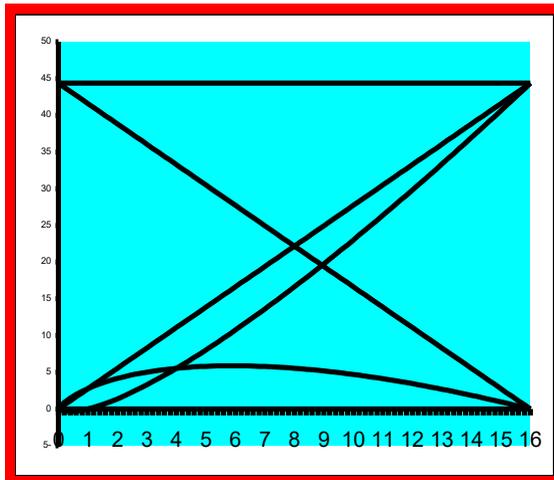
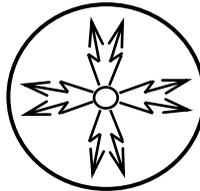


А. А. БОРИСЕНКО

ТЕОРИЯ СИСТЕМ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД



А. А. Борисенко

**Теория систем
Информационный подход**

Монография

Рекомендовано ученым советом
Сумского государственного университета

Сумы
«Издательство СумГУ»
2010

УДК 519.95.01

ББК 87.251

Б 82

Рецензенты:

В.Н. Вандышев – доктор философских наук, профессор (Сумы, СумГУ);

И. Е. Проценко – доктор физико-математических наук, профессор (Сумы, СумГУ);

Л.Б. Петришин – доктор технических наук, профессор (Краков, Техн. ун-т «AGH»)

*Рекомендовано к печати ученым советом
Сумского государственного университета
(протокол № 7 от 11.02.2010 г.)*

Борисенко А.А.

Б 82 Теория систем. Информационный подход: монография /А.А. Борисенко. – Сумы: Изд-во СумГУ, 2010. – 210 с.
ISBN 978-966-657-293-9

В работе проведены оригинальные исследования в области общей теории систем и теории информации. Создана и исследована математическая модель систем. Монография написана на основе научных исследований, проведенных в Сумском государственном университете.

У роботі проведені оригінальні дослідження у галузі загальної теорії систем і теорії інформації. Створена та досліджена математична модель, яка описує всі ці системи. Монографія написана на основі наукових досліджень, проведених у Сумському державному університеті.

Original researches in the field of general theories of systems and information in the monography. Mathematical model of systems is created and investigated. Monography is composed on basis of science researches to be conducted of Sumy state university.

УДК 519.95.01

ББК 87.251

ISBN 978-966-657-293-9

© Борисенко А.А., 2010

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|---|
| Вступление | С |
| Вступление | 7 |
| Предисловие к монографии Борисенко А.А. «Теория систем. Информационный подход» (несколько замечаний от философа)..... | 9 |
| Тезисы работы «Теория систем. Информационный подход»..... | 1 |
| | 9 |

ЧАСТЬ 1 ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ

ТЕМА 1.1 ОБ ОБЩЕНАУЧНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

| | |
|--|---|
| 1.1.1. О теории информации | 3 |
| | 4 |
| 1.1.2Вероятностно-статистическая теория информации | 4 |
| | 0 |
| 1.1.3. Структурная теория информации | 4 |
| | 3 |
| 1.1.4. Об информационном подходе в науке | 4 |
| | 7 |
| 1.1.5. Роль информации в обеспечении жизнедеятельности биологических и социальных систем | 5 |
| | 0 |
| 1.1.6. О метафизической сущности информации | 5 |
| | 1 |
| 1.1.7. О кибернетических, физических и философских аспектах теории информации | 5 |
| | 9 |
| Выводы по теме 1.1 | 6 |

0

ТЕМА 1.2 ИНФОРМАЦИЯ И СИСТЕМЫ

| | |
|---|---|
| 1.2.1. Об информационной теории систем | 6 |
| | 3 |
| 1.2.2. О знании и предзнании в информационных системах | 6 |
| | 9 |
| 1.2.3. Абсолютное и относительное знание | 7 |
| | 3 |
| 1.2.4. О равновесных и неравновесных состояниях в информационных системах | 7 |
| | 8 |
| 1.2.5. Определение информации | 8 |
| | 2 |
| Выводы по теме 1.2 | 9 |
| | 2 |

ТЕМА 1.3 ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СИЛ И РАБОТЫ В СИСТЕМАХ

| | |
|-----------------------------|----|
| 1.3.1. Информация и Материя | 9 |
| | 5 |
| 1.3.2. Информация и Силы | 1 |
| | 01 |
| 1.3.3. Информация и Работа | 1 |
| | 08 |
| Выводы по теме 1.3 | 1 |
| | 13 |

ТЕМА 1.4 ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМАХ

| | |
|--|-----|
| 1.4.1. Информация и Энергия | 116 |
| 1.4.2. Энергия и Системы | 122 |
| 1.4.3. Информация и «Вечный Двигатель» | 125 |

| | |
|--------------------|-----|
| Выводы по теме 1.4 | 127 |
|--------------------|-----|

ТЕМА 1.5
ПАМЯТЬ КАК ОСНОВНОЙ АТРИБУТ ПРИРОДЫ

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1.5.1. Определение и свойства памяти | 1 |
| | 29 |
| 1.5.2. Кибернетическая память | 1 |
| | 32 |
| 1.5.3. Память в природе | 1 |
| | 35 |
| Выводы по теме 1.5 | 1 |
| | 40 |

ТЕМА 1.6
ИНФОРМАЦИЯ И ПОНЯТИЯ

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1.6.1. Дерево понятий | 1 |
| | 43 |
| 1.6.2. Понятия и свободная информация | 1 |
| | 45 |
| 1.6.3. Понятия и связанная информация | 1 |
| | 47 |
| Выводы по теме 1.6 | 1 |
| | 51 |
| ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ЧАСТИ 1 | 1 |
| | 53 |

ЧАСТЬ 2
ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМ

ТЕМА 2.1
СИСТЕМЫ

| | |
|----------------------------|-----|
| 2.1.1. Понятие о системах | 155 |
| 2.1.2. Общая теория систем | 158 |

ТЕМА 2.2 ДВИЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ

| | |
|---|-----|
| 2.2.1. Свободное движение | 162 |
| 2.2.2. Информационная модель простейшего свободного движения | 168 |
| 2.2.3. Движение с ограничениями | 171 |

ТЕМА 2.3 ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ

| | |
|-------------------------------------|-----|
| 2.3.1. Структурная информация | 178 |
| 2.3.2. Детерминированная информация | 181 |
| 2.3.3. Вероятностная информация | 184 |
| Выводы по теме 2.3 | 187 |

ТЕМА 2.4 ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУР СИСТЕМ

| | |
|--|-----|
| 2.4.1. О соотношении детерминированной и вероятностной информации в структурах систем | 190 |
| 2.4.2. Модель работы вероятностной информации | 191 |
| 2.4.3. Модель работы структурной информации | 195 |
| 2.4.4. О сохранении информации в системах | 201 |
| Выводы по работе | 204 |
| Заключение | 206 |
| Список литературы | 207 |

ВСТУПЛЕНИЕ

Уважаемый читатель, перед вами работа, которая поначалу была направлена на анализ прикладных систем, таких, например, как системы связи или системы управления. Однако в процессе работы над этими системами появилась необходимость в анализе понятия системы вообще, вне зависимости от ее конкретного назначения и уровня сложности. Для проведения такого анализа была предложена математическая модель, способная описать различные естественные и искусственные системы. Ее особенностью является то, что она основана на структурной теории информации, которая имеет в идейном плане некоторые отличия от наиболее распространенной в настоящее время вероятностно-статистической теории информации.

Однако, к сожалению, далеко не все задачи современной теории информации нашли сегодня свое окончательное решение. Множество формул и теорем этой науки не только не проясняют некоторые трудные ее вопросы, но даже, иногда, их усложняют. Некоторые важные понятия теории информации вводятся в ней аксиоматически, без достаточного логического их обоснования, как, например, мера информации или понятие энтропии. И все же, несмотря на сказанное, автор не сомневается, что в теории информации и в ее применениях есть большое будущее – просто надо очень серьезно работать над этой теорией, и в первую очередь ответить на вопрос, что же, все-таки, представляет собой информация. Только тогда можно будет создать полноценную общую теорию информации, а затем на ее основе и теорию систем, которую можно определить как *информационную* теорию систем.

Собственно над ответом на этот непростой вопрос автор и работает уже много лет. На эту тему им было написано ряд работ, в которых, как он надеется, все же, имеется зерно истины. Данная монография как бы подводит итог этой нелегкой работе, но, все же, ее задача не столько дать окончательное разъяснение вопросов, связанных с информацией, и на этой основе построить информационную теорию систем, а заинтересовать ими читателей, чтобы они затем попытались самостоятельно дать на них свои ответы.

Удалось ли это сделать автору – об этом могут судить только читатели.

Однако для автора, все же, остается без ответа непростой вопрос, – о правильности выбранного им общего подхода для решения задач, поставленных в данной монографии. Если исходить из содержания работы [1], в которой описаны различные подходы к системам, предлагаемые философами, начиная с древности и до наших дней, то можно считать, что подход автора опирается на элементы некоторых таких систем, хотя, правда, они часто противоречат друг другу. Но так как каждая философская система содержит какой-то рациональный элемент действительности, то как раз в этом противоречии и содержится элемент истины. Поэтому, можно сказать, что данная работа, использующая ряд различных идей философских учений, объединяемых в данной работе понятием информации, в какой-то степени является работой не только по теории систем, а и по философии. Есть надежда, что такое привлечение информации, как объединяющего начала различных наук, принесет реальную пользу информационной теории систем, которая, по убеждению автора, может в дальнейшем представить интерес для специалистов различных областей науки и техники.

Автор.

ПРЕДИСЛОВИЕ К МОНОГРАФИИ БОРИСЕНКО А. А.
«ТЕОРИЯ СИСТЕМ
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД»
(несколько замечаний от философа)

Уважаемый читатель! Данная книга представляет собой исследование по теории систем, которое находится на стыке философии, техники и естествознания. Работа выходит за обычные рамки исследований такого рода и изучает системы не только с кибернетической и математической точки зрения, но и с философско-мировоззренческой. Такой подход в данном случае полезен, потому что теория систем не вписывается в узкие рамки одной какой-то науки, а требует исследований, проводимых во многих различных науках, и в том числе в теории информации.

Вначале было не слово. Слово появилось позднее, и в течение длительного времени его значения отличались от тех, которые мы используем сегодня. Латинское слово **informatio** имеет два значения. Первое: изображение или обозначение, второе – объяснение, интерпретация. Так что термин имеет отношение к интеллекту и нашему концептуальному аппарату. Когда Цицерон использует глагол **informare**, он обозначает им сложную умственную деятельность: придавать чему-либо форму, наполнять материю жизнью путем ее наделения активным восприятием, одновременно облагораживая её. Форма и материя рассматривались в диалектической противоположности одного другому, но могли обрести единство в акте творения. Если следовать формуле Аристотеля, то следует записать: **форма + материя = жизнь**. Всё это очень интересовало мыслителей прошлого, но едва ли имело прямое отношение к экономике или обществу в целом и вряд ли могло касаться простых людей. Английское существительное **information** появилось в Средние века, но еще много столетий не привлекало широкого внимания.

Незаметно произошло изменение смысла слова, что, впрочем, не означало, что оно стало более употребительным или значимым, скорее наоборот. В первой половине XX века, когда капитализм был в самом расцвете, под информацией

понималось нечто, что мы искали в справочниках или библиотечных каталогах, то есть более или менее интересные факты и подробности о том, о сём. Это могли быть цифры, имена, адреса, даты и т. п. Информация была на попечении рядовых служащих или заштатных отделов больших компаний. Не существовало еще понятий «информационная теория» или «информационные технологии», да и карьера в области информационного менеджмента не была чем-то, чем можно похвастаться.

С тех пор смысл слова и его статус невероятным образом изменились. Информация, ранее рассматривавшаяся как скучный, но необходимый для функционирования экономики предмет, теперь она представляет едва ли не основной продукт этой самой экономики. Но это еще не все. Теория информации обосновалась в виде интеллектуальной метаструктуры, фундаментальные идеи которой глубоко проникли в самое основание всех важнейших наук и в большой степени определяют взгляд на мир, формирующийся в рамках новой парадигмы. Технологическая информация сегодня рассматривается как самая суть общества, подобно тому, как генетическая информация является ключом к биологии. Экономика вращается вокруг информации. Да и жизнь в целом есть гигантский, бесконечно сложный и совершенный процесс обработки информации, которая хранится внутри нас и передается от одного к другому хрупкому индивиду.

Смещение значения слова информация началось в США в 1950-е годы в связи с новым витком развития, вызванным появлением первых компьютеров. Математик Норберт Винер тогда предсказывал вторую индустриальную революцию, которую осуществят «мыслящие» машины, способные подобно человеку накапливать опыт и извлекать уроки из прошлого. Главная идея здесь – обратная связь: машина воспринимает результаты своей работы как еще один вид данных и делает все необходимое сама. Винер рассматривал обратную связь, и «умную» обработку информации в качестве фундаментальной сердцевины жизни вообще. Эти идеи, вкуче с растущими возможностями компьютеров, оказали

существенное влияние на научный мир и позднее – на самые широкие слои населения. Они привели к появлению новой сферы научных исследований на стыке математики, лингвистики, электроники и философии, известной ныне как искусственный интеллект.

Математическая теория информации оформила окончательную трансформацию термина, который теперь означает количественную сторону коммуникативного обмена. Раньше информация сама по себе не являлась гарантией качества – она могла быть несущественной или не имеющей отношения к делу, но теперь это слово больше не указывает на то, является ли информация бессмыслицей или вымыслом. *Информация – это то, что может быть переведено в Цифровой код и передано от источника к получателю с помощью средства связи.* С точки зрения теории информации, нет разницы между научной формулой, колыбельной песенкой и набором лживых предвыборных обещаний.

В том, что науки часто приписывают специальные значения общеупотребительным словам, нет ничего нового; это происходит, например, в физике, так же, как и в психологии, но обычно это не имеет существенного влияния на общее значение слов, поскольку среда, в которой эти термины используются, является исключительно научной. Другое дело с информацией, поскольку именно с этим словом мы нынче связываем собственно изменение парадигмы. Сама информация все более становится товаром. Тот факт, что теория информации имела такой успех и нашла целый ряд эффективных и прибыльных применений, знаменует собой проникновение этого понятия во многие сферы жизни, будь то журналистика, общественные объединения и т.д. Теория информации и экономика заинтересованы в информации в больших количествах. И чем больше, тем лучше.

Это означает, в фокусе внимания оказалась технология сама по себе, способность хранить и передавать информацию, в то время как её содержание вызывает относительно небольшой интерес. Такова природа зверя: каждый, кто занимается теорией информации, в первую очередь озабочен процессом обмена информацией и потому упускает

возможность познакомиться с ее содержанием, которое к тому же с трудом поддается измерению и подведению под какую-то теорию. Такое происходит тогда, когда этот взгляд на вещи становится преобладающим, и начинает казаться, что технологические усовершенствования имеют потенциал для разрешения всех общественных и культурных конфликтов нашего времени. Решение проблемы – в сбрасывании на нее информации. И именно это представление является предметом слепой веры экзальтированных энтузиастов-вожачков нового правящего класса.

Эта заикленность на технологии, то есть на средствах связи, по-своему совершенно понятна. Как выразился Маршалл МакЛюен, «**посредник и есть послание**» (The medium is the message). Изменения информационного менеджмента и развитие коммуникационных технологий являются главными причинами социального и культурного прогресса. Без усвоения этого нельзя понять развитие общества. Но *информация и знание – не одно и то же*. И по мере того, как информация становится ключевым товаром новой экономики, а мир тонет в океане хаотических информационных сигналов, все большую ценность приобретает существенное и эксклюзивное знание.

Без осмысления общих вопросов трудно разобраться в конкретных вопросах науки и, в частности, относящихся к теории систем, и тем более найти их решение. Именно такое осмысление для многих мировоззренческих вопросов происходит в особом разделе философии, являющемся наукой о сущностях, – метафизике, которая, несмотря на свою изначальную консервативность, позволяет в ряде случаев, глубже, чем другие науки, увидеть многие явления окружающей природы, что побуждает использовать ее и для анализа такого общезначимого понятия, как система.

Поэтому в предлагаемой вниманию читателя работе проф. А.А. Борисенко, использован не просто общий подход к исследованию понятия системы, а подход с элементами метафизики. Кроме того, в монографии используются идеи ряда известных мыслителей разных исторических периодов развития науки, начиная с древности, которые работали над

задачами близкими к вопросам, изучаемым в теории систем. Анализ их мыслей позволяет увидеть то общее, что имеется между современными подходами в теории систем и взглядами мыслителей прошлого на подобные теории. Тем самым дается возможность увидеть историческую преемственность в решении данного вопроса и даже найти некоторые подсказки к нему.

Проведенное исследование показывает, что многие, если не большинство вопросов, связанных с метафизикой и физикой, можно объяснить исходя только из теоретико-информационных построений. Однако для их эффективного применения необходимо сначала дать более или менее приемлемое для рассматриваемого случая определение понятия информации, которое позволило бы построить теоретическую модель реальных систем и провести их анализ. В этом случае вопросы, связанные с информацией, стали бы не только общенаучными, а и философскими. Вообще к философским идеям у ряда представителей технической мысли отношение бывает иногда скептическое, так как эти идеи, по их мнению, не содержат конкретного руководства к практическим действиям.

На самом деле нет ничего более практичного, чем хорошая общая идея, хотя получить ее не просто, а в некоторых случаях для этого надо потратить всю человеческую жизнь. Даже в такой задаче средневековых схоластов, как определение числа ангелов на кончике иглы, если хорошо поразмыслить, имеется практический смысл, связанный с определенными вычислениями и подсчетами, а что уж говорить о таких мировоззренческих задачах как исследование сущности информации или теории систем. Действительно, в современных определениях информации, которых существует довольно много, о существовании информации сказано не так уж и много. Поэтому вопрос определения информации на сегодня, остается одним из наиболее актуальных вопросов, существующих в современной науке, а попытка найти ответ на него является основным мотивом, проходящим через всю книгу. Вопрос очень непростой, но от этого становящийся еще более загадочным и интересным.

Можно ли представить окружающий мир без информации? По глубокому убеждению автора книги, это сделать чрезвычайно трудно, хотя и возможно. В этом мире исчезнет все, кроме движения. А если исключить в материальном мире движение, то останется информация. Вот с этого пункта и начал автор исследование феномена информации. Информация в понимании автора есть всё то, что объединяет, притягивает и ограничивает. Ей противостоит противоположная сущность – движение, которое разъединяет, отталкивает и преодолевает ограничения. Совместно эти сущности образуют природу, которую можно свести к информации и движению. Эта идея о двух сущностях, образующих природу, и легла в основу данной книги и привела к построению предлагаемой теории систем.

