчики и настройщики данной системы, входящие в контур метауправления, должны учитывать реакцию работающих в данном помещении людей. Каждый работоспособный человек старается управлять перемещением, движением и положением своего тела в рабочем помещении так, чтобы было «не холодно и не жарко» (например, не садиться работать на сквозняке). В этом смысле множество рабочих – это множество контуров управления первого уровня, с которыми должна быть согласована (в смысле необходимого для людей температурного режима) данная система управления. Заметим, что для других живых организмов (например, аквариумных рыбок) может потребоваться другой температурный режим, а значит – другая согласованная (хотя бы по параметрам) система управления.

В данном примере *разработка или настройка* (согласованной) *системы управления* температурой воздуха *представляет собой управление управлением* данной системы, т.е. метауправление.

В процессе управления *информирование об оригиналах* *получается благодаря различию образов*.

В процессе метауправления *информирование о метаоригиналах или метаинформирование* *получается благодаря различию метаобразов*, а поскольку метаоригиналы являются множествами образов, обеспечивающими возможность метаинформирования, то, следовательно, *метаинформирование является информированием об информировании*.

Точно так же мета-метаинформирование является информированием о метаинформированиях.

Эти положения можно проиллюстрировать на следующем примере из техники. Допустим, что для измерения значения определенной физической величины (оригинал x_2), т.е. для сравнения ее с единицей измерения (оригинал x_1), применяется стандартный прибор. Показания измерительного прибора (образ y_2) сравниваются с единицей измерения (образ y_1), в результате чего получается информация $I_{y_{12}}$, указывающая, во сколько раз результаты измерения величины больше единицы измерения. Из этого,

однако, не следует, что полученная информация та же, что и информация I_{x12} , указывающая, во сколько раз измеряемая величина больше единицы измерения, поскольку неизвестно, действительно ли измерительный прибор дает правильные показания.

Чтобы удостовериться в правильности показаний прибора, производят дополнительное измерение с помощью контрольного прибора. Если выполнены условия следствия 2.11.а или 2.11.б (следствие 2.11.в не играет здесь роли, так как измерение контрольным прибором не является дезинформированием), то измерения с помощью контрольного прибора дадут тот же результат, что и измерения с помощью основного стандартного прибора.

Однако об одинаковости результатов измерения можно судить лишь на основании *сравнения их показаний*, причем такое сравнение не может быть лишь сравнением показаний обоих приборов при измерении данного значения величины. Как следует из сказанного выше, необходимо еще сравнить показания приборов для единиц измерения. В результате сравнивается информация, полученная с помощью стандартного прибора (во сколько раз показания стандартного прибора для измеряемого значения больше его показания для единицы измерения), с информацией, полученной с помощью контрольного прибора (во сколько раз показания контрольного прибора для измеряемого значения больше его показания для единицы измерения).

Такое сравнение равносильно сравнению ассоциаций образов (y_1, y_2) , полученных при измерениях стандартным прибором, с ассоциацией образов (y_2, y_4) (рис. 2.28), полученных при измерениях контрольным прибором.

Для сравнения с помощью технических средств можно было бы использовать компаратор, для которого ассоциация образов, полученных в результате измерения стандартным прибором, была бы метаоригиналом M_{x1} , а ассоциация образов, полученных при измерении контрольным прибором, – метаоригиналом M_{x2} (рис. 2.29). Обе ассоциации образов, т.е. метаоригиналы M_{x1} и M_{x2} , должны были бы наблюдаться компа-

ратором в виде метаобразов M_{y1} и M_{y2} и сравниваться между собой. Если бы оказались выполненными условия следствий 2.11.а или 2.11.б, компаратор указал бы на **согласованность измерений** стандартным и контрольным измерительными приборами. Это было бы метаинформированием, в котором из того обстоятельства, что метаинформация MI_{y12} , содержащаяся в ассоциации метаобразов M_{y1} , M_{y2} , тривиальна, следует, что метаинформация MI_{x12} , содержащаяся в ассоциации метаоригиналов M_{x1} и M_{x2} , также тривиальна.