Работа начинается с вопросов, связанных с информацией и ее влиянием на современную науку вообще и теорию систем в частности. Из существующих теорий информации в основу данной работы положена оперирующая с конечными множествами равновероятных элементов малоизвестная на сегодняшний день структурная теория информации, которая в определенной степени находит свое дальнейшее развитие в данной работе. В ней особое внимание уделяется двум видам информации, впервые введенным автором, – свободной и структурной информации. Свободная информация характеризует свободное движение, присущее только реальным системам, а структурная – информацию, находящуюся в связях структур систем, запрещающую всякое движение. При этом доказывается, что сумма свободной и структурной информации для одной и той же системы постоянна и равна свободной информации исходной простейшей системы, из которой она была получена.

Автором вполне обоснованно выдвигается гипотеза о необходимости создания на основе структурной теории информации обобщенной теории, охватывающей все существующие наработки в этой области, и особое внимание при этом уделяется метафизическим ее аспектам. Метафизика и ее методы в данной работе берутся за основу проводимых исследований, так как автор гипотетически предполагает, что

первая система, состоящая из информации Абсолюта и Ничто, с которой началось построение реальных систем окружающего мира, была и остается метафизической. Метафизический метод аналогий вообще оказался для данной работы основным, так как позволил исследовать сущность информации, проявляющуюся в том, что информация, как таковая, существует только в идеальном мире, в виде неизменной, неизмеримой, вечной и бесконечной сущности, не имеющей внутренней структуры и не требующей пространства, – Абсолюта. В реальном мире она лишь проявляется в виде ограничений материальных систем, которые структурированы, имеют ограниченный срок жизни и находятся в непрерывном движении. В результате информация не является атрибутом материи, а представляет ее основу, породившую материю из противостоящего информации Абсолюта Ничто, создавая с ним идеальную систему, с которой в дальнейшем и было порождено все Сущее. Такой подход, хотя и противоречит некоторым существующим концепциям происхождения материальных систем, но, все же, также как и эти концепции, имеет право на существование, тем более что в дальнейшем автором на этой основе развивается теория систем, которая нашла практическое подтверждение в их реальных моделях.

Материя в работе рассматривается как результат движения информации, которая до объединения с Ничто находилась в абсолютном покое, в чем собственно и состоит отличие идеального от реального мира, который находится в непрерывном движении, хотя его отдельные системы могут быть при этом в относительном покое. Кроме того, все реальные системы в отличие от идеальной обладают структурами, которые собственно и создают эти системы. Исходя из информационной концепции построения реального мира, в работе рассматриваются и такие его понятия, как сила, работа, энергия. По мнению автора, сила существует всегда, но в двух формах – пассивной и активной и является результатом ограничения идеального движения Ничто информацией и перехода его вследствие этого к реальному

движению, которое проявляет себя конкретной скоростью и направлением движения.

Преобразование пассивной силы в активную силу возможно только при контактном взаимодействии двух объектов природы, находящихся по отношению друг к другу в неравновесном состоянии. Тогда работа – это проявление активной силы во время контактного взаимодействия двух объектов природы, образующих неравновесную систему, выражающуюся в изменении форм и структур взаимодействующих объектов. Соответственно и энергия, по мнению автора, – это потенциальная возможность работы, существующая у неравновесных систем с покоящейся информацией.

В идеальном мире неравновесной системой, способной выполнить неограниченный объем работы, является идеальная система, состоящая из информации Абсолюта и Ничто. Поэтому она является бесконечным резервуаром энергии, необходимым для построения материальных миров. На основе рассматриваемого подхода к силе, энергии и работе автором доказывается невозможность построения вечного двигателя, а также обосновано существование памяти в природе, как всеобщего ее свойства. Рассматриваемая теория систем позволяет проводить информационный анализ понятий, в которых, как и в реальных системах, также имеется свободная и структурная информация, проявляющаяся соответственно в объеме и содержании понятий. Это позволяет ввести их количественные оценки в такие, казалось бы, абстрактные вещи, как понятия и категории, и вычислять количество содержащейся в них свободной и структурной информации, что позволяет сравнивать понятия по их информационным показателям.

Такие оценки понятий и материальных систем в дальнейшем позволили автору создать их математическую модель, из которой следует, что любая система реальной природы, за исключением простейшей, в своей структуре содержит свободную и структурную информации, от соотношения которых зависит степень ее организации и сложность. Простейшая система, в которой отсутствует

структурная информация и соответственно структура, одновременно является и *дезорганизованной* системой, а система, в которой отсутствует свободная информация, а присутствует только структурная информация, будет *заорганизованной* системой. Остальные системы – *организованные*, содержащие в том или ином соотношении свободную и структурную информацию, являются наиболее распространенными в природе. Среди них выделяется отличающаяся наибольшей сложностью и эффективностью выполнения работы *сверхорганизованная* система, в которой наблюдается оптимальное соотношение свободной и структурной информации. Структурная информация в системах бывает двух видов – детерминированная и вероятностная, первая из которых образует неподвижный каркас системы, обеспечивая тем самым ее сохранность и форму, а вторая организует движение элементов внутри системы, придавая этому движению упорядоченность при определенной свободе не упорядоченного движения.

Как показывают полученные в работе уравнения любая система природы, взаимодействуя с окружающей средой, находится в непрерывном изменении – сначала она находится в стадии развития, а затем при достижении оптимальной точки она переходит в режим упадка и через некоторое время приходит к полной дезорганизации, закончив, тем самым, свой жизненный цикл. Только полностью закрытые системы, не имеющие связей с окружающей средой, могут оставаться неизменными, а таких систем в реальной природе нет. Это значит, что любая материальная система, как следует из исследований проведенных в данной работе, должна погибнуть, создав в процессе своей жизнедеятельности новую более организованную систему природы. В этом смысл и цель существования любых систем природы, то ли физических, то ли биологических, то ли общественных.

Возможно, в данном исследовании специалисты обнаружат и некоторые недостатки, чего я не исключаю. (Думается, что лет 25 тому назад, и я мог бы, – всё-таки имею образование инженера-электромеханика, – компетентно высказаться по технической стороне работы). Однако любую

работу следует судить по тому, что в ней есть интересного и полезного. Уверен, что работа коллеги Алексея Андреевича содержит много оригинальных идей, которые представляют, и практический, и теоретический интерес, которые вынуждают задуматься над основами сущего и сравнить его суждения с уже существующими парадигмами науки о природе. Впрочем, выводы о содержательности представленного в книге материала, сделает каждый лично.

В заключение замечу, что изложенные в данной книге идеи возникли не в одночасье и не случайно. По сути, они представляют научное мировоззрение автора, которое сформировалось у него в ходе профессиональной деятельности, под влиянием многочисленных бесед и дискуссий с коллегами, а также в силу его склонности к размышлениям. В тексте монографии есть много примеров, взятых из реальной жизни, что в какой-то мере заменяет доказательство некоторых выдвинутых в работе положений и, кроме того, наглядно их разъясняет.

Уверен, что настоящая работа проф. А.А. Борисенко будет полезной как специалистам в теории систем и теории информации, так и кибернетикам, физикам, философам. Много необходимого и важного для себя найдут в ней студенты технических и гуманитарных специальностей, а также читатели, интересующиеся вопросами происхождения окружающей природы и её развития.

***Заведующий кафедрой философии
Сумского государственного университета,
доктор философских наук, профессор
Валентин Николаевич Вандышев***

02.03.2010 г.

ТЕЗИСЫ РАБОТЫ

«ТЕОРИЯ СИСТЕМ. ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД»

Данная работа посвящена теории систем, основывающейся на анализе современной теории информации и некоторых общих философских вопросов. Один из таких важнейших вопросов - вопрос об основах всего сущего восходит еще к античной философии, однако ответ на него, опираясь на современные достижения науки, ищут и сегодня. Другие вопросы - это, например, вопросы о существовании мира - почему мир именно такой, какой он есть, и мог ли он быть иным, и если мог, то почему он таким не стал, также находятся в стадии решения и не имеют, пока что, окончательного ответа. Есть и иные вопросы – это о сущности энергии, информации, о законах природы, сохранении и многие другие. Конечно, полноценного ответа на эти вопросы, ни данная книга, ни другие подобные ей книги дать не могут, так как эти вопросы настолько сложны и запутаны, что ими, судя по всему, будут заниматься до тех пор, пока будет существовать наука. Но взглянуть на эти вопросы сегодня с позиций других наук дело не только полезное, но и интересное, и тем более следует посмотреть на них с точки зрения теории информации, как относительно новой и перспективной науки, появившейся одновременно с кибернетикой в середине двадцатого столетия. Наиболее известная среди существующих теорий информации статистическая теория информации, являющаяся по своей сути строго кибернетической наукой, ограничивается на сегодня в основном исследованием информационных систем, решающих задачи хранения и передачи информации [2-9].

Основная идея по отношению к информационным системам, излагаемая в данной работе, состоит в том, что информационная система до передачи информации представляет собой неравновесную систему, а после ее передачи она преобразуется в *равновесную* систему, представляющую собой уже простой объект природы - вещь, предмет, тело. Другими словами, только неравновесная система может быть информационной системой, то есть системой, в которой возможна передача информации, и,

обратно, только информационная система по существу может быть неравновесной системой, и именно такие системы являются предметом исследования статистической теории информации. Исследование равновесных систем, в которых передача информации между их элементами отсутствует, на основе такой теории становится часто неэффективным. Поэтому для исследования таких систем предлагаются другие теории информации, в частности, *структурная* теория информации, которая способна анализировать множества с равновероятным выбором их элементов [6,7,8]. Наличие равновесных систем в природе, особенно неживой, приводит к тому, что в некоторых работах приходят к выводу, что в неживом мире информации нет вообще, а есть лишь порядок и беспорядок, а информация существует только в биологических и социальных системах (10-12). Это приводит к мысли о спонтанном возникновении в момент появления живого мира информации, которая будет в таком случае его отличительным свойством. Следует отметить, что если воспринимать информацию в узком смысле, как чисто *кибернетическую* информацию, являющуюся содержанием сообщений, то так оно и есть. Но если исходить из того, что живой мир возник из неживого мира в процессе его длительной эволюции, то тогда в неживом мире следует искать возникшую перед живым миром *физическую* информацию. Но и для этой информации должна быть предшествующая ей сущность из другого мира, который теперь уже будет метафизическим и соответственно идеальным, – *метафизическая* информация. Однако для всех этих видов информации – кибернетической, физической и метафизической, которую еще можно назвать философской, должен быть какой-то общий признак, объединяющий их в едином понимании информации. Нахождение такого общего признака и соответствующего ему понятия информации, отличающегося общностью для всех существующих теорий информации, на сегодня является важнейшей задачей, попытка решения которой предпринята в данной работе.

Особенность рассматриваемого подхода к теории информации состоит в том, что в ее основу предлагается

положить определение информации, отличное от уже устоявшихся общепринятых подходов [13]. Оно исходит из того, что *реальная* Природа рассматривается как результат объединения двух вечных *идеальных* миров, образующих абсолютно *неравновесную* систему, – мира, основанного на информации, в виде неподвижного двигателя всего сущего, - информации *Абсолюта* и мира, основанного на возможности движения, - *Ничто*. Мир информации вечен, находится вне времени и пространства, неделим и абсолютно неподвижен. Его сущность – это *ограничение* всего, что существует вне информации, и в первую очередь движения, хотя сама информация ничем не ограничена, как и представляющий ее Абсолют. Другими словами *информация – это идеальный фактор, ограничивающий все сущее, кроме себя*. Отсюда информация – это *неизмеримая* сущность, которая самостоятельно не может существовать в реальном мире. При всем этом именно информация определяет собой *Бытие* и выступает в качестве *Сущности* всех без исключения систем Природы, как идеальных, так и реальных. Противостоит Бытию *Небытие*, сущность которого выражается в отсутствии в нем какой-либо сущности, то есть информации, что можно выразить в виде наличия в Небытии *антисущности*. Бытие уже по наличию своего существования подразумевает, хотя и неявно, наличие Небытия, а Небытие - Бытия. Небытие выражает свою антисущность в виде Ничто, которое вследствие отсутствия в нем информации, а значит и ограничений, выражает *возможность* абсолютно свободного движения, происходящего за моменты времени равные нулю, и вследствие этого оно обладает бесконечной *неопределенностью* и соответствующей такой же бесконечной *энтропией*. Другими словами Ничто – это всего лишь *возможность* реального движения, но возможность неограниченная, которая может реализоваться в виде Нечто только при наличии информации. Поэтому Ничто может принять неограниченное количество информации, не поддающееся какому-либо измерению, но после ее приема оно *материализуется*. По своей сути Ничто – это Небытие Абсолюта, которое существует непосредственно в нем самом.

В результате появления информации Ничто преобразуется в движущееся материальное Нечто, существующее уже в реальном мире, так как данный мир в отличие от идеального мира находится в безостановочном движении. В общем же можно сказать, что фундаментальным свойством материи является ее *движение*. Из приведенного следует, что Природа, как единая идеальная и реальная сущность, содержит в себе Информацию, Ничто и их соединение - Материю. При этом *идеальная* природа содержит в себе информацию *вне* движения, а *реальная* – информацию *в* движении. В то же время в реальном мире информация преобразуется в *ограничения*, которые измеримы, изменяются со временем, и присущи любым материальным объектам, они же придают движение материальным объектам. Поэтому можно сделать вывод, что для реального мира *информация – это идеальная сущность, проявляющаяся в материальном мире в виде ограничений* или, если сказать короче, *информация - это идеальный фактор, ограничивающий движение*. Так как ограничения по своей сущности отражают информацию в материальном мире, то они тем самым ее *кодируют*. Тогда, материальные объекты и системы есть не что иное, как *кодовое* представление информации, а сама информация образует непредставимую в материальном мире сущность этих материальных объектов. Следовательно, *код – это материальное воплощение информации* или *материя – это код*. С другой стороны, так как информация в материальном мире проявляет себя в виде ограничений на движения, то тогда *материя - это движущаяся информация*. Из приведенных определений материи можно сделать вывод, что *код – это движущаяся информация*, то есть *код - это процесс* или *алгоритм*. Именно такое определение кода и используется в кибернетике [14].

Более конкретное изложение процессов формирования реальных информационных систем и объектов природы на базе понятий теории информации требует более подробного исследования вопросов, связанных с передачей и хранением информации в реальном мире, что является определяющим для данной работы. Реальные информационные системы

состоят из *источников* и *приемников*, между которыми движется информация, и *каналов* связи между ними. Существует информация только в неравновесных системах в виде *апостериорной* и *априорной* информации, первая из которых - апостериорная возникает в момент передачи информации приемнику, а вторая - априорная существует у приемника в виде предварительных знаний по отношению к передаваемой источником информации. Собственно в этом предварительном существовании информации в памяти приемника и состоит отличие знаний от собственно информации, которая только и может быть передана от источника к приемнику. Отсюда априорная информация и знания по своей сущности – это одно и то же с тем отличием, что знания обычно предполагаются присущими только человеку и человеческому обществу, а априорная информация присуща любым реальным системам живой и неживой природы, за исключением простейших систем, не имеющих собственной структуры, как, например, газ в баллоне.

В равновесных системах, образуемых из неравновесных систем, после полной передачи существующей в них информации, дальнейшая передача информации невозможна в принципе, однако в них взамен апостериорной и априорной информации появляются другие виды информации, изучаемые в структурной теории информации, - *свободная* и *структурная* информация. Они формируют эти системы как самостоятельные объекты природы, которые могут выступать, и как источники, и как приемники информации в неравновесных информационных системах, причем свободная информация определяет подвижность или свободу системы, а структурная несвободу или ограничение движения. Из сказанного следует, что природа в целом состоит, как из *равновесных* систем, так и из *неравновесных* систем, однако идеальная природа, состоящая из информации Абсолюта и ее приемника Ничто, до тех пор, пока в ней отсутствует передача информации, представляет собой *неравновесную* систему. В момент появления в этой системе передачи информации она начинает преобразовываться в равновесную систему и в этот начальный момент существования реального мира происходит

то, что было названо в науке Большим Взрывом. Полученные в результате этого взрыва реальные равновесные и неравновесные материальные системы отличаются от неравновесной идеальной системы тем, что они содержат в себе не информацию, а ограничения, в которых информация себя проявляет, находятся в пространстве и непрерывно движутся. Общим же для идеальной и реальной неравновесных информационных систем является то, что они состоят из источников и приемников информации, между которыми установлено *неравновесное* состояние, что дает возможность в этих системах передавать информацию. В случае же когда неравновесная система переходит в *равновесное* состояние, она теряет статус информационной системы и превращается в объект материальной природы – вещь, предмет.

Таким образом, приходим к выводу, что все объекты природы произошли из неравновесной идеальной системы в процессе передачи в ней информации и обладают *свободной* и *структурной* информацией, первая из которых определяет в них степень свободы движения или разнообразие, а вторая – степень ограниченности или несвободы движения. Свободная информация проявляется в хаотическом движении элементов объектов, в том числе и в тепловом движении атомов и молекул. Она может быть в процессе работы преобразована в структурную информацию, и тогда часть свободного движения консервируется в связях структуры новообразованной системы, а оставшаяся часть может приобрести упорядоченную форму. Наблюдается также и обратное преобразование структурной информации в свободную информацию, что приводит к увеличению хаотического движения в объекте - системе. От соотношения их величин зависят все известные свойства материальных систем. Объект, обладающий только свободной информацией, например, идеальный газ, не имеет реальной собственной структуры и соответственно не обладает структурной информацией, поэтому он, являясь *дезорганизованным*, плохо управляется, но, при этом, он хорошо адаптируется к изменениям в окружающей среде. В то же время объект,

обладающий только структурной информацией, является *заорганизованным* и поэтому хорошо управляем, но, при этом, обладает невысокой эффективностью своей работы и плохо адаптируется к окружающей обстановке. Вообще-то, такие заорганизованные объекты в реальной природе практически не встречаются, но есть объекты близкие к ним. Наиболее же часто можно видеть *организованные* объекты, в которых есть, как свободная, так и структурная информация. В них может наблюдаться *оптимальное* соотношение свободной и структурной информации, при котором объект становится *сверхорганизованным* и, соответственно, наиболее эффективным. На практике нужно всегда стремиться к состоянию такой сверхорганизованности, но достичь этого в реальных условиях практически невозможно. Однако всегда можно приблизиться к такому состоянию и получить высокоорганизованную искусственную или природную систему.

В физике и даже в обыденной жизни чрезвычайно распространены такие понятия, как сила, работа, энергия. Поэтому представляет интерес отношения этих понятий к информации, в данном случае физической. Обратим внимание, что сила всегда возникает там, где есть движение, причем *направленное*, а направление – это уже *ограничение*, так как из всех возможных направлений при движении выбирается лишь одно, а все остальные возможные движения при этом запрещаются. Ограничением является также и скорость движения. Но так как ограничения – это *проявление* информации в материальном мире, то в результате выявляется связь между силой и информацией, состоящая в том, что силу порождает *движущаяся* информация. Так как движущаяся информация – материальна, то следует, что и сила материальна, а так как в нематериальном мире движение отсутствует, то, следовательно, нет там и силы. Однако в реальной природе силы могут быть разными - *пассивными*, если они принадлежат объектам, которые движутся равномерно и прямолинейно, и *активными*, появляющимися в момент *контактного* взаимодействия одного объекта с другим объектом. Причем в процессе такого взаимодействия

происходит выравнивание скоростей взаимодействующих объектов, и далее эти объекты движутся уже совместно как одно тело с усредненной скоростью и с вектором направления их общего движения, определяемым векторами направлений их самостоятельных движений. С точки зрения теории информации контактное взаимодействие двух тел есть не что иное, как передача апостериорной информации от источника информации к приемнику, а выравнивание скоростей соответствует окончанию передачи информации. В результате источник и приемник будут обладать одной и той же информацией, что соответствует условию получения равновесной системы в виде самостоятельного объекта природы. Таким образом, *работа - это процесс передачи апостериорной информации, в результате которого неравновесная система преобразуется в равновесную систему, представляющую материальный объект* или, если говорить короче, *работа – это процесс передачи информации и образования на этой основе материального объекта*. Работа сопровождается разрывом связей во взаимодействующих телах и выделением с них законсервированного свободного движения, что часто проявляется в виде теплового движения. Этот разрыв связей сопровождается также изменением структур и форм взаимодействующих объектов и, как следствие, уменьшением в каждом из них структурной информации из-за преобразования ее в свободную информацию. При этом соблюдается правило *сохранения информации – сумма свободной и структурной информации во взаимодействующих объектах является постоянной*. Работа, связанная с разрывом связей, является *отрицательной* работой, а работа, приводящая к объединению структур взаимодействующих объектов, будет *положительной*. Очевидно, что положительная работа не может существовать без отрицательной работы, а она связана с износом взаимодействующих объектов и, в конечном итоге, их разрушением. Уже поэтому невозможно построение вечных двигателей, которые в процессе работы рано или поздно должны разрушиться, также как в силу непрерывной работы невозможно вечное существование материальных объектов.

Любая работающая система природы должна погибнуть, породив при этом за счет своей работы и обмена информацией новый более организованный по отношению к ней объект, в чем и состоит непрерывный прогресс окружающего мира. Если говорить о механической работе, то она всегда должна сопровождаться выделением тепла и износом взаимодействующих объектов, например, резца и обрабатываемой детали, а если говорить о военной операции, то она не может происходить без дезорганизации и появления в боевых подразделениях хаотического (свободного) движения. Причем, и в том, и в другом случае в результате работы создаются новые более организованные объекты природы. Исходя из всего вышесказанного, можно дать общее определение: *работа – это процесс, изменяющий под действием апостериорной информации структуры и формы объектов окружающего мира.* Приведенные определения работы являются эквивалентными с точки зрения их сущности и отличаются только своей формой.

Работа тесно связана с таким распространенным понятием как *энергия*, которое до сегодняшнего дня остается в науке окончательно не сформированным, хотя, все же, наиболее часто энергия определяется, или как *способность систем природы выполнять работу*, или как *мера движения* [10,15,16]. Замечено, что энергия появляется в *неравновесных* системах, в которых между их объектами создается *разность потенциалов*, в виде разности напряжений, давлений, скоростей, температур. Среди таких неравновесных систем особо выделяются системы, обладающие *кинетической энергией*, в которых наблюдается разность скоростей между входящими в систему и движущимися относительно друг друга ее элементами - вещами, предметами, телами. Эти объекты с точки зрения теории информации представляют по отношению друг к другу одновременно источники и приемники *апостериорной информации* и таким образом образуют информационные системы, которые по определению всегда являются неравновесными системами. По своей природе только такие неравновесные системы способны выполнять работу, а остальные, в которых источники и

приемники неподвижны по отношению друг к другу, относятся к системам, которые обладают энергией покоя - *потенциальной* энергией и поэтому не способны самостоятельно без ее преобразования в кинетическую энергию выполнять работу. Выполнение работы в системах, обладающих кинетической энергией, сопровождается ее уменьшением в них так, что она в конечном итоге может полностью перейти в работу, приводя к тому, что *неравновесная* система преобразуется в *равновесную* систему. Так как неравновесная система – это система, способная хранить информацию, то с информационной точки зрения *энергия, как потенциальная, так и кинетическая, – это информация, содержащаяся в ее источнике до передачи приемнику.* Можно также сказать, что в отличие от работы, при которой информация движется от источника к приемнику, *энергия – это относительно покоящаяся информация.* Относительная потому, что сама система находится в движении, хотя источник по отношению к приемнику является неподвижным. Величина этой информации зависит от *энтропии - меры степени неопределенности приемника по отношению к состоянию источника,* и чем больше ее величина, тем больше информации может передать источник приемнику. Следовательно, энтропия может выступать в качестве *меры* энергии, содержащейся в неравновесной системе. Правда, следует оговориться, что данная энтропия, являющаяся энтропией неравновесных систем, не в полной мере соответствует физической энтропии, которая в большей мере распространяется на отдельные объекты природы, представляющие равновесные системы. Если в информационной системе существует не равная нулю энтропия, то в ней существует и относительно покоящаяся информация, равная величине этой энтропии, и, соответственно, энергия, а если в процессе работы энтропия системы уменьшается до нуля, то до такой же величины в ней уменьшается и энергия. Тогда можно утверждать, что и в идеальной неравновесной информационной системе - Абсолюте, состоящей из источника, обладающего

неограниченным запасом информации, и ее приемника – Ничто, имеющего бесконечную энтропию, существует неограниченное количество энергии. Соответственно эта энергия во время первичного взрыва в процессе передачи информации перешла в материальные системы, созданные Абсолютом из Ничто. Такие объекты первоначально создавались в виде *монад – первичных неделимых атомов реальной природы*, причем каждый из них представлял собой результат действия индивидуальной неравновесной информационной системы, состоящей из информации Абсолюта и одного из возможных потенциальных движений Ничто. Так как таких движений Ничто содержит потенциально бесконечно много, то и количество монад получено было из него также бесконечно много. Каждая из них в материальном мире характеризовалась своим *вектором* движения – скоростью и направлением, создавая тем самым первоначально никак не структурированный и непредставимый в обычных понятиях хаос свободного движения монад в нарождающемся пространстве, наподобие броуновского движения. Этот хаос в каждый момент времени менял расположение и скорости монад, представляя собой, таким образом, источник свободной информации, энтропия которого была бесконечно большой. В дальнейшем под воздействием Абсолюта, как идеально упорядоченной системы, в которой отсутствует движение, происходила структуризация первичного хаоса монад, в процессе объединения их в более крупные образования с дальнейшим расширением пространства. Между этими образованиями (кластерами) происходила передача информации, которая приводила к созданию новых более сложных объектов материальной природы на разных ее уровнях, и этот процесс, судя по всему, идет до наших дней. В процессе передачи информации от одного взаимодействующего объекта к другому и соответственно выполнения этими объектами работы их свободная информация переходила в структурную информацию, которая, образуя связи, ограничивала их свободное движение, создавая, при этом, структуру новой системы. Таким образом, формировались все более сложные

структуры систем природы, в которых консервировалось *свободное* движение монад. В результате в объектах появилась *внутренняя* энергия, величина которой напрямую зависела от величины, содержащейся в них *структурной* информации, – чем выше было ее значение, тем меньше в новом объекте оставалось свободного движения, и тем меньше становилась внутренняя энергия объекта. В данном случае под внутренней энергией понимается величина свободного движения, определяемая свободной информацией объекта, что несколько сужает понимание внутренней энергии, данное, например, в [16]. При разрыве связей свободное движение в виде внутренней энергии выделяется в окружающее пространство, которое в ряде случаев достигает очень больших значений, как, например, при взрыве атомной бомбы. Однако в любом случае это движение является частью движения первичного хаоса монад. Если же информационная неравновесная система содержит в источнике структурную информацию о возможном направлении и скорости движения приемника, то такая энергия является *потенциальной*. Например, информация, содержащаяся в натянутой тетиве лука, определяет скорость и совместно с луком направление возможного движения ее приемника – стрелы, которая при необходимости преобразуется в ее кинетическую энергию. Другими словами потенциальная энергия, как, собственно, и кинетическая, содержится только в информационной системе и после ее перехода в процессе работы в равновесную систему становится равной нулю.

Любая реальная система природы, обладающая структурой, а значит и структурной информацией, обладает *памятью* (тезаурусом). Ее различают как память, применяемую в кибернетических устройствах, – *кибернетическую* память и как память, представляющую всеобщее свойство реальной природы, – *физическую* память. Первая из этих видов памяти встречается в виде памяти в технических, биологических и социальных системах, а вторая – в неживой природе. Памятью уже обладали монады, которые помнили конкретную скорость и направление своего движения. Системы природы, не имеющие структурной

информации, превратившиеся в результате этого в хаос беспорядочно движущихся ее элементов, не имеют памяти. Именно на удалении структурной информации собственно и направлено стирание памяти в кибернетических системах. Если человек теряет память, то это значит, что структура, содержащая память, распадается и с нее соответственно удаляется структурная информация, взамен которой в таком же количестве, в соответствии с правилом сохранения информации, появляется свободная информация. Обратная память появляется только тогда, когда в процессе работы свободная информация преобразуется в структурную информацию, а значит, простейшая система приобретает структуру и форму. Таким образом, память *представляет способность материальных объектов хранить в себе следы воздействия на них внешних объектов, проявляющиеся в изменении структур и форм.*

Окружающий человека мир является для него источником информации, которая проявляется в его идеальном мире с помощью понятий. Поэтому и в понятиях существуют те же виды информации, что и в природных системах – *свободная* и *структурная* информация. Свободная информация проявляет себя в *объеме* понятия, который представляет собой входящее в данное понятие множество объектов, тем, что выделяет элемент из этого множества для дальнейшего его исследования. Обычно понятие входит, как составная часть, в понятие с большим объемом, а в него в свою очередь входит понятие с меньшим объемом, образуя, таким образом, часть дерева понятий. В вершине этого дерева находится корневое понятие, называемое иногда категорией, с максимальной величиной объема для данного дерева, а в его конце понятие с объемом равным единице. Разница между свободной информацией понятия с большим объемом и свободной информацией понятия меньшего объема образует структурную информацию одного из признаков понятия с меньшим объемом, который входит в *содержание* понятия, представляющее признаки (предикаты), ограничивающие объемы понятий. Для понятий, также как и для реальных объектов природы, существует правило сохранения

информации, которое утверждает, что *сумма свободной и структурной информации в понятиях низшего ранга равна величине свободной информации понятия соседнего более высокого ранга*. Очевидно, что *наибольшей* величиной свободной информации и *нулевой* величиной структурной информации обладает понятие наивысшего ранга на уровне категорий, а *нулевой* величиной свободной информации и *наибольшей* величиной структурной информацией - понятие наиболее низкого ранга, содержащее в своем объеме *один* элемент. Именно это понятие представляет собой вещь предмет, тело и любые другие единичные объекты природы. Тогда содержащаяся в этом понятии структурная информация определяет основные свойства единичных объектов, которые наиболее богаты своими признаками и соответственно создают вещественный мир человека. Она же кодирует информацию, которой пользуется человек, образуя правила грамматики языка общения, которые, например, используются для написания данного текста. Структурная информация формирует также коды и алгоритмы, используемые в кибернетических устройствах и системах, для передачи и обработки информации.

Приведенные выше общие положения информационной теории систем могут приобрести практическую ценность только при условии построения их математической модели. Такая модель возможна с применением основных положений структурной теории информации для конечных множеств, предложенной Эшби [7,8]. Пользуясь такой теорией можно в принципе получить основные практические результаты вероятностно-статистической теории информации Шеннона [2]. С другой стороны данная теория может рассматриваться как крайний случай вероятностно-статистической теории информации Шеннона, для которой вероятности событий (состояний) равны между собой, а количество событий ограничено. Особенностью данной работы является то, что в дополнение к этим и другим теориям информации в данной работе введено понятие *свободной* информации, а понятие *структурной* информации выведено за пределы кибернетических систем и расширено на физические и другие

системы неживого мира, вплоть до идеальных систем. Свободной информацией обладает в первую очередь простейшая структура, однако она присуща и любым другим объектам природы, за исключением заорганизованных объектов, где свободное движение отсутствует принципиально. Простейшей структурой обладал уже первичный хаос монад, с которого гипотетически началось развитие реальной природы. Введение в простейшую систему ограничений на свободное движение элементов приводит к появлению в ней *структурной* информации и соответственно структуры и далее, к переходу простейшей системы в систему, обладающую более высоким уровнем организации и сложности. Структурную информацию в реальных системах можно представить в виде суммы *детерминированной* и *вероятностной* информации. Детерминированная информация создает каркас и форму системы и представляется двумя ее различными видами, один из которых определяет информацию, противодействующей стремлению свободного движения выйти за границы системы, а другой направлен на противодействие внешним возмущающим воздействиям. Вероятностная же информация упорядочивает непосредственно оставшееся после введения ограничений свободное движение внутри системы, организуя его и придавая ему конкретную скорость и определенное направление. В кибернетических системах при кодировании информации она способствует обнаружению и исправлению ошибок и является основой для построения помехоустойчивых кодов и самоконтролируемых устройств и систем. В данной работе была выведена зависимость величины вероятностной информации от числа ее степеней свободы (разнообразия), которая дает глобальный экстремум. При его наличии реальная система приобретает наивысшую эффективность в своей работе, сложность и устойчивость к внешним возмущающим факторам, то есть обладает наивысшей работоспособностью и качеством работы, что позволяет сравнивать различные реальные системы, например, экономические, по уровню своей эффективности [17,18,19].

ЧАСТЬ 1

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕОРИЯ СИСТЕМ

ТЕМА 1.1

ОБ ОБЩЕНАУЧНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

1.1.1. О теории информации

Теория информации в настоящее время переживает определенный застой. Если еще какие-то 30 лет назад в период расцвета кибернетики о ней говорили везде и всюду, то сегодня, после того как теория информации столкнулась с некоторыми пока не разрешимыми трудностями, о ней стали говорить меньше. Уменьшилось число статей и монографий на тему теории информации, хотя, правда, больше стали уделять внимания информации в практическом плане, и на этой основе появилась новая дисциплина информатика и родственные ей дисциплины, связанные с информационными технологиями. Такой поворот дел в области информационных наук может быть только временным, потому что общие задачи теории информации никуда не исчезли и ждут своих исследователей. А без решения этих задач не могут эффективно решаться и практические задачи, связанные с областями, где применяется информация, в том числе и в информатике. Поэтому автор ставит эти общие задачи теории информации на повестку дня и пытается, хотя бы частично, найти на них ответ. В данной работе решаются лишь некоторые из этих задач, связанные с теорией систем, но, на взгляд автора, наиболее важные.

Теория информации как самостоятельная наука существует уже с сороковых годов прошлого века, но на начальном этапе своего развития была представлена как математическая теория связи [2]. Такое, более чем скромное отношение к вновь создаваемой науке, объяснялось существовавшей в то время неопределенностью по отношению к понятию информации, которое и на сегодня не

имеет своего четкого определения, что как раз и свидетельствует о его сложности. Автор данному вопросу посвятил монографию, но так и не поставил окончательную точку в ответе на этот непростой вопрос [13]. Интуитивно под информацией, обычно, понимается *содержание* сообщений, а сами сообщения предполагают наличие, формирующего их *источника* и воспринимающего их *приемника* информации, между которыми находится канал связи. Под *сообщением* можно понимать любое взаимодействие источника и приемника информации, в качестве которых могут выступать, как одушевленные, так и неодушевленные объекты. Камень, например, вполне может выступать источником информации для исследователя. Он же может в неодушевленном мире взаимодействовать и со стеклом оконной рамы, передавая, таким образом, ему свою информацию, преобразуя под ее воздействием стекло в грудку осколков, то есть понятие информации по своей сути всеобъемлюще и распространяется не только на кибернетические объекты, а и на всю природу в целом. Обычно предполагается, что при передаче сообщения передается информация, хотя это далеко не всегда так. Сообщение может быть передано, а информация при этом в нем будет отсутствовать, то есть сообщение не будет обладать содержанием. Например, если читатель данной статьи, которая по идее должна быть для него источником информации, знает то, о чем в ней написано, то, очевидно, что ее чтение не принесет ему информации и соответственно пользы. Однако, все же, могут найтись читатели, для которых данная статья несет новую информацию, и она для них будет полезна. Снаряд, движущийся параллельно курсу летящего самолета и имеющий, при этом, такую же скорость, как и самолет, не сможет передать ему информацию о своем движении и тем самым его разрушить. Другими словами, вопрос о количестве информации, содержащейся в передаваемом сообщении, зависит не только от источника, а и от ее приемника. В целом - это очевидные факты, но их то, как раз, часто и недооценивают при построении теории информации.

Наличие у приемника предварительных знаний предполагает у него присутствие особого вида информации, которую называют *априорной*. Именно она придает субъективный характер различным приемникам информации. Из-за ее наличия приемники, или не получают в передаваемых сообщениях новую информацию вообще, или получают ее частично. Другими словами, знание, о котором так много говорят в философии и других науках, – это априорная информация. Именно она определяет ценность и полезность передаваемой в сообщениях информации, а также расшифровывает их смысл. Однако далеко не сразу у приемника появилась имеющаяся у него априорная информация. Было время, когда он ее и не имел, и тогда эта априорная информация поступала к нему от источника в виде *апостериорной* информации. Другими словами, можно сказать, что апостериорная информация – это информация, которая поступает к приемнику в период его обучения. Так, автолюбитель в процессе обучения езды на автомобиле и изучения правил движения получает апостериорную информацию, которая откладывается в его памяти в виде априорной информации. Из вышесказанного следует, что апостериорная информация – это информация, которая поступает от источника к приемнику непосредственно в *момент* ее передачи. Как только передача закончилась, и переданная информация была запомнена приемником, она превращается для него в априорную информацию. Апостериорная информация встречается везде и всюду, например, у ученых в момент появления информации о тех или иных исследуемых ими объектах и процессах, или у исследователей космических объектов, получающих фотографии с марсианских вездеходов. Также апостериорная информация содержится в последних известиях, передаваемых по телевизору. Так что апостериорная информация – это не что-то абстрактное и далекое, а содержание конкретных сообщений о реальных явлениях и объектах окружающего мира, поступающих на вход приемника непосредственно в *данный* момент времени. Вся информация, которая была у приемника до этого поступления,

является уже априорной информацией, хранящейся в состоянии относительного *покоя* у человека, кибернетическом устройстве, камне, земле, солнце и т. д. Она же создает эти материальные объекты и придает им соответствующую форму. В дальнейшем апостериорную информацию будем называть просто информацией, так как именно она переходит от одного объекта к другому, преобразуясь при этом в априорную информацию, которая выступает в виде знания приемников. При этом все объекты природы могут выступать как в качестве источников информации, так и в качестве ее приемников, то есть могут или передавать информацию, или ее принимать, но сами объекты формируются априорной информацией.

Таким образом, разница между двумя указанными видами информации состоит в том, что апостериорная информация появляется во время *передачи* сообщения, а априорная - во время *хранения* полученной в сообщении информации. Однако оба эти вида информации представляют одну и ту же сущность – *информацию*. Если источник передал один раз апостериорную информацию приемнику с помощью какого-то сообщения, и он его запомнил, то при вторичной передаче этого же сообщения апостериорной информации в нем уже обнаружено не будет, потому что в памяти приемника уже хранится эта информация. Также, если первый раз с помощью апостериорной информации камень разбил окно, то во второй раз его посылать будет бессмысленно, так как содержащаяся в нем апостериорная информация ранее превратилась в априорную информацию и хранится в памяти разбитого стекла в виде набора определенным образом расположенных его осколков. Каждый объект природы несет в себе память в виде априорной информации о произошедших с ним ранее событиях. Поэтому эта информация представляет собой его историю, и если начать ее разворачивать, то рано или поздно можно придти к исходной точке, с которой началось развитие природы. История общества или биография отдельного человека – это тоже априорная информация. Поэтому окружающий мир предстает как неограниченно большое хранилище априорной информации. Однако эта

информация не является обездвиженной, так как она переходит от одних объектов природы к другим и принимает, при этом, на время вид апостериорной информации, чтобы затем уже сохраниться в новых объектах в виде априорной информации. В результате осуществляется непрерывный кругооборот информации в природе, сопровождающийся ее поступательным развитием.