В свою очередь может появиться сомнение в правильности показаний данного компаратора: тогда необходимо сравнить его показания с показаниями другого компаратора, которые считаются достоверными, т.е. перейти от метаинформирования к мета-метаинформированию и т.д.

Подобную контрольно-сравнительную роль в практике измерений (информировании) играет помещенное на измерительном приборе **клеймо**, которым метрологическое учреждение **удостоверяет**, что работа прибора соответствует установленным требованиям (метаинформирование).

В автоматических устройствах непрерывные измерения, осуществляемые с помощью датчиков и приборов (информирование), в определенные моменты времени **проверяются и корректируются путем сличения с эталоном** с помощью автоматических корректирующих устройств (метаинформирование).

Вычисление выходных величин технологического процесса на основании входных величин является информированием. **Подтверждением правильности вычисленных значений выходных величин путем сравнения их с экспериментальными значениями является метаинформирование.**

Иллюстрацией многоступенчатого метаинформирования может служить следующий пример. В кандидатской диссертации проведено исследование определенного явления с помощью измерений (информирование по результатам эксперимента) и получено его математическое описание, на основе которого вычислены теоретические значения соответствующих величин (информирование по результатам расчетов). Расчетные значения

(с достаточной точностью) были подтверждены путем сравнения с экспериментальными данными (метаинформирование). Рецензент сравнил кандидатскую работу с другими, считающимися, по его мнению, образцовыми, и на этой основе написал рецензию, которую затем специализированный ученый совет принял как исчерпывающую (мета-метаинформирование). Заметим, что в России процедура защиты диссертации весьма основательна, так как включает гораздо больше контрольных проверок на разных этапах ее «прохождения». При этом можно выявить в конкретных случаях большее число мета-метаинформирований. Самая последняя апробация диссертации может происходить повторно по предложению Высшей аттестационной комиссии (ВАК) России в другом (аналогичном по специализации) ученом совете, в составе которого есть более «известные, маститые» ученые.

К часто встречающимся случаям многоступенчатого информирования может быть отнесен и следующий пример.

Финансовые операции предприятия были зарегистрированы в бухгалтерских книгах (информирование). В подтверждение правильности этих книг ревизирующая инстанция составила акт (метаинформирование) и выслала в вышестоящую инстанцию письмо: «Дополнительно прилагается акт ревизии» (мета-метаинформирование), а через некоторое время еще одно письмо такого содержания: «Сообщаем, что выслали вам письмо с приложением акта ревизии». Здесь можно обнаружить следующие процессы информирования: бухгалтерские книги информируют о финансовых операциях, акт ревизии информирует о бухгалтерских книгах, первое письмо информирует об акте ревизии, второе – о первом письме.

На основе метаинформирования происходят, например, такие процессы, как метапринятие решения, т.е. принятие решения о способах принятия решения; метадискуссия, т.е. дискуссия о способах проведения дискуссии (регламент); метаприговор, т.е. приговор по вынесенному приговору (например, обсуждение судом высшей инстанции недостатков при ведении процесса низшей инстанцией); метаисследование – исследование методов исследования (этим занимается методология); метаобучение – обучение методам обучения; метанаука – наука о науках и т.д.

В представлении многих людей уверенность в правильности высказываний получается очень просто: если кто-то о белом говорит, что оно «белое», то он говорит правду. Казалось бы, что здесь участвует только 2 сообщения – белый цвет (оригинал) и слово «белый» (образ). Однако на самом деле здесь имеется 4 сообщения и 4 метасообщения, а именно: 2 оригинала (x_1, x_2), 2 образа (y_1, y_2), 2 метаоригинала (M_{x1}, M_{x2}) и 2 метаобраза (M_{y1}, M_{y2}). Чтобы показать это, обозначим через A говорящего, а через B – оценивающего истинность сказанного говорящим.

Если что-то является белым (оригинал x_2), то, очевидно, оно является им в отличие от небелого (оригинал x_1). Субъект A выражает это словом «белый» (образ y_2), в отличие от слов «не белый» (образ y_1).