В философском понимании сообщение, представляет собой некий *феномен*, а его содержание или апостериорная информация – *ноумен* или вещь в себе. При этом сообщение воспринимается приемником не как информация, а как кодовое изображение, представляющее всего лишь ее форму, из которого приемнику еще предстоит получить информацию. Другими словами, сообщение является всего лишь носителем апостериорной информации и поэтому не будет для приемника непосредственно самой информацией. Оно является лишь формой, с помощью которой информация передается приемнику. Сказанное подтверждает то, что одну и ту же информацию можно передать с помощью различных кодовых представлений или форм, например, с помощью разных языков общения. Формирует сообщение источник информации, но на вопрос, содержит ли в себе переданное сообщение информацию и в каком количестве, отвечает, все же, приемник. Еще греческий философ Протагор обратил внимание на субъективность всего, что воспринимают люди, утверждая, что окружающий мир по своей сущности субъективен. Собственно и учение Беркли и ряда других философов основывалось на субъективности восприятия окружающей действительности людьми. И если мы хотим разобраться с сущностью этих учений, отделив в них истину от ошибочных положений, то совсем не лишним было бы взглянуть на них с точки зрения теории информации. Однако, очевидно, что и без наличия источника, а значит и окружающего мира, приемник получить информацию не сможет. Так что окружающий мир должен существовать для приемника информации как объективный фактор системы передачи информации. Для разных приемников источник может давать разное количество информации

(апостериорной), но есть максимальный предел передаваемого ее количества, который зависит только от источника. Этот предел равен той величине информации, которую приемник может принять для случая, когда у него в памяти полностью отсутствует касающаяся сообщения априорная информация. При этом возникает, вообще-то, непростой вопрос, на который частично ответ был уже дан ранее, об отличии сообщения от его содержания, которое собственно и представляет собой передаваемую информацию. Усилим этот ответ, в силу его важности. *Сообщение - это форма или кодовое представление информации, а содержание – это непосредственно хранящаяся в сообщении информация.* При этом совокупность форм или кодовых изображений сообщений обычно представляется как код. Тогда более строго кодом можно назвать набор или конечное множество возможных сообщений, каждое из которых передает апостериорную информацию об одном из состояний источника информации, а также сам процесс или алгоритм формирования сообщения. От понятия кода произошло понятие кодирование. *Кодирование – это процесс перехода информации о состоянии источника в сообщение о нем* [14]. В результате такого перехода состояние источника приобретает форму в виде некоторого набора материальных признаков – световых сигналов, напряжений, токов, цветовых тонов красок и тому подобного. Эти признаки образуют символы (знаки), которые кодируют состояния источника. Каждое из них может кодироваться одним символом, а может и их конечной последовательностью, которые могут рассматриваться как один сложный символ. Совокупность символов вместе с алгоритмом их получения образует код источника информации.

Сегодня существует ряд различных теорий информации, среди которых наиболее известные - это вероятностно-статистическая, прагматическая, семантическая и менее известная, но, по мнению автора, имеющая особую важность, структурная теория информации [6,8]. В данной работе кратко остановимся всего на двух теориях информации – вероятностно-статистической и структурной.

1.1.2. Вероятностно-статистическая теория информации

Особенность вероятностно-статистической теории информации состоит в том, что в ней сообщения образуют *неограниченную* последовательность символов, генерируемых с некоторыми вероятностями, находящимися в результате проведения статистических испытаний [2]. Поэтому предложенная Шенноном математическая теория связи, вошла в науку под названием *вероятностно-статистическая теория информации*. Тем самым модель передачи информации, предложенная Шенноном, с самого начала предполагала наличие источников информации, генерирующих с разной вероятностью неограниченные по длине последовательности символов. Таким образом, теория информации была представлена в терминах теории вероятностей и даже, иногда, рассматривалась как ее специальный раздел. Теория информации в современном виде могла появиться только тогда, когда появилась практическая необходимость в измерении количества информации. Это произошло в середине 20-го века, когда появилась вычислительная техника, а вместе с ней и первые информационные технологии. Первым вопросом, который стоял перед новой теорией, был вопрос выбора меры информации. И этот вопрос интуитивно решил американский инженером Хартли, предложив меру информации в виде логарифма числа n возможных равновероятных состояний (символов) источника информации:

$$f = \log_2 n. \quad (1)$$

Исходя из этой меры, взятой для случая $n = 2$, в качестве единицы измерения был предложен 1 бит,

$$f = \log_2 2 = 1 \text{ бит.} \quad (2)$$

Сегодня это самая распространенная в цифровой технике и информатике единица измерения количества

информации. Это вызвано не в последнюю очередь использованием в цифровой технике двоичных чисел, в которых каждый символ, равный 1 или 0, несет в себе 1 бит информации. Так, например, последовательность двоичных цифр 11010101, которая еще называется байтом, содержит 8 бит информации, а последовательность, содержащая 1024 двоичные цифры - 1024 бит.

Шеннон предложил использовать для определения количества информации также логарифмическую меру информации, но в ней, в отличие от меры Хартли, величина информации измерялась логарифмом *вероятности* P_j , j -го события или состояния, в котором мог находиться источник информации, взятого с отрицательным знаком:

$$f = -\log_2 P_j \quad (3)$$

При этом, должно быть выполнено равенство:

$$\sum_{j=1}^n P_j = 1. \quad (4)$$

Представленная в (3) информация называется *частной* или *собственной*.

Очевидно, что при $P_j = \frac{1}{n}$

$$f = -\log_2 \frac{1}{n} = \log_2 n, \quad (5)$$

что совпадает с мерой Хартли. Если теперь найти математическое ожидание собственной информации для различных вероятностей появления символов на выходе источника информации, то будет получено среднее значение количества информации, приходящееся на один символ. В результате Шенноном была получена его знаменитая формула

среднего значения количества информации, приходящегося на одно состояние источника, кодируемого одним символом или их последовательностью:

$$f_{cp} = -\sum_{j=1}^n P_j \log_2 P_j \quad (6)$$

Именно ей было суждено стать одной из основных формул современной теории информации.

Эту формулу (6) для количества информации Шеннон ввел через понятие *энтропии*, которое явилось важнейшим понятием современной теории информации. Оно, по сути, вместе с вероятностной мерой информации, и создало статистическую теорию информации Шеннона. Энтропия у него – это *мера* степени *неопределенности* приемника по отношению к состоянию, в котором находится источник информации. Неопределенность приемника и соответственно ее мера - энтропия напрямую зависят от *количества* априорной информации, имеющейся у приемника на момент передачи ему новой информации от источника. Чем больше будет у приемника этой информации, тем меньше будет степень его неопределенности по отношению к источнику и, соответственно, меньшей будет его энтропия. Очевидно, что если приемник информации будет иметь всю информацию о состоянии источника, то неопределенность приемника и соответственно его энтропия упадет до нуля. В результате у источника не будет необходимости передавать информацию приемнику, ведь он ее уже имеет.

Здесь следует различать понятия энтропии источника и энтропии приемника. Энтропия *источника* это энтропия, которую имел бы приемник, если бы он обладал истинным знанием распределения вероятностей о возможных состояниях и вероятностных связях между ними в процессе их последовательного генерирования источником информации. Эти вероятностные характеристики представляют *вероятностные* ограничения источника информации. Их получают в результате проведения предварительных

статистических испытаний источника. Именно по этой причине теория информации Шеннона была названа статистической теорией. В результате передачи вероятностных ограничений приемнику он становится обладателем соответствующей априорной информацией, и его максимальная энтропия снижается от величины, равной логарифму от числа n его состояний, до величины энтропии, определяемой вероятностями состояний ее источника. Другими словами, энтропией источника называется энтропия приемника, который имеет полные знания о вероятностных характеристиках источника информации. Очевидно, что при таких знаниях будет достигнута *минимально* возможная неопределенность приемника по отношению к источнику и соответствующая ей *минимальная* величина энтропии. Именно такую энтропию в основном и пытаются в процессе исследований найти в статистической теории информации. В дальнейшем, при передаче информации, энтропия приемника постепенно уменьшается и при полной передаче информации становится равной нулю. Как видим, исходная энтропия *приемника* напрямую зависит от его предварительных знаний по отношению к передаваемой источником информации и чем больше их имеется у него, тем меньше информации может передать приемнику источник. Именно в этих предварительных знаниях или априорной информации проявляется субъективность приемника. Если же такие знания у приемника отсутствуют, то тогда предполагается, что вероятности состояний источника равны между собой, и соответственно энтропия приемника становится равной логарифму числа состояний источника. В этом случае она будет больше энтропии источника, у которого истинные вероятности состояний, в которых он находится, не равны между собой.

1.1.3. Структурная теория информации

Вообще-то, можно утверждать, что сначала, в 1928 году, Хартли была образована *структурная* теория информации, и лишь затем, в 1948 году, Шенноном – *вероятностно-статистическая* теория так как именно Хартли впервые ввел

логарифмическую меру информации, которая исходила из условия *равенства* вероятностей генерируемых источником информации сообщений, чем превзошел логарифмическую меру информации Шеннона для вероятностных источников информации. Более того, можно показать, что для структурной теории информации логарифмическая мера Хартли обобщает логарифмическую меру Шеннона [17]. Такое обобщение дает возможность рассматривать структурную теорию информации как самостоятельную науку, существующую в рамках общей теории информации, однако использующую основные идеи, введенные Шенноном в статистическую теорию информации. Дополнительные новые идеи в структурную теорию информации внес, уже после создания Шенноном своей теории информации, американский ученый и кибернетик Эшби. По сути, он создал основы структурной теории информации, введя в нее новые понятия, которые встречаются в теории цифровых автоматов, такие, например, как преобразование, разнообразие, ограничение разнообразия и др. [8]. Однако наличие этих и других аналогичных идей, тогда и позже, еще не сформировали окончательно структурную теорию информации как новую науку. Поэтому и сегодня необходимо продолжать вести дальнейшую работу по разработке ее методов и расширять области их приложения. Именно эту задачу преследует данная работа, которая является очередной из серии работ автора в области структурной теории информации, но уже в плане ее применения к теории систем.

К структурной теории информации ведут практически полезные задачи, особенно в теории кодирования и теории автоматов, в которых источники информации генерируют последовательности символов (сообщения) с *равной* вероятностью и *ограниченной* длиной. При этом между символами в генерируемых последовательностях присутствует вероятностная связь. Подобные источники, генерирующие структурную информацию, в ряде случаев назывались, *комбинаторными* или *автоматными* источниками информации. Задач, где применялись такие источники, оказалось на практике довольно много, и

происходящие в них информационные процессы в полной мере не могли быть описаны методами статистической теории информации. Поэтому возникла необходимость на основе уже существующих идей и понятий этой теории таких, например, как энтропия, неопределенность, мера информации и других, разработать теорию информации, которая бы могла решать и такие задачи. В результате в теории информации появилась самостоятельная ветвь – *структурная* теория информации, основной характерной особенностью которой было *равенство* вероятностей, генерируемых ею символов, в последовательностях *конечной* длины. Хотя эта теория и имеет много общего со статистической теорией информации и методы ее похожи на уже существующие методы, используемые в статистической теории информации, однако она, все же, имеет отличия в своих подходах. Однако, несмотря на эти отличия, структурная теория информации совместно со статистической теорией образует одну общую теорию информации, которая решает много существующих задач по переработке, передаче и хранению информации.

В структурной теории информации, где генерируемые последовательности равновероятны и имеют ограниченную длину, структуры приемников задаются *детерминированными* ограничениями, работающими по принципу да – нет, в чем и состоит одно из важных отличий структурной теории информации от статистической теории. Например, в некотором множестве сообщений может быть указано число разрешенных и число запрещенных сообщений (решений задачи) и на этой основе требуется оценить методами структурной теории информации эффективность обнаружения ошибок в сообщениях и скорость их передачи. В этой и подобных ей задачах особую роль играет априорная информация, задаваемая их условиями, ибо именно она ограничивает количество возможных решений. Поэтому в структурной теории информации значительно больше внимания, чем в статистической, уделяется исследованию приемников информации, которые содержат априорную информацию в количестве, равном логарифму от числа возможных решений задачи, в то время как в статистической

теории информации это количество может быть и меньше приведенной величины.

Из всего сказанного выше вытекает, что уменьшение энтропии приемника всегда сопровождается получением им определенного количества информации от источника, по отношению к которому у него существовала ранее неопределенность, и чем больше будет получено приемником информации, тем меньше будет его энтропия. Именно в уменьшении энтропии приемника состоит цель передачи информации источником. Исходя из приведенных выше рассуждений, и была в теории информации предложена формула для вычисления количества переданной приемником информации:

$$f_{cp} = H - H_0 \quad (7)$$

В нее входит исходная H и остаточная H_0 энтропия приемника. Разность между этими энтропиями и представляет то количество информации, которое получит приемник при передаче сообщения. В случае, если $H = 0$, то

$$f_{cp} = H . \quad (8)$$

Тогда из формулы (6) следует, что исходная энтропия

$$H = - \sum_{j=1}^n P_j \log_2 P_j . \quad (9)$$

Максимального значения H_{\max} энтропии H достигает при равенстве вероятностей символов источника информации между собой. Выражения (1-9) составили основу структурной теории информации.

Подводя итоги данного раздела, можно предположить, что в ближайшее время будет продолжаться работа над систематизацией материала в области структурной теории

информации с целью использования его для решения информационных задач. Особое место среди них в настоящее время занимают задачи, имеющие детерминированные ограничения, и очевидно, что их число имеет тенденцию к увеличению, что приведет к дальнейшему развитию на данной основе структурной теории информации. Жизнеспособность этой теории будет определяться разработанными в ее рамках методами решения задач с детерминированными ограничениями и их непосредственными практическими приложениями. Эта, пока что только становящаяся в настоящее время научная дисциплина, использует на сегодня основные понятия статистической теории информации, давая, при этом, им свою интерпретацию. К ним относятся логарифмическая мера информации, энтропия, априорная и апостериорная информация. Но добавляются и новые понятия, связанные с равными вероятностями генерируемых сообщений, их конечной длиной и наличием детерминированных ограничений на эти сообщения.

1.1.4. Об информационном подходе в науке

Объединяющей идеей для ряда кибернетических наук таких, как теория кодирования, теория управления или цифровые автоматы, является идея *информационного* подхода к ним на основе современной теории информации [2-9]. Особенно широкое распространение нашел такой подход для исследования кибернетических систем, где он применяется уже не один десяток лет. Однако этот подход в настоящее время трудно применим для анализа систем, исследуемых в других науках, и, прежде всего, в физике, химии, биологии. Его применению в них мешает, прежде всего, отсутствие четкого понимания *сущности* информации и соответствующего ей *определения*. Именно на основе этого определения можно было бы объединить различные дисциплины, использующие информационный подход, в единую интегральную науку, которая бы дала возможность получить новые общие методы решения их задач. Но такой подход в своей основе использует теорию информации, разработанную для кибернетических дисциплин, а в ней

информация рассматривается как содержание передаваемых сообщений, что не соответствует физическим реалиям, и хотя, все же, она применяется в физике [20,21], но эффект от ее применения не высок. Поэтому физические задачи требуют для своего решения и своей особой *физической* теории информации, в которой хотя и присутствует задача близкая к передаче информации в кибернетических системах, но сообщения, как таковые, отсутствуют. Поэтому нужна такая теория информации, которая бы учитывала особенности физической передачи информации, существующие в неживой природе, а такой полновесной теории информации на сегодняшний день пока что нет, как нет ее и для химических или биологических наук. Поэтому только после разработки специальных теорий информации для разных наук возможно обобщение их в рамках единой общей теории информации, которая бы учитывала как физическую, так и кибернетическую информацию. Правда, может быть и другой подход, когда общая теория информации создается без учета специфики разных наук на основе общих идей и внутренней логики их развития, и тогда частные теории информации будут вытекать из общей теории, как ее следствия. Видимо, все же, наиболее эффективным будет подход, когда одновременно будут независимо разрабатываться как общая теория информации, так и частные теории, которые в конечном итоге войдут в общую теорию информации.

Данная работа, преследует цель создания теории систем, использующей в своей основе теорию информации, но не в ее узком статистическом, а в обобщающем *структурном* аспекте, что может помочь вскрыть в самом общем виде глубинные особенности систем любого вида как в живой, так и в неживой природе. Однако построение теории информации для этого случая невозможно без глубокого исследования ее сущности. Попытка такого исследования предпринята в данной работе, в которой дается не окончательное, но, все же, новое понимание сущности информации, используя для такого понимания, в частности, и метод аналогий. Этот метод оказался полезным в ряде наук и, особенно, в метафизике

[22,23,24], для которой он часто остается единственным способом решения ее довольно сложных задач. Хотя метод аналогий вызывает в ряде случаев возражения, так как при его применении происходит выход за рамки конкретного эксперимента и тогда разрабатываемая на его основе та или иная теория теряет возможность практической верификации. И, все же, без такого метода нельзя создать теорию информации, которая бы обладала наибольшей общностью, так как для этого нужно будет исследовать вопросы, не поддающиеся конкретному экспериментированию. Однако использование метода аналогий приводит к тому, что рассмотренная в данном исследовании информационная модель происхождения и развития окружающей природы является *гипотетической*. Реальность рассматриваемых в ней таких метафизических объектов как *Абсолют* и *Ничто* трудно поддается даже философскому осмыслению, не говоря уж об обыденном мышлении, так как это идеальные сущности, которые в реальной природе не встречаются. Они могут рассматриваться как аксиомы некоторой абстрактной теории и быть подтверждены только косвенно, в виде вытекающих из нее практических выводов, так как практика, пока что, является наиболее надежным критерием истины, хотя, правда, можно интерпретировать по-разному и практические результаты. Но, все же, рассматриваемая в данной работе гипотеза по отношению к сущности информации предложена не на пустом месте, а на основе анализа имеющихся в науке фактов и гипотез. Безусловно, существует множество вопросов, на которые сегодня у автора нет достаточно убедительных ответов. Для их получения нужна дальнейшая исследовательская работа, которая может привести к значительной переработке приведенной ниже теории, анализирующей сущность информации, однако, по мнению автора, не настолько, чтобы поднятые в ней вопросы потеряли актуальность. Хотя только будущее покажет, так это или не так.