Для субъекта B высказывание A (метаоригинал M_{x1}) недостаточно **для оценки истинности самого высказывания** (см. пп. 2.5.5 и 2.5.6). Ему, кроме того, требуется высказывание (метаоригинал M_{x2}) эксперта. Субъект B на основе сравнения того, что он *услышал от* A (метаобраз M_{y1}), с тем, что он *услышал от эксперта* (метаобраз M_{y2}), **может утверждать о наличии соответствия** (тривиальная метаинформация MI_{y12}) между тем, что он услышал от того и другого, и только после этого (если он не ослышался) вынести **суждение о согласованности** их ответов (тривиальная метаинформация MI_{x12}), а следовательно, и о согласованности (трансинформирование) высказывания субъекта A (информация I_{y12}) с истинным состоянием (информация I_{x12}). Если утверждение A согласуется с утверждением эксперта, то A сказал правду. Если то, что субъект B услышал от субъекта A , согласуется с тем, что он услышал от эксперта, то субъект B может утверждать (с некоторым основанием, допуская возможность сговора между A и экспертом, а также случайное совпадение их ошибочных утверждений), что A говорил правду.

В приведенном примере подразумевается, что B говорит правду независимо от того, говорит ли A правду. В случае, когда есть сомнение в истинности его высказываний, следует привлечь третье лицо C . Оно должно было бы при оценке истинности высказывания B воспользоваться услугами другого эксперта, задачей которого является правильная передача

ча высказывания субъекта A и первого эксперта лицу C . Сравнив утверждения B с утверждением второго эксперта, C мог бы высказать мнение об истинности высказывания B . Это было бы мета-метаинформирование.

Точно так же лицо D могло бы с помощью третьего эксперта оценить правильность утверждения C (мета-мета-метаинформирование) и т.д.

В рассмотренном примере привлечение экспертов кажется искусственным лишь потому, что *обычно на практике подтверждение достоверности высказывания производится лицом, оценивающим высказанное, так что это лицо само и выполняет функции эксперта*. Так или иначе, *эксперт (эталон или другое средство оценки) необходим*. В этом легко убедиться на примерах, *когда оценивающее лицо не в состоянии выполнять функции*. Например, чтобы понять высказывание на незнакомом языке, необходим переводчик. Сомнения в истинности рассказываемого о далеких странах можно рассеять, если сказанное подтвердят пользующиеся доверием лица, которые там побывали, и т.д.

С помощью введенных понятий можно объяснить такие антиномии, как «Данное утверждение ложно». (Антиномия – противоречие между двумя положениями, признаваемыми одинаково правильными). В этом утверждении присутствует антиномия, так как если это утверждение ложно, то оно одновременно и истинно, поскольку называет ложным то, что на самом деле ложно, а если оно истинно, то оно одновременно и ложно, так как оно называет ложным то, что является истинным.

Допустим для упрощения, что утверждение есть ассоциация образов y_1, y_2 (в общем случае утверждение может представлять собой цепочку многих образов), содержащих информацию I_{y12} . Это утверждение должно определять, чем отличаются друг от друга оригиналы x_1, x_2 , т.е. должно указывать, какая информация I_{x12} содержится в ассоциации этих оригиналов (рис. 2.28 и 2.29).

Для определения истинности утверждения надо сравнить его с истинным утверждением в виде другой ассоциации образов y_3, y_4 , содержащих информацию I_{y34} (см. пп. 2.5.5 и 2.5.6).

Подобно тому, как мы ранее *различали оригиналы* x_1 и x_2 , здесь речь будет идти *о различении ассоциации образов* y_1, y_2 (метаориги-

нал M_{x1}) и y_3, y_4 (метаоригинал M_{x2}). Ассоциация метаоригиналов M_{x1}, M_{x2} содержит метаинформацию MI_{x12} , которая может выразить утверждение в виде некоторой ассоциации метаобразов M_{y1}, M_{y2} , содержащих метаинформацию MI_{y12} .