1.1.5. Роль информации в обеспечении жизнедеятельности биологических и социальных систем

Информация, описывающая биологические и социальные системы, – кибернетическая информация, представляет особый вид информации, появившийся в своей наиболее организованной форме на поздних этапах развития этих систем, которые относят в большинстве случаев к *живым* системам. Характерным свойством этой информации является то, что она представляется в виде *содержания* сообщений, а ее неотъемлемыми атрибутами, как и других видов информации, является наличие источника и приемника информации. В настоящее время высокоорганизованные формы кибернетической информации обнаружены только на земле и до сих пор неясно имеется ли кибернетическая информация, а значит и *жизнь*, где-либо еще во Вселенной. Наличие этой информация является одним из характерных признаков, по которым объекты *живой* природы можно отличить от объектов *неживой* природы. До сих пор считается (хотя не раз и опровергалось), что жизнь представляет особую форму существования белковых тел. Это значит, что в соответствии с приведенным определением любой белковый субстрат может считаться живым существом, что на самом деле далеко не так. В то же время с кибернетической точки зрения такие объекты как бактериофаги, занимающие промежуточное положение между живым и неживым миром, в силу того, что в них существует наследственная информация, которая является кибернетической, следует отнести к живым организмам. Хотя можно говорить и о *жизнях*, в которых отсутствует кибернетическая, но присутствует физическая информация, то есть информация, присущая неживому миру. Например, высказывание, что река или наша земля живет, не является полностью лишенным смысла. Следует лишь при этом оговориться, что эта жизнь является более примитивной в смысле ее организации, чем настоящая жизнь живых существ, использующих в своей жизнедеятельности кибернетическую информацию. И, все же, живой мир использует кибернетическую, а неживой мир – физическую информацию.

На определенном уровне развития материального мира системы усложняются настолько, что для их жизнедеятельности становится важным получение от других систем сообщений о *состояниях*, в которых они находятся в тот или иной момент времени. Тогда и началась на основе физической информации формироваться кибернетическая информация, которая несла в себе требуемые данные, причем одна из двух взаимодействующих систем выступала в роли источника информации, а другая - в роли ее приемника. Именно данный этап в развитии систем и зафиксировала современная теория информации, в которой Шенноном было введено понятие энтропии – меры степени *неопределенности* приемника по отношению к состоянию источника информации [2], а снятие этой неопределенности рассматривалось им как основная задача передачи информации. Причем, что существенно, разные приемники информации в одних и тех же сообщениях находили для себя различную информацию, что позволило говорить о *содержании* сообщений и *субъективности* приемников. Именно наличие содержания сообщений и субъективности приемников позволяет говорить о кибернетической информации в отличие от физической информации, где такие сопровождающие информацию факторы на первый взгляд отсутствуют. Однако на самом деле, если провести внимательный анализ, кибернетическая информация присутствует в зачаточном состоянии и в физической информации, которую вследствие этого следует считать основой кибернетической информации, а значит, и в физических объектах должны присутствовать элементы субъективности.

1.1.6. О метафизической сущности информации

Метафизика – наука о наивысших сущностях [22,с.11-13] имеет самое прямое отношение к теории информации, так как *информация* - это та сущность, выше которой в природе ничего нет и, прежде всего, потому, что она оперирует с такими основополагающими понятиями как *определенность*,

неопределенность и *возможность*. Эти понятия взаимозависимы и переходят друг в друга, как, например, неопределенность под действием информации, реализующей одну из возможностей и отрицающей все остальные, переходит в определенность. Об этом говорил еще Гегель в «Науке логики», утверждая «Определенность есть отрицание» [25,с.174], то есть он утверждал, что определенность есть отрицание всех других возможностей за исключением уже реализованной. Также Кант [26,с.312] по поводу определенности выдвигает в «Критике чистого разума» идею, в соответствии с которой «всякая вещь, если иметь в виду ее возможность, подчинена еще принципу *полного определения*, согласно которому из всех возможных предикатов вещей, поскольку они сопоставляются со своими противоположностями, ей должен быть присущ один». Тем самым существовавшая неопределенность преобразуется в определенность. Так, например, береза или ель представляют противоположность по отношению к сосне, так как сосна не может быть кроме сосны еще и другим деревом, например, елью. Выделить же понятие сосны из множества других аналогичных понятий можно только с помощью их отрицания – сосна не есть береза, ель или любое другое дерево, кроме сосны, тем самым придается определенность понятию сосны. Без указанного отрицания сосны не было бы и понятия сосны. Так как определенность, в отличие от неопределенности, по современным понятиям представляет информацию, то Кант и Гегель в приведенных выше цитатах по существу давали описание ее проявления.

Отрицание играет важнейшую роль и для таких метафизических категорий как Бытие и Сущность. Бытие может быть только тогда, когда ему противопоставляется его отрицание, которым может быть только Небытие. Без Небытия нет и Бытия, как, например, без понятия женщины, которая по своей сущности есть отрицание мужчины, не может быть получено противопоставляемое женщине понятие мужчины и обратно. Это значит, что понятия женщины и мужчины отрицают друг друга, и только поэтому эти понятия

могут существовать, как и сами мужчины и женщины. Соответственно только Небытие может обосновать существование Бытия и обратно, только Бытие может обосновать Небытие. Также Сущность не может быть объяснена без Антисущности, а Антисущность не может быть объяснена без Сущности. В данном случае Сущностью Небытия является Антисущность. Сказанное относится не только к приведенным понятиям, а и любому другому понятию, которому должно противопоставляться другое отрицающее его понятие как, например, добро и зло или здоровье и нездоровье, вычитание и сложение и так далее. Тогда 1 и 0 также противопоставляемые понятия, одно из которых 0 кодирует Небытие или Ничто, а другое - 1 – Бытие или Нечто. И если обратиться к основам математики, то мы придем к выводу, что без 0 или 1 современная математика была бы невозможна. Ибо без 1 невозможно было бы построить натуральный ряд чисел, который начинается с 1 и получается последовательным прибавлением 1 к новым числам, а без 0 позиционные системы счисления. Число 0 не может входить в натуральный ряд чисел, так как 0 и 1 – это противоположные понятия, из которых только 1 или Бытие способно породить этот ряд. Из всего сказанного выше вытекает, что 1 и 0 или Бытие и Небытие в силу своей противоположности создают основу мироздания, причем не только материального мира, а и идеального.

Далее Кант пишет, что принцип полного определения содержит «предположение о наличии материи для всякой возможности» [26,с.212]. Это значит, что если, например, требуется получить скульптуру конкретного человека, то для этого нужен материал, который бы давал возможность ее реализации. Другими словами, этот материал должен обладать *предзнанием* [26,с.44-49]. Однако этот материал должен давать *возможность* реализации и любой другой скульптуры в рамках существующих возможностей, иначе это уже будет не материал, а реализованная возможность. Кроме того, для объяснения существующего мира должна существовать «всякая возможность вещей», которая «заключает в себе всю

реальность», которую Кант называл *первоначальной, первосущностью, высшей сущностью, сущностью всех сущностей* [26, с.315]. В данной работе в таких случаях будем употребляться более краткое и, на наш взгляд, емкое слово *Абсолют*. Тогда делаем вывод по Канту, что *Абсолют есть всякая возможность вещей*. Однако для реализации этой возможности необходим внешний фактор, на который воздействует Абсолют. И таким фактором может быть только Ничто, так как кроме Абсолюта в идеальном мире нет других внешних факторов, на которые он может воздействовать. Другими словами реальный мир Абсолют творит из ничего, то есть из себя. Кант также утверждает [26, с.315], что «все отрицания (а это единственные предикаты, которыми можно отличить от всереальной сущности все остальное) суть лишь ограничения большей и в конечном итоге высшей реальности, стало быть, они предполагают ее, и по содержанию лишь производны от нее». Кант в данной цитате говорит об ограничениях, а они, как увидим еще не раз, представляют собой проявление информации или Абсолюта в реальном мире и одновременно его основу. Кант *ограничивает* первосущность (Абсолют) с помощью отрицания, выделяя из нее некоторую вещь и оставляя при этом остальную часть в неизменном виде, также как и Аристотель [27, с.109-110] выделял реальный мир из первоматерии. Он рассматривал любой материальный объект, за исключением лишь первосущности, как исходный для получения нового возможного объекта, как, например, получение медного шара из куска меди [28, с.203].

Обратим внимание, что при этом материя, предназначенная для реализации той или иной возможности, будет проще по своей структуре по сравнению с материей в виде реализовавшейся возможности. Это вызвано тем, что реализация возможности привносит новую информацию в исходный материал приемника, усложняя тем самым его структуру. Поэтому, очевидно, что исходная сущность всех сущностей, то есть наивысшая сущность - Абсолют, должна быть по форме самой простой сущностью из всех возможных

сущностей, то есть *простейшей* сущностью. Так, например, сложность по форме скульптуры значительно превышает сложность формы исходного куска мрамора, из которого она изготовлена, хотя бы потому, что в нее вложен труд скульптора. Соответственно и ценность ее будет выше исходного материала – мрамора.

Абсолют (Нечто), раз он являет всякую возможность вещей, гипотетически должен представлять один *идеальный* гигантский источник информации, содержащий в пассивном состоянии первичную информацию или знания обо всех возможных мирах, которые могут быть реализованы в действительности. Эта же информация представляет и всепоглощающее *Ограничение* в том смысле, что оно является единственным и находится вне какого-либо движения, а значит и времени, и тем самым представляет идеальный *Порядок*. К тому же это ограничение не обладает структурой и поэтому неделимо и существует вне пространства - везде и нигде. Таким образом, первосущность - это некоторое абсолютно простое *Нечто*, которое можно представить как абсолютную *Единицу*. Однако эта простота относится только к форме. По содержанию, в силу наличия в первосущности информации обо всех возможных мирах, она представляет неизмеримо большую сложность – наивысшую *Сложность*. Эта Единица, являясь идеальной точкой без ширины, высоты и длины, обладает еще и идеальной *Симметрией*, вызванной наличием в ней неделимой вырожденной структуры, представляющую собой одну связь Абсолюта с Ничто.

Процесс реализации возможностей в рамках высшей сущности – Абсолюта (первосущности) возможен только в *материальном* (реальном) мире, в котором наблюдается движение и время, и есть не что иное, как процесс изменения этого мира. Это значит, что окружающая природа является следствием непрерывного развития, состоящего в последовательных актах творения, представляющих результаты преобразований в каждом из них одной из множества появляющихся возможностей в действительность. Но так как на каждом шаге творения материи реализовывалась только *одна* возможность из практически неограниченного их

количества, которые также имели свои шансы на реализацию, то окружающий мир является *единственным* и *неповторимым* среди неограниченного множества возможных других потенциальных миров. Ибо вполне были возможны вместо нашего мира и другие реальные миры с другой историей и другими формами их выражения, так же, как, например, вместо каждого реально существующего на сегодня человека мог быть другой человек с другим характером и внешностью. Однако, что является общим для всех миров, которые могли быть реализованы материально, так это поступательный путь их непрерывного развития. Это следует из того, что в процессе развития в этих мирах в ряде их объектов должна была накапливаться информация, которая является залогом их более высокой организации и сложности. Хотя наш мир является лишь одним из возможных миров, однако не наихудшим, так как в процессе его творения реализовывались на каждый момент его развития по преимуществу перспективные варианты. Этот мир состоит из набора реализованных возможностей, с помощью которых в конечном итоге наиболее полно и проявляет себя информация. Следует отметить, что каждый акт творения реального мира есть еще и проявление *движения* в нем. Действительно, если остановить преобразования возможностей в действительность путем создания все новых определенностей, то остановится время, а за ним и движение, и далее все протекающие процессы в природе. Следовательно, *движение – это процесс преобразования под воздействием информации возможностей в действительность*, но так как окружающий мир формируется только во время движения, то информация является его творцом. Первичным источником информации является неподвижный Абсолют и поэтому он же является и творцом природы.

Однако только информации Абсолюта для создания реального мира недостаточно, так как нужны еще и возможности, возникающие в процессе движения. Генерацию исходных возможностей, а значит, и возможного *движения* осуществляет его идеальный источник, представляемый Ничто. Данное движение, являясь *абсолютным*, отличается от

обычного реального движения тем, что оно, являясь идеальным первичным движением, существует в виде возможностей реального движения, не имеющего каких-либо ограничений, то есть в нем отсутствует хоть какая-то информация, и поэтому оно представляет абсолютный хаос различных несоординированных *возможных* реальных движений. В данном хаосе *возможностей* достигается абсолютная *свобода* их движения. В нем вследствие отсутствия информации, а значит и ограничений, одновременно существуют все бесконечное количество возможных скоростей и направлений движения. Оно в целом образует *Небытие* в виде *Ничто*, характеризующееся тем, что в нем наблюдается абсолютное отсутствие *Бытия* и всякой сущности, кроме возможности движения. Но эта сущность особая – она представляет собой абсолютную *антисущность*, которая противопоставляется любой сущности. Однако, хотя это и Ничто, но оно обладает одним важным свойством – абсолютной *Симметрией*, вызванной отсутствием в нем какой-либо информации, а значит и ограничений, которые могли бы нарушить эту симметрию. Абсолютная Симметрия это то общее, что объединяет абсолютно противоположные сущности - сущность Абсолюта и антисущность Ничто. Но эти симметрии получены из принципиально противоположной природы Абсолюта и Ничто – для Абсолюта как следствие его абсолютной сущности, а для абсолютного Ничто как результат его абсолютной антисущности.

При наличии симметрии каждому возможному движению Ничто из их безграничного количества, если бы они могли существовать в отдельности, должно было бы соответствовать возможное движение с такой же скоростью, но имеющее противоположный знак. Только тогда результирующий итог возможного движения движений в количественном отношении был бы равен нулю, что необходимо для представления Ничто как ничто, то есть отсутствия в нем не только всякой сущности, за исключением Небытия, а и реального движения. В отдельности возможные движения Ничто существовать не могут, так как нет разделяющего их фактора, как не существует какой-то одной

скорости их возможного движения. Возможное движение движений Ничто происходит в пространстве *нулевого* объема во всех направлениях одновременно и за отрезок времени равный нулю соответственно со всеми возможными скоростями от нуля и до бесконечности. В такой форме Ничто с одной стороны противопоставляется Бытию, а с другой стороны приводит к существованию Бытия, противопоставляя ему свое Небытие. Особенностью Ничто является то, что оно в противоположность Абсолюту, которое по форме абсолютно *простое*, обладает абсолютной *сложностью* формы. Эта сложность формы вытекает из того, что Ничто одновременно содержит в себе все возможные движения будущего материального мира, потенциально отличающиеся друг от друга скоростями и направлениями, и для его описания понадобилось бы бесконечное количество информации. Однако в противоположность Абсолюту Ничто, в силу отсутствия в нем информации, абсолютно просто по содержанию и соответственно обладает сущностью в виде антисущности.

Так как отсутствие информации измеряется в теории информации энтропией, то очевидно, что при полном отсутствии информации степень неопределенности в абсолютном движении Ничто и соответственно его энтропия не может быть выражена каким-либо числом, а значит бесконечна. В противном случае, при наличии информации, энтропия приняла бы конкретное значение, пусть и чрезвычайно малое, что свидетельствовало бы о материализации Ничто. Обратим также внимание на то, что Ничто входит в любую сущность в виде антисущности и в том числе и в Абсолют. Поэтому Абсолют, в силу абсолютной противоположности свойств Ничто и Нечто, образует абсолютно *неравновесную* систему без связей, которая отличается абсолютной *неустойчивостью*, а значит и абсолютной способностью к образованию реальных сущностей, то есть материи.

Можно усомниться в пользе и необходимости такого понятия как Ничто, так как оно по своей сути является ничто. Однако в математике очень широко используется такое

понятие как *нуль*, определяющее количество элементов во множестве, в котором отсутствуют элементы - *пустом* множестве, и как показывает практика обойтись без нуля и пустого множества математика не может. Без нуля, например, нельзя построить позиционные системы счисления, а без них современную математику и компьютерную технику. Так что Ничто образовало совместно с Абсолютом не только реальный движущийся мир, а и современную технику и вместе с ней современную цивилизацию и культуру.

1.1.7. О кибернетических, физических и философских аспектах теории информации

Современная теория информации рассматривает в первую очередь кибернетические системы, обладающие сложными *источниками* и *приемниками* информации, присущим в первую очередь *живым* системам. Используемая в них в виде сообщений *кибернетическая* информация предназначена для решения задач *управления*, особенностью которых является наличие *цели* управления. Информация также широко используется и в других науках, например, в физических, однако часто с помощью применения других терминов, таких, как порядок, упорядоченность, организация, структура и тому подобное, и только относительно недавно понятие информации начало входить в физику в значении близком к кибернетическому пониманию [21, 22].

Для *физических* систем передачи информации характерным, хотя и не очевидным свойством, является наличие в них *физической* информации, которая в отличие от кибернетической информации передается во время физического, а не информационного взаимодействия между двумя объектами. Относительно покоящийся объект можно, при этом, назвать *приемником* информации, а движущийся по отношению к нему другой объект – *источником* информации. Так, кусок металла, лежащий на наковальне, можно рассматривать, как приемник информации, а ударяющий по нему молот, как источник информации. Иногда источники и приемники информации в живом и неживом мире могут меняться местами или одновременно выполнять функции, как

источника, так и приемника информации. Отличительным свойством физических систем является также и то, что они не имеют явно заданной цели своего функционирования, как кибернетические системы, и поэтому в явном виде не решают задач управления.

Философские науки, также как и физические науки, с осторожностью используют понятие информации, так как это понятие с научной точки зрения изучается сравнительно недавно. Так, например, такое относительно новое направление в философии и физике, как синергетика, изучающее вопросы самоорганизации природных систем, практически обходится без понятия информации, заменяя его таким, безусловно, важным физическим понятием как порядок. Информационный подход при решении философских проблем не нашел особого распространения еще и потому, что в философии, как и вообще в любой науке, важную роль играют традиции. А информационный подход трудно отнести к традиционному подходу в философии, потому что он появился совсем недавно, лишь в двадцатом веке. Но главное, что мешает применению теории информации в философии, - это слабая изученность на сегодняшний день информации как философского понятия. В философских науках существует общий выходящий за рамки физики и кибернетики подход к природе в целом. Это общенаучный подход, в основу которого положено *абсолютное*, распространяющееся за обыденные рамки природных явлений, что позволяет с общих позиций взглянуть на уже известные законы природы. Поэтому анализ такого понятия как информация не только в кибернетике или физике, а и в философии, может дать результаты, которые позволят распутать клубок противоречий, сложившихся сегодня в ряде областей науки.

Выводы по теме 1.1

Объединяющей идеей для многих кибернетических и физических наук могла бы стать общая теория информации, однако ее развитию мешает отсутствие понимания сущности информации. Поэтому развитие теории информации идет двумя путями, первый из которых – это самостоятельное ее

развитие, применимое ко всем специальным наукам, и другой путь развития – это путь от частных теорий информации к общей теории информации. Однако, все же, наиболее эффективным подходом к развитию теории информации будет использование обеих путей ее развития, чтобы в конечном итоге прийти к общей теории информации. Так как общий подход возможен, очевидно, при привлечении к разработке теории информации также и философских наук, которые только и могут дать окончательный ответ на вопрос о сущности информации, то разработку теории информации следует начинать с исследования ее философских аспектов. В первую же очередь следует начинать с исследования возможности использования метода аналогий, позволяющего избежать экспериментов, которые невозможно провести на практике. Этот метод особенно широко применяется в метафизике, позволяя провести мысленные эксперименты над идеальными сущностями и сделать определенные логические умозаключения, хотя бы в виде гипотез. Одной из наук, где могла бы дать значительный результат теория информации, является общая теория систем, охватывающая живую и неживую природу, находящаяся на сегодня еще в состоянии становления. Особенно важна эта теория для систем, основанных на передаче информации, принимающей во многих случаях форму *сообщений*. Существенным в сообщениях является то, что количество информации, содержащихся в них, для различных приемников может быть разным, что говорит об их субъективности.