В утверждении «Данное утверждение ложно» антиномия появляется вследствие того, что с помощью слова «данное» *утверждение*, содержащее некоторую информацию I_{y12} , *отождествляется с утверждением об этом утверждении* («метаутверждение»), т.е. с утверждением, содержащим метаинформацию MI_{y12} ; таким образом, *происходит смешение информирования с метаинформированием*.

Понятия метаинформирования, мета-метаинформирования и т.д. могут быть применены ко всем видам информирования.

2.6.10. Виды метаинформирования

Симуляционное метаинформирование – метаинформирование, характеризующееся тем, что множество метаобразов содержит метаинформации, отсутствующие во множестве метаоригиналов.

Диссимуляционное метаинформирование – метаинформирование, при котором множество метаоригиналов содержит метаинформации, отсутствующие во множестве метаобразов.

Конфузионное метаинформирование – метаинформирование, при котором метаинформации, содержащиеся во множестве метаобразов, отличаются от метаинформации во множестве метаоригиналов.

Метатрансинформирование (правильное метаинформирование) – метаинформирование, при котором метаинформации, содержащиеся в множестве метаобразов, совпадают с метаинформациями, содержащимися во множестве метаоригиналов.

Метатрансинформация – метаинформация, содержащаяся в ассоциации метаобразов в результате метатрансинформирования.

Метансевдоинформирование – метаинформирование, при котором некоторые метасообщения являются общими для нескольких метакодовых цепей.

Метапсевдоинформация – метаинформация, содержащаяся в ассоциации метаобразов в результате метапсевдоинформирования.

Метадезинформирование – метаинформирование, при котором некоторые метакодовые цепи не полны.

Метадезинформация – метаинформация, содержащаяся во множестве метаобразов, или отсутствие метаинформации во множестве метаобразов в результате метадезинформирования.

2.6.11. Метапарасообщение

Метапарасообщение – метасообщение, принадлежащее метаинформационной цепи, но не принадлежащее никакой метакодовой цепи.

2.6.12. Метапараинформация

Метапараинформация – метаинформация, содержащаяся в ассоциации, одно из сообщений которой является метапарасообщением.

2.6.13. Метапараинформирование

Метапараинформирование – метаинформирование, в котором имеется метапараинформация.

Очевидно, что все теоремы об информировании применимы к метаинформированию, мета-метаинформированию и т.п.

2.6.14. Независимость утверждений информирования, метаинформирования, мета-метаинформирования; замена информирования метаинформированием с целью сокрытия истины в судопроизводстве, рекламе, пропаганде

Коды, метакоды, мета-метакоды и т.д. могут быть подобраны, поэтому из утверждения, что метаинформирование является метатранс-информированием, не следует, что информирование также является транс-информированием.

Например, если два человека дали одинаковые показания, то утверждение об одинаковости их показаний истинно (метатрансинформирование), но сами эти показания могут быть как одинаково истинными (трансинформирование), так и одинаково ложными (дезинформирование).

Схожая ситуация рассматривается в одной из задач теории игр и называется дилемма заключённого. Задача формулируется следующим образом:

«Двое преступников, А и Б, попались примерно в одно и то же время на сходных преступлениях. Есть основания полагать, что они действовали по сговору, и полиция, изолировав их друг от друга, предлагает им одну и ту же сделку: если один свидетельствует против другого, а тот хранит молчание, то первый освобождается за помощь следствию, а второй получает максимальный срок лишения свободы (10 лет). Если оба молчат, их деяние проходит по более лёгкой статье, и каждый из них приговаривается к 0,5 года. Если оба свидетельствуют против друг друга, они получают минимальный срок (по 2 года). Каждый заключённый выбирает, молчать или свидетельствовать против другого. Однако ни один из них не знает точно, что сделает другой. Что произойдёт?» [14, 15].

Точно так же из утверждения, что информирование является трансинформированием, не следует, что метаинформирование является метатрансинформированием.

Например, если А сказал правду (трансинформирование), то В может сказать и что А сказал правду (метатрансинформирование), и что А солгал (метадезинформирование). Если А солгал (дезинформирование), то В может сказать и что А солгал (метатрансинформирование), и что А сказал правду (метадезинформирование).

Эти обстоятельства иногда используют *с целью обмана*, например, когда преступник, говоря неправду, при этом ссылается на столь же лживые показания своего соучастника. Согласованность их показаний имеет целью внушить, что оба они говорят правду.

Замена информирования метаинформированием с целью сокрытия истины используется и в рекламе, когда вместо сообщения реаль-

ных данных о рекламируемом изделии (информирование) говорится о том, что оно очень хорошее, наилучшее и т.д., т.е. *даются оценки изделия* по сравнению с другими изделиями подобного рода (метаинформирование).

Аналогично в области пропаганды обвинения, выдвигаемые политическими противниками, часто клеймятся как ложь, фальшивки и т.д. (метаинформирование) без указания, однако, о чем в этих обвинениях идет речь (отсутствие информирования). Так поступают и в тех случаях, когда обвинения на самом деле справедливы (трансинформирование) и читатель (слушатель) мог бы обнаружить лживость пропаганды (метадезинформирование), и в тех случаях, когда обвинения несправедливы (дезинформирование), но читатель не в состоянии самостоятельно обнаружить пропагандистскую ложь (метатрансинформирование).

2.6.15. Примеры отдельных видов метаинформирования

Правильная ссылка на чужое высказывание является метатрансинформированием. Измышление чужого высказывания является симуляционным метадезинформированием. Замалчивание чужого высказывания является диссимуляционным метадезинформированием.

Этот способ часто используется в газетной полемике при цитировании высказываний противника, когда пропускаются места, противоречащие утверждениям цитирующего. Например, когда для того, чтобы опровергнуть автора статьи, из нее приводится цитата: «воровство — дело похвальное», совершается диссимуляционное метадезинформирование, если вся фраза имела вид: «воровство — дело похвальное, по мнению преступников».

Искажение чужого высказывания является конфузионным дезинформированием, извращение же его в противоположном смысле — двойным конфузионным метадезинформированием.

Многократное приведение чужого утверждения с использованием меняющихся равнозначных формулировок является метапсевдоинформированием.

Выражение чужого высказывания в виде, допускающем противоречивые интерпретации, является конфузионным метапсевдоинформированием.

Приведение чужого высказывания в надежде, что читатель поймет его в соответствии с невысказанными взглядами цитирующего, является метапаратрансинформированием.

Если читатель не понял замысла цитирующего, имеем дело с диссимуляционным метапарадезинформированием.

Если читатель «обнаружил» несуществующий замысел цитирующего, мы имеем дело с симуляционным метапарадезинформированием.

Если читатель «обнаружил» намерение, отличающееся от истинного замысла цитирующего, перед нами конфузионное метапарадезинформирование. Оно имеет место, например, когда газета цитирует высказывание политического противника в расчете на то, что читатели осудят автора этих высказываний, а на самом деле вызывает у читателей сочувствие к автору.

Если в уголовном кодексе вместо наказуемости каких-то определенных действий говорится о наказуемости «вредоносных действий», оставляя простор для произвольных толкований, что является, а что не является «вредоносным», имеет место **замена информирования метаинформированием**. Развитие правосудия приводит ко все большему исключению метаинформирования. В противном случае весь уголовный кодекс можно было бы свести к двум статьям:

1. Преступления наказуемы.
2. Что есть преступление, это определяет прокурор.

2.6.16. Определения и различие лжи и обмана

Различие информирования и метаинформирования помогает также лучше понять разницу между ложью и обманом. *Ложь – это дезинформирование* (необязательно умышленное), *обман – это метадезинформирование*, представляющее это дезинформирование как трансинформирование. Иными словами, обман – это *представление лжи как правды*.

От обвинения в обмане охраняет метатрансформирование, представляющее дезинформирование как дезинформирование, т.е. ложь как ложь.

Например, представление исследуемой зависимости в виде непрерывной кривой на основе конечного числа дискретных измерений является ложью (симуляционное дезинформирование), так как отрезки кривой между точками измерения являются плодом воображения исследователя, особенно когда некоторые точки не укладываются на кривую. Обвинения в обмане (подгонке или «натягивании» результатов), однако, нельзя выдвинуть, если исследователь обозначил на графике все точки измерения, показав таким образом расхождения между их положением и ходом кривой.