Общая теория систем требует некоего общего начала, с которого начал развиваться окружающий мир и его системы, и таким исходным пунктом представляется первосущность, данная в виде Абсолюта, и его противоположность Ничто. При этом, если сущностью Абсолюта является информация в виде Бытия, то сущностью Ничто является антисущность Небытия в виде абсолютного движения, представляющего всего лишь его возможность, в котором отсутствует какая-либо информация, а энтропия принимает бесконечную величину. При этом Ничто является неотъемлемой частью Абсолюта, так как оно входит в любую сущность. Абсолют

обладает бесконечной простотой своей формы и бесконечной сложностью содержания, представляя при этом всякую возможность *вещей*. В то же время Ничто обладает бесконечной простотой своего содержания и бесконечной сложностью своей формы, представляя при этом всякую возможность *движения*. В совокупности Абсолют и Ничто образуют абсолютно неравновесную идеальную *систему*, с которой начал развиваться материальный мир в момент Большого Взрыва. В его результате была получена сначала физическая информация, а затем и кибернетическая информация.

Кибернетическая информация – это особый вид информации, который имеется только в биологических и социальных объектах, появившихся при эволюционном развитии материи относительно недавно. Для нее характерно наличие четко выраженных источников и приемников информации и канала связи, а также объекта и цели управления. При этом явное силовое взаимодействие между источником и приемников при передаче кибернетической информации отсутствует. В отличие от кибернетических систем в физических системах целевое управление отсутствует, также как и наличие четко заданных источников и приемников информации. Зато во время передачи информации наблюдается выраженное силовое взаимодействие между взаимодействующими объектами, обычно, одновременно представляющими источники и приемники информации. Общим же для кибернетических и физических систем передачи информации является наличие в них источников и приемников информации, и обмен информацией между ними.

ТЕМА 1.2 ИНФОРМАЦИЯ И СИСТЕМЫ

1.2.1. Об информационной теории систем

Теория информации, известная как *статистическая* теория информации, имела сначала весьма опосредованное отношение к теории систем, так как в ней решались в основном задачи *передачи* информации, которые имели, как правило, приложение в системах связи [2]. При этом информацию часто представляли через *энтропию*, оценивающую величину недостатка информации в системе. Действительно в ряде случаев такой подход упрощает рассуждения, как это, например, происходит при доказательстве теорем методом от противного. Однако при этом не следует забывать, что введенное Шенноном в теории информации понятие энтропии, – это всего лишь элемент рассуждений и за ним не стоит никакой реальности. Реальное содержание представляет только информация, фундаментальная роль которой в природе еще до конца не выяснена. Тем не менее, введя в теорию информации понятие энтропии, ее создатель Шеннон, придал информации явно субъективный характер, так как в соответствии с этой теорией величина получаемой приемником информации зависит от степени его неопределенности (энтропии) по отношению к источнику, или, проще говоря, определяется уровнем знания приемника. Из-за этого приемники информации приобретают *субъективность*, проявляющуюся в виде разного количества получаемой ими информации от одного и того же сообщения. В крайнем случае, когда приемник информации по отношению к источнику обладает энтропией, величина которой равна нулю, в переданном ему сообщении информации не будет вообще, а значит, не будет и содержания. В соответствии с вышесказанным и под информацией будет пониматься лишь *содержание* сообщений. Такое определение информации касается только кибернетической информации, которая только и может быть передана в виде сообщений. Для физической информации все обстоит сложнее, так как там передаваемые сообщения в

явном виде отсутствуют, и поэтому часто считается, что информация в неживой природе отсутствует.

Концепцию об отсутствии информации в реальной природе, существовавшей до появления биологических объектов, разделяли многие ученые, как физики, так и философы. Вот, например, одно из высказываний на эту тему: «понятие энтропии требует введения некоего «сознающего субъекта», способного к обладанию «информацией». Отсюда, по нашему мнению, всего лишь один шаг до того, чтобы сделать заключение о полностью умозрительном характере понятия энтропии и неразрывной ее связи с наблюдателем... . Именно по этим причинам мы не касаемся вопроса об аналогии между теорией информации и термодинамикой» [10, с.10]. Автор данного высказывания, очевидно, полагал, что используемое в физике понятие энтропии объективно, а аналогичное понятие энтропии в кибернетике – субъективно и, соответственно, введение в физические явления понятия информации придаст им субъективный характер. И действительно, энтропия в физических системах это не совсем то, что под ней понимают в кибернетических системах, так как там действительно нет «сознающего субъекта». Хотя и в физических системах, при их анализе, во многих случаях вполне можно обойтись без понятия энтропии, заменив это понятие таким понятием, как *свободная информация*, о чем речь еще будет идти ниже. Однако, все же, при общем подходе к анализу физических систем следует допустить, что энтропия, как самостоятельная реальность, в природе не только существует, а и играет важную роль во многих ее процессах, причем, безо всякого «сознающего субъекта».

Такое же утверждение относится и к информации, следующее из того, что трудно допустить, чтобы в природе до появления кибернетических систем не существовало аналога современного понятия информации, так как просто так, внезапно, без длительной эволюции, информация появиться в кибернетических системах не могла. И это подтверждает реальный опыт. Например, структура камня - это, все-таки, проявление информации, источником которой в данном

случае выступают структурные особенности материала, с которого он образован. В подобных структурах материальных объектов собственно и проявляется информация в неживой природе, и как раз на структурное преобразование материи обращал внимание Аристотель в своей теории форм. Кстати, и Платона с его теорией вечных идей, исходя из современных понятий, можно рассматривать как первооткрывателя теории информации, в качестве источника которой у него выступали вечные идеи, а приемников – объекты природы, представляемые их структурами, в которых эти идеи находили свое реальное воплощение и развитие.

Структура - это то общее, что принадлежит любым системам природы, как живым, так и неживым, а в ней важнейшими составляющими являются *связи*, с помощью которых проявляются *ограничения* на свободу изменений состояний систем. Отсутствие связей в системах привело бы к снятию этих ограничений и соответственно к распаду систем на отдельные составляющие их элементы и, как следствие, к потере ими целостности и свойств самостоятельных образований. Разрыв связей, а значит и отсутствие ограничений, приводит также к выделению законсервированных в связях движений в первоначальном виде – в виде *свободных* движений, представляющих хаотическую форму. Это выделение свободного движения связано с тем, что связи, до их разрыва, по своей природе ограничивали неупорядоченные движения составляющих эти системы частей, консервируя их. Именно в ограничениях, создающих связи и структуры природных и искусственных систем, проявляется информация. Разница между ограничениями и связями состоит в том, что ограничения - это абстрактные понятия, а связи - это реальные воплощения ограничений, которые объективно присутствуют в системах, образуя при этом их структуры.

Можно рассмотреть два класса систем - *организованные* и *дезорганизованные*. Дезорганизованной будет система, в которой утрачена хотя бы часть необходимых для ее существования связей, например, попавший в аварию, но подлежащий восстановлению автомобиль. Система, в которой

отсутствуют все связи и соответственно структура, – это уже *полностью* дезорганизованная система, примером которой будет не подлежащий ремонту автомобиль. Целенаправленно влиять на окружающую среду такая система практически не может, так как ее свойства, как целого, утрачены, а влияние на среду при не синхронизированных движениях отдельных элементов не может привести к какому-либо существенному результату. Управляемость такой системы также минимальна, так как для перевода ее из одного состояния в другое надо изменить состояния всех или почти всех ее элементов. Это значит, что задача управления системой заменяется задачей управления каждого из составляющих ее элементов, что значительно усложняет эту задачу. Однако адаптационные свойства такой системы достигнут максимума, так как она способна в силу большой свободы максимально приспособляться к изменяющимся факторам внешней среды.

Организованная система - это система, которая имеет *структуру* и способна успешно выполнять свои основные функции. Можно рассмотреть такую организованную систему, в которой связи и соответствующая структура, приводят к полной потере свободы движения элементов. Это уже будет *заорганизованная* система. Воздействие такой системы на внешнюю среду достигает максимума, так как все ее элементы действуют синхронно, как единое целое, и, соответственно, управляемость системой по этой причине также достигает максимума. Следовательно, ею легко манипулировать. В то же время адаптационные возможности такой системы будут минимальными, так как она не может изменить свое единственное состояние в зависимости от изменяющихся внешних условий. Минимальной будет также и устойчивость этой системы, так как все ее связи максимально нагружены и разрыв одной из них приводит к разрушению по цепочке всей системы в целом. Выделение свободного движения при разрыве хотя бы одной связи приводит к дополнительной нагрузке на другие связи, которые, являясь максимально нагруженными, разрываются в свою очередь. В конечном итоге происходит разрушение всей системы в целом.

Рассмотренные две системы являются крайними во всем безграничном множестве возможных систем и поэтому идеализированными. На практике они не встречаются, однако, в реальной действительности имеются системы, которые по величине ограничений и степени свободы близки к двум рассмотренным выше. Соответственно и остальные их параметры приближаются к той или иной идеализированной системе. Так, колонна солдат – это организованная система, а толпа людей на рынке – дезорганизованная, у первой системы количество свободного движения значительно меньше, чем количество свободного движения у второй системы. Два не связанных между собой колеса – это дезорганизованная система со свободным движением, а эти же колеса, посаженные на общую ось, – это уже организованная система с минимальным количеством свободного движения и таких примеров можно привести неограниченно много. Например, взятые порознь атомы кислорода и водорода образуют дезорганизованную систему, а молекула воды, содержащая те же атомы, но связанные между собой химическими связями, – организованную систему. Мужчину и женщину до супружества можно считать с определенными оговорками дезорганизованной системой, а после бракосочетания и появления соответствующей связи – организованной системой, образующей семью.

Так как связи природных систем порождаются ограничениями, то в них проявляется информация, которая в дальнейшем будет называться *связанной*. Информация обо всех связях, входящих в ту или иную структуру системы, которая может выступать, как в роли источника, так и приемника информации, представляет особый вид информации, которую будем называть *структурной* информацией. Эта информация для данной работы является *основополагающей* и, по сути, ее исследованию она посвящена, так как структурная информация, выполняя организующую роль для всей природы в целом, является системной и присутствует везде, как в живой, так и неживой природе – в физических и химических явлениях, биологических объектах, человеческом обществе. Таким

образом, *структурная* информация, создает структуры, как кибернетических, так и физических систем, ограничивая свободу движений составляющих их элементов.

Информация, взятая в момент передачи ее от одной системы – источника информации к другой системе – приемнику информации, представляется как *апостериорная* информация, то есть как информация, полученная во время взаимодействия между двумя системами, а эта же информация, хранимая приемником в памяти, - будет *априорной*, то есть существующей в приемнике до опыта. Например, колесо автомобиля обладает априорной информацией о размере и других параметрах оси, на которую оно посажено, то есть в прямом и переносном смысле «знает» структуру оси, иначе колесо не сможет установиться на ось. В кибернетических системах к априорной информации относится, например, знание человеком языка, что позволяет ему воспринимать соответствующую этому языку информацию. Априорная информация хранится в приемнике непосредственно в его памяти, состоящей из двух больших блоков – *распознающего* (дешифрирующего, адресного) блока и блока *хранения*. Задачей распознающего блока является идентификация входного сообщения, а блока хранения – выдача во внешнюю среду по выработанному распознающим блоком сигналу (адресу) необходимой информации. В результате будет получена полная информация о состоянии источника. Если блок хранения содержит хотя бы часть информации, имеющейся в передаваемом сообщении, то это сообщение становится *избыточным*. При этом скорость передачи информации снижается, но в то же время происходит повышение надежности ее передачи.

Благодаря содержащейся в реальных системах природы структурной информации они приобретают определенный уровень неподвижности и устойчивости к внешним воздействиям, однако, в то же время эти системы находятся в непрерывном взаимодействии с другими системами, обмениваясь информацией с ними. Так как процесс взаимодействия систем в реальной природе существовал всегда от ее начала, то можно утверждать, что и передача

информации в природе существовала изначально, как необходимый и основной компонент всех происходящих в ней преобразований. Более того, можно утверждать, что в природе изначально, кроме информации и движения, ничего не существовало, и именно эти две сущности в дальнейшем образовали, и материю, и энергию. Это значит, что информация и движение есть те сущности, на которых базируется окружающий мир. Все остальные характеристики реальных систем, такие, например, как энергия, энтропия, сила, температура и т.д. должны быть выведены непосредственно из понятий информации и движения. Попытаемся в дальнейшем подтвердить эту мысль соответствующими исследованиями.

1.2.2. О знании и предзнании в информационных системах

Обобщенная структура информационной *системы* обычно представляется состоящей из *источника* и *приемника* информации и находящегося между ними *канала* связи. Источник информации непрерывно изменяет свои состояния, то есть он непрерывно *движется* и в результате генерирует апостериорную информацию, передающуюся через канал связи приемнику. Затем она преобразуется в *постоянно* хранимую у него априорную информацию, используемую источником уже далее для решения собственных практических задач. Количество априорной информации приемника определяет величину его *сложности*, которая тем выше, чем большее количество имеется у него этой информации. Ее накопление приводит к тому, что приемник получает *предзнания* для реализации поставленной перед ним задачи. Именно в получении этой дополнительной информации, вовлекающей предзнание в реализацию решаемой приемником задачи, и состоит смысл любой передачи информации. В качестве предзнания в кибернетических системах могут выступать алгоритмы, технологии, навыки или правила выполнения рабочих процессов. При передаче информации взаимодействие источника и приемника информации происходит таким образом, что активная роль принадлежит источнику,

управляющему приемником, который находится до прихода информации в пассивном состоянии ожидания. По приходе информации от источника, существовавшая у приемника *неопределенность* по отношению к выполняемой задаче преобразуется в *определенность*, представляющую собой новое знание, и соответственно поставленная перед приемником задача в процессе решения преобразуется в реальную *действительность*. Например, ведется разведка залежей нефтяных пластов. До получения их точных координат приемником информации, представляющим собой организацию по добычи нефти, существовала неопределенность в их местоположении. После того, как эти координаты были этой организацией получены, неопределенность была снята и начала решаться конкретная задача – была начата добыча нефти на разведанном нефтяном пласте. Предзнанием в данном случае являются инструкции и алгоритмы по технологии добычи нефти, без которых знание о местоположении нефтяных пластов не имели бы никакой ценности.

Предзнание по существу представляет множество хранимых в памяти приемника возможных сообщений, идентичных сообщениям, которые генерирует источник информации. Наличие этого множества позволяет производить распознавание (дешифрацию, идентификацию) поступающих от источника информации сообщений путем их сравнения с сообщениями, предварительно хранимыми в памяти приемника. Затем по результирующим сигналам сравнения происходит выработка управляющих воздействий с помощью, например, алгоритмов, технологий, программ, также хранимых в памяти приемника, в окружающую среду. Отсутствие предзнания по какому либо сообщению при его поступлении к приемнику воспринимается им как неизвестный сигнал или шум, и это сообщение, или удаляется, или направляется на дополнительное исследование. Получение полезного сигнала в виде шума или неизвестного сигнала не всегда является бесполезным. Например, при построении систем защиты информации тратятся, иногда, громадные средства и время на получение такого сигнала,

хотя все равно добиться необходимого эффекта от него удается далеко не всегда, так как находятся, все же, средства и способы его дешифрации. Очевидно, что предзнание в рассмотренном смысле представляет собой очень широкое понятие, распространяющееся не только на кибернетические, а и на физические системы. Например, авторучка или нож уже обладает предзнанием по отношению к руке человека, так как учитывает ее анатомические особенности. Также чистый лист бумаги обладает предзнанием по отношению к печатаемому на нем тексту, так как структура бумаги предназначена для печатания на ней.

Но особое значение метафизическое понятие предзнания имеет по отношению к широко распространенным в человеческой практике системам, в которых передача информации происходит в режиме вопрос-ответ. В этих системах приемник также как и в обычных системах передачи хранит в своей памяти информацию о множестве возможных ответов источника на каждый возможный вопрос приемника. Эти ответы источника информации считаются правильными, если они будут совпадать с их аналогами, хранимыми в памяти приемника. Если будут получены ответы, которые отсутствуют в памяти приемника, то тогда они воспринимаются приемником как заведомо неправильные ответы. Исходя из сказанного, следует, что если человек задает вопрос, то он может неосознанно, но уже предполагает на него ответ, хранящийся у него в памяти. Например, человек, задавая вопрос о том, есть ли жизнь на Марсе, заранее имеет в своей памяти три ответа на поставленный вопрос - да, нет, может быть. Другими словами, диалог источник-приемник невозможен без априорной информации, хранимой в памяти человека в виде его предзнания. Вся учеба, начиная с садика, затем школы, института направлена на получения предзнания, чтобы затем с его помощью отвечать на вопросы, которые ставит перед человеком практическая жизнь. Тогда возникает вопрос об отличиях предзнания от обычного знания. Предзнания – это информация приемника, взятая относительно источника информации, а знания – это та же информация приемника, взятого в виде самостоятельного

объекта природы, безотносительно к какому-либо источнику информации, и поэтому она не является, ни априорной информацией, ни предзнанием, а является просто знанием.

Однако знание в виде предзнания приемника в современной теории информации исследовано не в полной мере, и поэтому не ясно, как происходит процесс получения ответа от источника информации на поставленный приемником вопрос. Понимание ответа источника приемником – это узнавание его среди множества возможных ответов, хранимых в его памяти, а для этого необходимо сравнить полученный ответ источника с имеющимися у приемника предполагаемыми ответами. При совпадении ответа источника с одним из предполагаемых ответов, хранящихся у приемника, ответ источника на поставленный приемником вопрос считается полученным. Если же источник, выйдет за пределы хранящегося у приемника множества возможных ответов источника, то это значит, что он передал ему или неверное сообщение или сообщение, которое приемник не может распознать. Поэтому, если источник хочет ответить на поставленный вопрос, он должен давать тот ответ, который хранится среди возможных ответов в памяти приемника. В этом собственно и состоит суть передачи информации, как в обыденной жизни человека, так и в его научной работе. Так, если приемник хочет установить возраст человека, то он заранее должен предположить возможные ответы источника информации, например, задавая их в диапазоне от 1 до 100 лет. Если же источник дает ответ, выходящий за данное множество допустимых ответов, то приемник воспримет его, или как неверный, или как выходящий за пределы его знаний. Так, если получен ответ о возрасте человека, что ему 300 лет, то будет наблюдаться явный выход за множество хранимых у приемника ответов о возрасте людей вообще и тогда данный ответ источника будет воспринят им, как неверный, или как новый неизвестный в науке факт, который требует особо исследования. Также научный работник, прежде чем осуществить эксперимент, готовясь к нему, разрабатывает гипотезы в виде возможных результатов эксперимента, которые, предположительно он

может ему дать. Если экспериментальная установка дает ответ, который не укладывается во множество гипотетических ответов, предварительно имеющих у исследователя, то этот ответ исследователь считает или ошибочным или принципиально новым и неизвестным ему результатом, который требует дополнительного теоретического анализа.