Аналогично ложью являются вымышленные автором исторического романа разговоры между историческими персонажами, но от обвинения в обмане его охраняет слово «роман», помещенное под названием книги (иногда и без этого бывает ясно, что речь идет о романе, а не об историческом трактате).

С этой точки зрения весьма неудачной следует признать судебную формулу «наказание за дачу ложных показаний»; правильнее было бы говорить о наказании за обманные показания, так как источником ложных показаний могут быть также произвольные ошибки, «обманы зрения» и другие сходные обстоятельства, субъективности которых свидетель и не отрицает.

В приложении приведена классификация кодовых цепей и всех видов информирования.

2.6.17. Контрольные вопросы и задания

1. К чему сводится изучение связей между процессами информирования в разных контурах управления?
2. Чем отличается связь между информацией в цепях образов двух разных приемников от связи между информацией в цепях оригиналов, наблюдаемых от двух разных источников?

3. Сформулируйте и докажите теорему 2.11.

4. Как отличаются связи между информацией в цепях образов и оригиналов в разных контурах управления при следующих условиях:

- если в обоих контурах управления коды тривиальны;

- если в обоих контурах управления информации и основные коды являются однооперационными преобразованиями с одинаковым родом операции;

- если в обоих контурах управления информации и коды являются однооперационными преобразованиями с одинаковым родом операции, причем коды в одном контуре и коды в другом контуре одинаковы.

5. Какие виды информирования реализуются в этих контурах при условиях из п. 4?

6. Сформулируйте и докажите следствия 2.11.а; 2.11.б; 2.11.в.

7. Приведите примеры соответствий между информацией в цепях образов и оригиналов в разных контурах управления.

8. Что выступает в качестве сообщений для метаконтура (внешнего по отношению к данным контурам)?

9. Как описывается связь между информацией разных контуров управления?

10. Сформулируйте определения следующих понятий: контур метауправления, метасообщение, метаоригинал, метаобраз, метакод, тривиальный метакод, нетривиальный метакод, метаинформация, тривиальная метаинформация, метаинформирование.

11. Приведите примеры, представляющие понятия из п. 10.

12. Покажите графически и на примерах иерархию метаконтуров управления и трансформацию имен понятий из п. 10.

13. В чем суть метауправления как управления управлениями?

14. Приведите примеры метауправления.

15. В чем суть метаинформирования как информирования об информированиях?

16. Приведите примеры метаинформирования, мета-метаинформирования и т.д.

17. Какова роль эталонов, контрольных измерительных приборов, экспертов в процессах информирования?

18. К каким уровням иерархии информирования относятся:

а) просмотр клейм, знаков, сертификатов качества и т.п. на приборах и другой продукции предприятий;

б) просмотр документов о проверке качества продукции.

19. Как проверить правильность (истинность) высказывания некоторого лица? Возможно ли это сделать с абсолютной достоверностью?

20. Объясните роль информирования и метаинформирования в утверждении-антиномии вида: «Данное утверждение ложно».

21. Определите все виды метаинформирования, метаинформаций, метасообщений и метакодов.

22. Приведите примеры, поясняющие понятия из п. 21.

23. Вытекает ли из истинности утверждений истинность утверждений об этих утверждениях? Возможна ли обратная зависимость?

24. Что означает независимость утверждений информирования, метаинформирования и т.д.?

25. С какой целью осуществляется замена информирования метаинформированием?

26. Назовите сферы общественной деятельности, в которых обычно осуществляется замена информирования метаинформированием. Приведите примеры такой замены.

27. Определите ложь как вид информирования.

28. Определите обман как вид информирования.

29. В чем разница между ложью и обманом?

30. Приведите примеры лжи и обмана в научных исследованиях, искусстве, литературе, пропаганде и других сферах деятельности.

31. В чем некорректность судебной формулы «наказание за дачу ложных показаний»?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Общепринятым является употребление оборота «информация о том-то». Когда в некотором контексте употребляется термин информация или информирование без пояснения, то неосознанно возникает желание спросить «информация (или информирование) о чём?». Очень крепка в массовом сознании традиция отождествления информации со смыслом и содержанием данных или сообщений. Эта традиция претендует на представление данного понятия на философском (метафизическом) уровне. Устоявшееся семантическое представление делает практически неприемлемым понимание информации как отображения всего лишь материально-физической связи двух сообщений. В данном учебном пособии (в рамках теории М. Мазура) показаны и формализованы место, суть и роль этих фундаментальных понятий в системах и процессах управления.

Попробуем разобраться в причинах недостаточного распространения этой теории среди технических специалистов по системам управления. Насколько известно, некоторые разработки специалистов в области гуманитарных дисциплин имели место быть, а именно нашли применение в сфере образования, в сфере психологии, в политологии, в военном деле, в криминалистике и других.

Общепринятая в теории автоматического управления схема САУ несколько отличается от схемы контура управления в теории М. Мазура, а именно звенья сравнения внесены в рамки управляющей системы, а внешние воздействия (помехи) включаются в управляемую систему. Кроме того, в цепях управления (каналах связи) часто рассматривается распространение так называемых аналоговых сигналов. А модель аналогового сигнала, который представим континуальным множеством бесконечно малых величин, не позволяет учитывать отдельные физически различимые значения, а вместе с этим и связи между ними. Другими словами, в аналоговых сигналах не содержится информация. В значительной степени употреблению этого понятия способствует математический анализ с его понятием бесконечно малой величины (дифференциала). Другой причиной не рассматривать понятия сообщения, информации, кода и ин-

формирования в САУ является рассмотрение таких каналов связи, в которых сигнал распространяется мгновенно и никак не преобразуется, хотя и может быть искажён помехами. Технические специалисты по связи, конечно, учитывают недостаточность такого представления канала, и элементом инженерной культуры является проектирование каналов связи с учётом их динамических и частотных характеристик, в основном направленных на повышение быстродействия и помехоустойчивости. При этом могут рассматриваться и более сложные каналы (системы передачи данных), в которых последовательно от источника к приёмнику размещены прямые преобразователи, кодеры, шифраторы, модуляторы, повторители, усилители, а на стороне приёмника в обратном порядке – демодуляторы, дешифраторы, декодеры, обратные преобразователи. В таких системах в соответствии с теорией Мазура реализуется компенсационное правильное информирование, при котором образы должны быть такими же, как и оригиналы. Другие виды правильного информирования в таких системах не рассматриваются. Таким образом, по умолчанию в САУ считается допустимым только правильное информирование. В системах передачи данных очевидно присутствуют и явно рассматриваются прямые и обратные коды, однако в САУ и АСУ не рассматриваются информационные цепи.

Теорию Мазура не следует рассматривать как чисто математическую теорию, основным содержанием которой являются аксиомы и правила вывода, которые позволяют выводить утверждения и теоремы. Как и любая естественно-научная теория, она содержит ограничения и допущения, но также и формализмы, которые позволяют описывать, моделировать, проектировать и исследовать цепи прямой и обратной связи в системах управления.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Губарев, В. В. Информатика: прошлое, настоящее, будущее / В. В. Губарев. – М. : Техносфера, 2011. – 431 с.
2. Черри, К. Человек и информация : пер. с англ. / К. Черри. – М. : Связь, 1972. – 368 с.
3. Шеннон, К. Работы по теории информации и кибернетике : пер. с англ. / К. Шеннон. – М. : Изд-во иностранной литературы, 1963. – 829 с.
4. Хэмминг, Р. В. Теория кодирования и теория информации : пер. с англ. / Р. В. Хэмминг. – М. : Радио и связь, 1983. – 176 с.
5. Винер, Н. Кибернетика, или управление и связь в животном и машине. 1948–1961 / Н. Винер. – 2-е изд. – М. : Наука, Главная редакция изданий для зарубежных стран, 1983. – 344 с.
6. Советов, Б. Я. Моделирование систем : учеб. для вузов по спец. «Автоматизированные системы управления» / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. – М. : Высш. шк., 1985. – 271 с.
7. Розанова, Л. В. Основы кибернетики : конспект лекций / Л. В. Розанова. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2009. – 60 с.
8. Мазур, М. Качественная теория информации : пер. с польск. / М. Мазур. – М. : Мир, 1974. – 240 с.
9. Гуменюк, А. С. Теория информации и кодирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. С. Гуменюк, Н. Н. Поздниченко. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2015. – 1 CD-ROM.
10. Федер, Е. Фракталы : пер. с англ. / Е. Федер. – М. : Мир, 1991. – 254 с.
11. Гуменюк, А. С. Информатика : учеб. пособие / А. С. Гуменюк, И. В. Потапов. – Омск : ИПЦ ОмГМА, 2012. – 176 с.
12. Вейценбаум, Дж. Возможности вычислительных машин и человеческий разум. От суждений к вычислениям : пер. с англ. / Дж. Вейценбаум ; под ред. А. Л. Горелика. – М. : Радио и связь, 1982. – 368 с.
13. Эшби, У. Р. Введение в кибернетику / У. Р. Эшби. – М. : Иностранная литература. – 432 с.