Рассмотренная выше структура системы связи может быть применена к взаимодействующим объектам не только живой, а и неживой природы, в частности, к физическим объектам, так как между кибернетической и физической информацией существует глубокая, хотя и не всегда очевидная взаимосвязь. Например, кусок мрамора может рассматриваться в качестве приемника физической информации, содержащего в себе не проявленную в реальности *априорную* информацию о бесчисленном множестве потенциально возможных скульптур, то есть мрамор обладает предзнанием и это относится к любому материальному объекту. Однако любая из этих скульптур может быть получена только при наличии источника *апостериорной* информации, способного вычленив необходимую скульптуру из исходного материала, в данном случае мрамора, в качестве которого выступает скульптор и его резец. При этом необходимым условием получения скульптуры является *движение* резца в руках мастера, выполняющего соответствующую работу, в чем и состоит принципиальное отличие апостериорной информации от априорной информации, которая является относительно неподвижной. Относительная неподвижность априорной информации будет потому, что в материальном мире нет объектов, с которыми бы не происходили какие-либо изменения, и соответственно не наблюдалось бы их движение.

1.2.3. Абсолютное и относительное знание

Здесь мы приходим к одному из важнейших вопросов метафизики и, даже, всей философии в целом – о возможности получения информации, которая бы представляла собой абсолютную истину. Но, очевидно, что даже, если бы эта информация и представляла собой абсолютную истину, то она

вследствие наличия шумов в процессе ее передачи может исказиться. Поэтому, например, информация о возрасте человека является всего лишь правдоподобной информацией, то есть, близкой к истине. Можно предположить, что истинный ответ о возрасте был бы возможен в случае, когда бы приемник заранее знал бы его. Тогда любые другие ответы источника информации, воспринимались бы как ошибочные, и, как следствие, отпала бы необходимость в их передаче. Однако на самом деле информация приемника о возрасте, все же, была бы не истинной, а *субъективной*, так как она зависит только от уверенности данного приемника в правильности, хранящейся у него информации, а таковой она у него может и не быть. Ведь когда-то, когда приемник еще только получал информацию о требуемом возрасте, источник, отбирая эту информацию из множества возможных альтернатив, мог и ошибиться. Это значит, что нет никакой уверенности о том, что информация в ответе на поставленный вопрос является абсолютно верной. А так как реальный мир познается человеком в процессе постановки к нему вопросов и получения на них с помощью реальной практики ответов, то можно утверждать, что реальный мир в *абсолютном* отношении непознаваем, хотя, все же, познаваем в *относительном* отношении.

Исходя из сказанного, следует считать, что любое сообщение о событии, произошедшем в реальном мире, даже самое правдоподобное, требует дополнительной проверки. Но и после такой проверки в нем растет только вероятность правдоподобия сообщения, но оно никогда не сможет стать абсолютной истиной. Однако все вышеприведенное не отрицает абсолютную истину, которая в реальности, все же, существует. Ведь, если вернуться к рассматриваемому ранее примеру о получении ответа на вопрос о возрасте человека, при всех сомнениях о нем есть уверенность, что он, все же, имеет абсолютно точное значение. Однако любое переданное сообщение о возрасте в принципе может быть и ошибочным и, прежде всего, потому, что в реальной жизни в процессе передачи информации появляются ошибки. Шеннон в доказанной им теореме о передаче информации в присутствии

шумов доказал, что устранить ошибки принципиально невозможно, хотя их вероятность при увеличении длины сообщений можно сделать как угодно малой [2]. Доказательство теоремы в упрощенном и соответственно менее точном виде можно произвести на основании того факта, что любая передача информации использует два множества сообщений, в рамках которых только она и может происходить. Первое из них содержит разрешенные сообщения, передающие приемнику истинные сообщения, каждое со своей вероятностью, а второе - запрещенные с нулевой вероятностью их передачи, которые в принципе по определению не могут поступать к приемнику информации. Однако они, все же, во время передачи информации, вследствие наличия шумов, поступают, но, при этом, воспринимаются, как ошибочные сообщения, и поэтому могут быть исправлены. Правда, существуют так называемые «стертые» сообщения, которые можно отнести как к множеству разрешенных, так и к множеству запрещенных сообщений, но обычно их исключают из рассмотрения, считая их, или разрешенными, или запрещенными сообщениями.

Наибольшую же опасность для истинности передаваемых сообщений представляют переходы разрешенных сообщений в разрешенные, так как такие переходы принципиально не могут быть выявлены. Уже по этой причине абсолютная истинность информации при ее передаче недостижима. Однако к ней как угодно близко можно приблизиться, потому что число разрешенных сообщений при передаче информации остается постоянным, а число запрещенных сообщений с ростом их длины экспоненциально увеличивается. Соответственно с этим относительное число переходов разрешенных сообщений в разрешенные сообщения уменьшается. Значит, уменьшается и вероятность этих переходов и тем самым увеличивается вероятность правильной передачи сообщений, хотя никогда она не становится равной единице.

Вся теория помехоустойчивого кодирования, а это множество различных теорем и помехоустойчивых кодов, решает всего лишь одну задачу, как наиболее эффективно

представить разрешенные сообщения, чтобы наиболее быстро выявить их случайные переходы в запрещенные сообщения, а значит установить в них наличие ошибки. В то же время вся математическая мощь современной алгебры и других математических наук не в состоянии выявить в этих кодах переходы разрешенных сообщений в другие разрешенные сообщения, потому что нет, и принципиально быть не может критерия, который бы это позволил им сделать. А это значит, что при передаче информации не может быть абсолютной уверенности, что переданное сообщение правильное, хотя, все же, как уже говорилось выше, ошибочность его передачи можно сделать как угодно малой. Обратим внимание, что все знание, полученное людьми, проходит через этап его передачи в виде апостериорной информации, а значит подвержено не обнаруживаемым ошибкам, которые, накапливаясь в памяти людей, приводят к его искажению.

Все вышесказанное можно отнести не только к передаче информации, а и к проявлению законов в системах природы и общества, которые в силу происходящих в них недетерминированных процессов допускают переходы состояний своих объектов в разрешенные состояния, которые не могут быть обнаружены. Наличие таких не обнаруживаемых законами переходов приводит к тому, что в их работе появляются не обнаруживаемые ошибки. Однако, все же, следует учитывать, что эти ошибки как-то должны в будущем, все же, проявиться в работе закона, а значит, его действия тогда не будут абсолютно правильными, и не будут нести в себе абсолютную истину о законе. Очевидно, что исследователь должен учитывать факт наличия таких возможных ошибок при исследовании различных законов и закономерностей природы и общества. Проявлению таких не обнаруживаемых ошибок в обществе способствует, например, довольно распространенная формула, которая утверждает, что не запрещено, то разрешено. Данная формула наносит определенный ущерб обществу, но бороться с ней практически невозможно, так как она использует разрешенные законом действия, а запретить их все не представляется возможным, так как общество в этом случае прекратит свое

существование. Более того, существует определенный уровень числа разрешенных действий на фоне запрещенных, при котором общественная система с точки зрения своей работоспособности и живучести становится *оптимальной* [17-19].

Сказанное приводит к мысли, что имеющиеся у человечества знания по своей сути содержат в себе принципиальные ошибки, то есть эти знания, по своей природе, не являются абсолютно достоверными. Действительно, накопление знаний исторически у человечества началось несколько тысячелетий лет назад, а может и десятки тысяч лет. За это время в багаже знаний могло появиться множество не обнаруживаемых ошибок, которые до сих пор себя никак не проявили, и поэтому человек пользуется своими знаниями безо всяких опасений, принимая их за истинные знания. Но не исключено, что на определенном этапе развития эти ошибки проявят себя и человечеству придется кардинально пересмотреть свои знания в их истоках. Кроме того, они и сейчас могут проявлять себя в ряде ситуаций не лучшим образом.

Однако все вышесказанное по достоверности передачи информации относится к реальным системам связи, а ведь существуют и другие способы получения информации людьми, рассматриваемые как интуитивные или откровения. Там, как раз, нельзя исключить получения истинной, не искаженной ошибками информации, хотя, все же, это только гипотеза, а не строго научно установленный факт. Но если даже в момент откровения или озарения и будет получена истинная информация, то возникает вопрос о дальнейшем процессе ее передачи и хранения, в котором, как было показано выше, обязательно будут возникать неустранимые ошибки, а значит и ложная информация. Тогда общий вывод в отношении накопленных людьми знаний остается прежним – человеческие знания не представляют собой абсолютной истины и содержат в себе по своей природе неустранимые ошибки.

1.2.4. О равновесных и неравновесных состояниях в информационных системах

Очевидной задачей информационных систем является передача информации приемнику. При этом они могут находиться в двух состояниях – *равновесном*, когда вся информация источника передана приемнику, и в *неравновесном*, когда хоть какая-то часть информации источника осталась не переданной приемнику. Соответственно информационные системы, находящиеся в состоянии равновесия, относятся к *равновесным* системам, а находящиеся в неравновесном состоянии – к *неравновесным* системам. При равновесном состоянии приемник обладает информацией источника и поэтому ее передача от него к приемнику невозможна принципиально, а при неравновесном состоянии в приемнике отсутствует информация источника и соответственно от него существует возможность передачи информации к приемнику. Сказанное относится как к кибернетическим, так и к физическим системам. Так, например, разряд молнии представляет собой переход от неравновесного состояния двух туч к их равновесному состоянию. Это же можно сказать и об обычном автомобильном аккумуляторе до и после его разряда. Следовательно, любая информационная система в живой и неживой природе находится до передачи информации в неравновесном состоянии, а в процессе передачи информации переходит к равновесному состоянию, устраняя, при этом, неопределенность, существовавшую в ней по отношению к приемнику до передачи информации. В результате энтропия приемника уменьшается до *нуля*, что приводит к установлению между ним и источником информации однозначной *детерминированной* связи, в результате которой исходная неравновесная система преобразуется в *равновесную* систему - тело, предмет, вещь. Из сказанного вытекает то, что величина неравновесия информационной системы определяется величиной энтропии ее приемника – чем энтропия выше, тем величина ее неравновесия больше и наоборот. При нулевом значении энтропии приемника степень неравновесия информационной системы также равна нулю.

Обычно источник генерирует информацию о своих *состояниях* в случайном порядке и поэтому обладает неопределенностью по отношению к генерируемому им в каждый момент времени состоянию, в результате чего находится в *неравновесном* состоянии по отношению к самому себе. А так как все объекты природы находятся в режиме непрерывной смены своих состояний, то они являются источниками информации. Так как любая *смена* состояния источника информации образует элемент его *движения*, то источники информации находятся одновременно и в непрерывном движении, то ли механическом, то ли в биологическом, то ли социальном, генерируя при этом информацию. Таким образом, любое движение материальных объектов сопровождается генерированием информации, а генерирование информации - движением. Движение источника может быть *частично* упорядоченным, *полностью* упорядоченным, и *полностью* неупорядоченным (хаотическим). *Полностью неупорядоченное* движение источника представляет крайний случай частично упорядоченного движения и наблюдается тогда, когда его переходы в возможные состояния, в том числе и в состояние, в котором он уже находится, будут *равновероятными*, как это имеет место в генераторе равновероятных чисел, белом шуме или в броуновском движении. Особенностью такого источника информации, называемого в дальнейшем *простейшим*, является то, что на его движение не накладываются никакие дополнительные ограничения, кроме числа возможных его состояний. Поэтому вероятности его переходов из состояния, в котором он находится, в возможные его состояния равны между собой. Соответственно он обладает наибольшей степенью неопределенности и наибольшей величиной энтропии. Однако даже в этом случае у источника информации могут быть *запрещенные* состояния, куда он не может переходить ни при каких условиях. Второй крайний случай движения источника - *полностью* упорядоченное движение, называемое еще *детерминированным*, наблюдается тогда, когда каждое следующее состояние источника информации заранее

предопределяется предшествующим состоянием. Такое движение имеет место, например, при решении переборных задач, например, поисковых, при работе адресного счетчика в компьютере и, вообще, при любом последовательном счете. Также движение снаряда, камня, ракеты – это упорядоченное движение. Наиболее же часто на практике, да и в теории, встречаются частично упорядоченные движения источников информации, когда одновременно в них наблюдается, как упорядоченное, так и неупорядоченное движение. Например, предметом математической и различных прикладных статистик является выявление в движениях источников информации различных закономерностей. Также на исследование источников направлена вероятностно-статистическая теория информации. Исследование же крайних случаев движения источников информации – полностью неупорядоченного и полностью упорядоченного является задачей структурной теории информации, хотя эти же движения исследуются и во многих разделах как современной, так и классической математики.

Наличие движения источника в виде последовательности случайных переходов из состояния в состояние в случае их неравной вероятности свидетельствует о том, что в источнике имеется *структурная* информация, которая дает возможность проводить его предварительное исследование до передачи приемнику апостериорной информации. На начальном этапе, как правило, это будет статистическое исследование, которое позволяет говорить о частоте появления тех или иных состояний источника и тем самым дает возможность определять значение частот состояний. Проводимые в науке исследования связаны с выявлением структурной информации и установлением на этой основе тех или иных закономерностей в природе, обществе, в технических системах. В этом состоит также процесс познания вообще, так как любой эксперимент или логические выводы дают приемнику структурную информацию. Объект исследования познаваем настолько, сколько существует возможностей выявить у него структурную информацию, а она существует только тогда,

когда источник обладает разными вероятностями генерируемых им состояний. В противном случае познание источника становится невозможным, так как в нем отсутствует структурная информация, которая собственно и составляет предмет познания. Закон всемирного тяготения был найден Ньютоном только потому, что он проявлял себя в виде детерминированной последовательности состояний объектов природы. Величина структурной информации в источнике определяется в виде разности между максимальным возможным значением энтропии источника и ее реальным значением. Если данная разность становится равной нулю, то познавать в источнике будет нечего, так как он в таком случае будет представлять собой генератор равновероятных чисел с максимальным значением его энтропии, в котором, соответственно, нет структурной информации. Если же данная разность равна максимальной величине энтропии, то, это значит, что для источника существует детерминированный закон, определяющий его движение. Если же эта разность находится между нулем и единицей, то движением источника управляет вероятностный закон, который следует устанавливать на основе вероятностно-статистических испытаний. Энтропия источника в этом случае может и не быть равной энтропии приемника, так как в приемнике энтропия определяется на основе субъективно существующих у него вероятностей реализации тех или иных возможностей, а в источнике она определяется объективно существующими вероятностями его перехода из одних состояний в другие.

Детерминированная связь кодирующих состояния источника сообщений между собой говорит о наличии в источнике равновесного состояния. В другом, уже рассматриваемом выше частном случае, когда переход источника в любое из возможных состояний происходит равновероятно, наподобие перехода из состояния в состояние в броуновском движении, он будет характеризоваться *максимальной* энтропией и обладать наибольшей степенью неравновесия. Во всех остальных возможных случаях движения источника происходит его переход в другие состояния с неравной вероятностью и соответственно

источник обладает меньшей степенью неравновесия. Так как истинные значения вероятностей состояний источника, а значит и его энтропию, найти бывает достаточно сложно, то они часто при расчетах выбираются приемником субъективно, равными между собой, и тогда предполагается, что энтропия источника приобретает *максимальное* значение, равное логарифму числа существующих у приемника возможностей. Предполагается также, что система передачи информации в этом случае имеет наибольшую степень неравновесия. Именно эту величину выбирают на практике при расчетах, если заранее неизвестно распределение вероятностей сообщений источника, которое, собственно, и определяет для данного случая субъективную энтропию приемника. Например, если неизвестны вероятности для оценок два, три, четыре или пять, которые получит студент на экзаменах, то величина энтропии и соответственно количество информации, получаемое при выставлении оценки, вычисляется в виде максимальной энтропии приемника, как логарифм четырех, то есть равной двум битам. Хотя на самом деле, если оценка, например, четыре предположительно будет наиболее вероятной, то энтропия источника будет меньше субъективной энтропии приемника, то есть меньше двух бит и степень неравновесия системы будет меньше, чем предполагалось вначале.

1.2.5. Определение информации

Одно из заметных достижений XX века – это создание К. Шенноном в 1948 году современной теории информации, которая начала свое практическое вхождение в жизнь человека через теорию связи, а затем пришла практически во все сферы его деятельности, в том числе и в философские науки. Существенным для теории информации является то, что Шеннону впервые удалось поставить понятие информации на солидную количественную основу, выразив его с помощью понятия энтропии и измерив ее с помощью *вероятностной* логарифмической меры информации, которая первоначально была предложена американским ученым Хартли в 1928 году для *равновероятных* сообщений. Понятие энтропии, как и

информации, оказалось после работ Шеннона широко используемым в кибернетической научной литературе, которое перешло также в философские, гуманитарные, технические и естественные науки, что лишний раз подтверждает общенаучный и общезначимый смысл этого понятия. Появление и развитие теории информации привело к дальнейшему повышению интереса к понятию информации, что не случайно, так как на сегодня это понятие является фундаментальным, с помощью которого исследуются свойства различных систем – как природных, так и искусственных. Особенно возросла роль теории информации с появлением вычислительной техники и основанной на ней тогда еще новой науки – информатики, хотя подход к теории информации, основывающийся на вероятностно-статистических представлениях, предложенный Шенноном, на сегодня во многих случаях оказывается недостаточным для анализа сложных процессов и систем и поэтому требует дальнейшего развития. Прежде всего, он недостаточно полно описывает взаимодействие, как по горизонтали, так и по вертикали естественных систем природы и, в частности, самоорганизующихся. Для того, чтобы расширить или изменить этот подход, прежде всего, необходимо исследовать феномен информации на качественно новом уровне, и решить вопрос более современного определения информации.

До сегодняшнего дня считается, что информация появляется только во время связи кибернетических систем, например, двух людей, с помощью специальных устройств или без них. Поэтому под информацией [13,с.185-186] (*informatio* – лат.) обычно понимают сообщения или сведения, иногда изложение, разъяснение, истолкование, осведомление. Более глубокое определение информации – это представление ее как *содержание* сообщений. Правда, понятие содержания, как и сообщения, носит в соответствующей литературе скорее интуитивный, а значит недостаточно четкий характер. Обратим внимание, что содержание, по сути, представляет сущность сообщения, а само сообщение - его кодовое изображение или форму (явление), так что имеет смысл обратить внимание на понятия сообщение и содержание не

только с информационной, а и с философской точки зрения, и тем самым связать информацию с соответствующими философскими понятиями.

В работе [11,с.211] информация рассматривается как *разнообразие*, которое существует там, где имеется *различие*. Иными словами – информация существует там, где есть отображение разнообразия одного объекта в другой в результате их взаимодействия. Где нет разнообразия, там нет и информации. Под разнообразием при этом понимается множество состояний некоторой системы, которые она свободно может принимать, а различие двух объектов используется для выработки простейшей единицы измерения информации, так как считается, что если данные объекты не имеют различий, то они не обладают по отношению друг к другу и информацией. В философии под информацией часто понимают результат процесса *отражения* одних объектов природы другими, как, например, следы, оставленные на влажном песке, или карандашом на бумаге, а также определение, по которому информация – это атрибут природы, который не является ни материей, ни энергией. Это определение, которое дается с помощью отрицания, когда об определяемом объекте можно сказать лишь только то, что он не относится к известным объектам, хотя, мысль о том, что энергия и материя - это известные объекты, по-видимому, является преувеличением. Очевидно, что все приведенные выше определения информации, являясь скорее *интуитивными*, не обладают достаточной глубиной, и не проясняют ее сущности.