14. Дилемма заключенного / Wikipedia. – URL: http://ru.wikipedia.org/%D0%94%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BC%D0%BC%D0%B0_%D0%B7%D0%B0%D0%BA%D0%BB%D1%8E%D1%87%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE (дата обращения: 01.10.15).

15. Axelrod, R. The evolution of cooperation. – NY : Basic Books, 1984. – 251 p.

Классификация кодовых цепей и видов информирования

№	Кодовые цепи	Информирование	
		Терминология	Интерпретация
1	Кодовые цепи	Информирование	Принимается информация:
1.1	полные и раздельные	Трансинформирование	правильная, посредством сообщений
1.1.1	тривиальные коды	тривиальное	недеформированных
1.1.1.1	образы являются оригиналами	тождественное	оригинальных
1.1.1.2	образы одинаковы с оригиналами	равнозначное	скопированных
1.1.2	основные коды	аналоговое	деформированных без ущерба
1.1.3	обратные коды	компенсационное	деформированных, но скорректированных
1.1.4	одинаковые коды	сравнительное	одинаковых
1.1.5	несходящиеся коды	исключающее	дихотомических
1.2	полные, но не раздельные	Псевдоинформирование	кажущаяся
1.2.1	расходящиеся	симуляционное	избыточная
1.2.2	сходящиеся	диссимуляционное	обобщенная
1.2.3	сокращенные	конфузионное	неясная
1.3	раздельные, но не полные	Дезинформирование	ложная
1.3.1	не начинающиеся с оригиналов	симуляционное	вымышленная
1.3.2	не заканчивающиеся образами	диссимуляционное	утаенная
1.3.3	одни не начинаются оригиналами, другие не заканчиваются образами	конфузионное	извращенная
1.4	дополненные парасообщениями	Параинформирование	предполагаемая
1.4.1	параобразы не отличаются от параоригиналов	Паратрансинформирование	верно
1.4.2	параобразы отличаются от параоригиналов	Парадезинформирование	неверно
1.4.2.1	существуют только параобразы	симуляционное	необоснованно
1.4.2.2	существуют только параоригиналы	диссимуляционное	неудачно
1.4.2.3	информация в параобразах отличается от информации в параоригиналах	конфузионное	превратно
2	Метакодовые цепи	Метаинформирование	Принимается информация об информации
2.1	полные и раздельные	Метатрансинформирование	правильная
2.2	полные, но не раздельные	Метапсевдоинформирование	кажущаяся
2.3	раздельные, но не полные	Метадезинформирование	ложная
2.4	дополненные парасообщениями	Метапараинформирование	предполагаемая
2.4.1	параобразы не отличаются от параоригиналов	Метапаратрансинформирование	верно
2.4.2	параобразы отличаются от параоригиналов	Метапарадезинформирование	неверно
3	Мета-метакодовые цепи	Мета-метаинформирование	Принимается информация о метаинформации