Если приемник не имеет вообще никакой информации о передаваемом сообщении или имеет ее не в полной мере, то из сказанного выше следует, что оно несет для него апостериорную информацию. Это, в обычном понимании, и есть *содержание* сообщений, которого для одних приемников может вообще не быть, а для других хотя и имеется, но в разных количествах, зависящих от величины содержащейся в их памяти информации о передаваемом сообщении. Отсюда вытекает *субъективность* приемников, хотя и принимающих от источника одно и то же сообщение, но получающих, как по

величине, так и по содержанию разную информацию. Эта информация появляется только тогда, когда поступившее в приемник сообщение уменьшает величину его неопределенности по отношению к событию, произошедшему у приемника, хотя бы на минимальную величину. Разность между степенью неопределенности (энтропией) события у приемника до получения им информации и после ее получения представляет собой величину полученной им информации. Эта идея о возможности представления информации через разность энтропий составила основу *статистической* теории информации Шеннона и всех остальных основанных на ней теорий информации, в том числе и рассматриваемой в данной работе *структурной* теории информации.

Чтобы измерить степень неопределенности события, надо было ввести ее меру. Такая мера была предложена Шенноном и названа энтропией, то есть *энтропия - это мера степени неопределенности*. Сам термин энтропия был позаимствован Шенноном из термодинамики на основе скрытых аналогий, и только впоследствии выяснилось, что между «физической» и предложенной Шенноном «информационной» энтропией существует глубокая связь. Теперь осталось математически выразить меру степени неопределенности – энтропию и найти *разность энтропий до* получения сообщения и *после* его передачи и количество информации в нем будет определено, что и было сделано Шенноном. Если исходить из подхода Шеннона к определению информации как к некоей сущности, которая уменьшает неопределенность, а значит и соответствующую ей энтропию, то можно сделать вывод, что *информация – это сущность, уменьшающая энтропию и увеличивающая определенность*. А так как рост определенности всегда связан с ростом порядка и организованности материи, то можно сделать вывод, что *информация есть сущность, упорядочивающая и организующая материю*. Недостаток данного определения состоит в том, что понятие порядка и организации так же неясны, как и информации, и являются интуитивными. Однако на практике можно заметить, что

любой порядок, так или иначе, связан с ограничениями. Отсутствие ограничений связано с хаосом и беспорядком, так как ограничения уменьшают свободу поведения систем. Следовательно, информация проявляется в системах с помощью ограничений, которые можно считать органически им присущими. Наличие в материальной или идеальной системе ограничений является признаком содержания в ней структурной информации, а отсутствие ограничений говорит об её отсутствии, на что обратил внимание американский ученый нейрофизиолог У. Р. Эшби. Для систем любой природы он выделил две основные характеристики – конечное число состояний или степеней свободы (разнообразие) M и конечное целое число $N - M$ запрещенных состояний (ограничение разнообразия), где N - число возможных степеней свободы при отсутствии в системе ограничений [8]. Естественно, что такой подход к анализу систем является упрощенным и реализует довольно грубую их модель, однако в ней, при этом, все же сохраняются наиболее существенные свойства реальных систем, в том числе и самоорганизующихся.

И все же рассмотренные выше подходы к определению информации не дают окончательного понимания ее сущности, так как для этого необходимо, чтобы информация была определена через известные понятия. Однако, несмотря на затраченные многими учеными большие усилия, до настоящего времени для информации не удалось найти такие понятия и, по-видимому, прежде всего потому, что информация является общим понятием, таким как, например, понятие энергии, которое на сегодня также не имеет окончательного определения. Интуитивно информация представляется как Нечто, которое генерируется источником и принимается приемником, и затем оказывает существенное влияние на другие явления, например, на траекторию движения самолета. При этом важно то, что в большинстве существующих определений информация рассматривается только в системе "источник – приемник" и только во время ее передачи. Хранимая в памяти источника или приемника

априорная информация при этом из рассмотрения, обычно, исключается. Эта информация отличается от передаваемой информации тем, что находится вне движения, т.е. является потенциальной. В результате значительно сужается область действия понятия информации. Именно на таком сравнительно узком понимании информации и была первоначально построена кибернетическая теория информации основателем ее К. Шенноном. Сознывая это, он с большой осторожностью подходил к понятию информации, поэтому исключил слово информация даже из заголовка своей основополагающей работы по теории информации, назвав ее "Математическая теория связи", подчеркивая тем самым ограниченность предлагаемой им теории вопросами связи [2]. При этом какого-либо законченного качественного определения информации в работе не было дано вообще. Этого оказалось достаточно, чтобы создать статистическую теорию информации, с которой началась современная наука об информации. Кроме того, в своей статье "Бандвагон" Шеннон прямо предостерегал от излишнего увлечения созданной им теорией информации и непосредственного перенесения её результатов на другие области науки, далеко отстоящие от систем связи, такие, например, как биология, экономика, психология, физика. По этому поводу он пишет, что "очень редко удается открыть одновременно несколько тайн природы одним и тем же ключом" [2,с.667-668]. Но, как показало дальнейшее развитие его теории, введенное им количественное понятие информации играет пока еще не совсем ясную, но фундаментальную роль во многих других науках и в том числе философских и физических.

Начинается работа Шеннона по теории связи со структурной схемы системы передачи информации, и затем предлагается, основанный на мере Хартли способ ее измерения, который обстоятельно им обосновывается [2, с.244-245]. Затем вводится основополагающее для современной теории информации понятие энтропии, как меры степени неопределенности, через которую уже затем происходит нахождение количества информации. Таким образом, ему удалось вычислить количество информации, не

имея при этом ее достаточно надежного качественного определения. Обратим внимание на то, что информация творит природу, которая сплошь и рядом состоит из систем и системных образований, которые, как известно, обладают структурой и связями. Их отсутствие привело бы к распаду всех существующих систем и соответственно природы в целом. Следовательно, информация является тем "раствором", который скрепляет все природные и технические системы, формируя их как единую систему. В этом системообразующем факторе информации состоит основная ее роль и значение в мире.

Предлагаемый ниже в работе подход к определению информации развивает подход Эшби, хотя это есть лишь один из возможных подходов и поэтому он не претендует на всеобщность. Его особенность - это непосредственная полезность, позволившая получить ряд практических результатов, например, в области кодирования информации, в частности, в теории кодирования чисел (теории систем счисления). Данное определение информации основывается на том известном уже не одно тысячелетие положении философов-идеалистов, особенно ярко выраженном у Платона, что природа состоит из двух принципиально различных миров - *идеального* и *реального* (материального). Идеальная природа находится вне движения, пространства и времени и поэтому вечна, неделима и неизменна, а реальная природа находится в непрерывном движении и поэтому конечна, делима, непрерывно изменяется, обладает пространством и временем. При определении понятия информации будем исходить из того, что идеальный мир существует, если не в реальности, то хотя бы аксиоматически, как писал Гегель, в виде пустых абстракций, приводящих становлению [25, с.123-166]. Ничто же не мешает его задать в виде постулатов, характеризующих особые крайние точки реального мира, что позволяет этот мир считать продолжением идеального. Информацию следует рассматривать как основу идеального мира, так как по своей сути она вечная и независящая от пространства и времени. Истинная информация, а только таковой она и может быть,

остается неизменной на протяжении всей истории реального мира. Поиск абсолютной истины - это есть, прежде всего, поиск истинной информации о том или ином произошедшем явлении. И эта информации не может измениться со временем, устареть или исчезнуть, то есть она есть *идеальная* сущность. Теорема Пифагора, как и многие другие математические истины, не меняются со временем. Другое дело, что появляются новые математические истины, уточняющие прежние, но старые остаются верными для исходных условий. Соответственно с вышесказанным информацию следует отнести к идеальной категории, а, следовательно, и к идеальному миру. Поэтому в определении информации должно быть указано, что информация является *идеальным* объектом. Но если информация есть идеальный объект, то вследствие этого она не является делимой и соответственно не является измеримой. Кроме того, остается вопрос о том, как, все же, ей удастся оказывать на реальный мир такое громадное воздействие. Ответ состоит в том, что в реальном мире информацию представляют ограничения на *движения* его систем или составляющих их объектов. Этот мир развивается не хаотически, а по определенным законам и в них существуют довольно жесткие ограничения на свободу движения его систем и объектов. Свобода, безусловно, существует во всех законах, но в определенных рамках. Именно сочетания *свободы* и *необходимости* определяет поступательное развитие (движение) материального мира. В идеальном же мире, вследствие отсутствия движения, свободы нет, а, следовательно, информация в нем представляется одним единственным ограничением, которое образует Абсолют. Поэтому Абсолют одновременно представляет, и информацию (в данном случае априорную), и идеальное ограничение, так как в идеальном мире ограничения и информация по своей сущности совпадают. Это ограничение проявляет себя в том, что стягивает Абсолют в идеальную точку, находящуюся вне пространства, то есть образует ее объем равный нулю.

Перейдем теперь к анализу определения информации, которое, исходя из вышесказанного, сформулируем следующим образом:

ИНФОРМАЦИЯ – ЭТО ИДЕАЛЬНАЯ СУЩНОСТЬ, ПРОЯВЛЯЮЩАЯСЯ В РЕАЛЬНЫХ ОГРАНИЧЕНИЯХ.

Из данного определения вытекает, что в реальном мире между ограничениями и информацией существует глубокая связь, так как информация в этом мире проявляет себя только в виде ограничений, а в самостоятельном виде не существует, хотя мы, все же, будем говорить об информации реального мира, подразумевая при этом его ограничения. Связь информации с ограничениями окружающего мира такая же, как, например, связь реальной линии, написанной мелом, с ее идеальным математическим представлением, которое выражает линию, как таковую, безо всякой связи с физическими параметрами: длиной, шириной, весом и т. п.

Ограничения реальной природы находятся как в приемнике, так и в источнике информации, и поэтому каждый объект материального мира может быть одновременно, и источником, и приемником информации. Действие ограничений в источнике информации основано на том, что они *сужают* число существующих на данный момент в нем возможных состояний, в пределе до *одного*, уменьшая тем самым неопределенность состояния, в котором он может находиться. В результате происходит уменьшение количества генерируемой источником информации, в пределе, когда множество возможных состояний содержит одно состояние, до нуля. С другой стороны, под действием ограничений в результате появления в источнике информации новых связей происходит усложнение его структуры. Так как в реальной природе все ее объекты выступают, или источниками, или приемниками информации, то, так или иначе, они содержат ограничения и соответственно обладают связями и структурами, что говорит о структурированности окружающего мира. Задача информации, таким образом, состоит в том, чтобы путем введения ограничений в реальные объекты, формировать их новые структуры. Информация, следовательно, проявляет себя двояко, *с одной стороны она*

представляет первосущность, которая находится вне реального мира, а с другой стороны, проявляясь в реальном мире, творит его с помощью ограничений. Собственно приведенное выше высказывание расширяет приведенное ранее определение информации.

Так как информация в реальном мире в чистом виде *не существует*, а только проявляет себя с помощью ограничений, то окружающий мир – это, прежде всего, мир *ограничений*. Так, например, число, как и мысль, могут проявиться только с помощью кодирования, а любое кодирование – это ограничение. Причем одно и то же число может быть выражено в виде кодовых отображений бесчисленным количеством способов. Но никто еще не обнаружил число в чистом виде, вне кодового отображения. С этой точки зрения следует, что любое число есть *сущность* его изображения в какой-то из систем счисления, то ли позиционной, то ли непозиционной, а само изображение этого числа – это его *форма*. С этой точки зрения теория чисел – это теория сущностей чисел, которые не зависят от форм их представления, а теория систем счисления – это теория кодирования чисел, представляющая их в форме различных изображений. Это значит, что само по себе число, как самостоятельный фактор, в материальном мире реально не существует, а только проявляет себя в виде кодового изображения, то есть в виде ограничений. Правда, непонятно как все же удастся человеческой мысли, которая так же как и число является сущностью ее кодового изображения в виде речи или письма, проникнуть в сущность числа, создав такую непростую науку как теория чисел. Сказанное выше относится и к любому другому сообщению, которое представляет собой лишь кодовое изображение его содержания. Отсюда следует уже сделанный ранее общий вывод, что информация есть *содержание* сообщений, а из него следуют другие выводы, *что информация представляет собой вещь в себе, хранящуюся в Абсолюте, а материальный мир – один из бесчисленного числа возможных кодов, проявляющих информацию с помощью ограничений.*

Аналогично можно сказать и о любом материальном объекте, например, человеке, который существует лишь как некая форма – кодовое изображение, содержащее некую вещь в себе – идею (эйдос), если исходить из учения Платона об идеях. Для человека такой идеей, очевидно, будет душа, в существовании которой мало кто сомневается, и эта душа представлена в Абсолюте ее информацией. Также как, например, для конкретного числа существует его кодовая запись в той или иной системе счисления и его идея - «душа», которая находится вне материального мира.

Выводы по теме 1.2

Теория информации первоначально развивалась применительно к конкретному классу кибернетических систем, хотя и широко распространенных, – систем передачи информации (связи). Поэтому теория информации и была названа ее основателем, Шенноном, математической теорией связи. Система передачи была представлена в виде источника и приемника информации и объединяющего их канала связи. Наличие приемника, обладавшего предзнанием по отношению к передаваемой информации, делало передачу информации зависимой от приемника, а точнее от количества содержащейся в нем *априорной* информации. Априорная информация собственно и представляет предзнание приемника, а в совокупности предзнание всех приемников представляет все знание природы и, в частности, человечества. По причине наличия в приемниках предзнания одно и то же сообщение для различных приемников несло в себе различное количество информации, что определяло их свойство субъективности. Для приемников, предварительно обладающих априорной информацией в количестве равном количеству информации, несомой сообщением, информация в передаваемом сообщении вообще отсутствует. Именно из-за субъективности приемников информацию можно определить как *содержание* сообщений, что говорит о том, что ее количество определяется, как приемником, так и источником информации. Очевидно, что субъективность информации проявляется в первую очередь в более сложных по своей

структуре кибернетических объектах, содержащих большое количество априорной информации, и поэтому можно сделать вывод, что кибернетическая информация присуща в большей мере объектам живой природы. В объектах неживой природы она присутствует лишь в зачаточном состоянии, хотя обязательно присутствует в виде физической информации, организуя их структуру. Однако объединяющим фактором систем передачи информации в живой и неживой природе остается наличие в них источников и приемников информации и передача информации между ними.

Так как любая структура, как живых, так и неживых объектов природы состоит из связей, то их разрыв приводит к разрушению структур, и их исчезновению как самостоятельных образований. В зависимости от количества содержащейся в системах природы структурной информации меняется степень их организации, в соответствии с которой их можно поделить на системы *дезорганизованные*, *организованные* и *заорганизованные*. *Дезорганизованные* - это системы, в которых отсутствует структурная информация, связывающая отдельные хаотически движущиеся элементы в систему, а имеется только свободная информация. *Организованные* системы имеют только часть информации, которая является структурной информацией – остальная будет свободной. При этом степень организации зависит от величины структурной информации, чем больше будет ее в системе, тем выше становится уровень ее организации. *Заорганизованные* системы содержат только структурную информацию, а свободная информация в них вообще отсутствует. На практике наиболее широкое применение находят именно *организованные* системы, так как *дезорганизованные* структуры плохо управляемые и неэффективные в работе, а *заорганизованные* хотя и хорошо управляются, однако не обладают необходимой гибкостью. Так как в основе структурной информации лежат структуры систем живой и неживой природы, состоящие из связей, формируемых ограничениями, то следует предположить, что основным фактором, создающим реальную природу, является структурная информация. Ее прямой задачей является

уменьшение энтропии в приемниках информации и создание в природе порядка и определенности, без чего она не может развиваться.

Однако, какая бы не была информация – апостериорная, априорная или структурная она обладает одним всеобщим свойством, проявляющимся в законах, правилах, алгоритмах, программах - способностью *ограничивать* движение материальных объектов. Законы природы, общества, какие бы они не были, – все это проявление информации, ограничивающей движение отдельных систем, организующей и упорядочивающей их свободное движение. Поэтому и предлагаемое в работе определение информации основывается на этом всеобщем свойстве природы – информация представляется как ноумен или сущность, проявляющаяся в ограничениях. Там, где есть информация, там есть и ограничения, и обратно, там, где есть ограничения, там есть и информация. Однако в материальном мире информация не существует, а только проявляется с помощью ограничений. Исходя из этого, информацию следует представить как идеальную сущность, которая порождает ограничения и действует через них на реальные объекты природы, организовывая их в системы природы. Поэтому в работе информация определена как *идеальная сущность, проявляющаяся через ограничения*. Разница между ограничениями и информацией состоит в том, что информация – это сущность сообщений, а ограничения – это их кодовое изображение. Тогда ограничения – это форма или феномен объектов и явлений, а информация – ноумен или их «душа». Мир наполнен формами вещей или предметов, но они всего лишь видимая их часть, а сущность их скрыта от внешнего мира. Но хотя информация, являясь идеальной сущностью, и невидима в материальном мире, но именно она управляет миром, творя его, также как невидимая мысль, через мозг управляет действиями человека. Материальный мир – это всего лишь кодовое изображение идеальной сущности – его идеи, содержащейся в абсолюте.

ТЕМА 1.3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ СИЛ И РАБОТЫ В СИСТЕМАХ

1.3.1. Информация и Материя

Как уже утверждалось выше, гипотетически можно допустить, что существует идеальный мир, состоящий из двух идеальных объектов – *Абсолюта*, хранящего в себе информацию о возможных материальных мирах и образующего абсолютный порядок, и *Ничто*, в котором отсутствует какая-либо информация и, соответственно, установлен абсолютный беспорядок. Поэтому между безграничным порядком Абсолюта и, задаваемого Ничто, абсолютным беспорядком (хаосом) устанавливается не имеющее границ *неравновесное* состояние. При этом информация Абсолюта вводит в нем идеальное ограничение, запрещающему любые его движения и тем самым создающая для него идеальный покой. Кроме того, особенностью Абсолюта являлось то, что он, содержа в себе информацию о возможных материальных мирах, представляет гигантский идеальный *источник* информации, а особенностью Ничто то, что он, образуя идеальный *приемник* информации, имеет возможность принять в неограниченном количестве информацию от Абсолюта. Отсутствие информации в абсолютном Ничто разрешает со всеми мыслимыми скоростями все возможные движения в нем, количество которых, в силу их абсолютной симметрии, будет равно *нулю*. При этом отсутствие каких-либо объектов движения приведет к движению движений, представляющих собой с учетом их нулевого количества на самом деле не сами движения, а их *возможности*. Поэтому Ничто обладает *бесконечной* неопределенностью в своих движениях, а значит и *бесконечной* энтропией. Обратим внимание на то, что Ничто входит наравне с информацией в Абсолют, как пустое множество входит в любое другое множество в качестве его равноправного элемента. По этой причине нельзя провести равенство между Информацией и Абсолютом, так как Абсолют образует простейшую Неравновесную Систему без

связей и соответственно структуры, которую, собственно, в обычном понимании и системой назвать нельзя, состоящую из Информации и Ничто.

Можно допустить, что в начале существования материальной природы идеальный неподвижный источник информации – Абсолют был приведен в движение ее идеальным приемником Ничто, в котором до такого движения отсутствовало какая-либо информация. В силу отсутствия информации Ничто представляло собой абсолютный хаос, каждое возможное движение которого способно было поглотить неограниченное количество информации, содержащееся в Абсолюте. При таком объединении произошел непредставимый в обычных понятиях *Большой Взрыв*, в результате которого абсолютный хаос Ничто соединился с абсолютным порядком (информацией) Абсолюта и на этой основе образовалась *первая* материальная (реальная) система в виде бесчисленного количества хаотически движущихся первичных элементов реального мира – *монад*. Монады – это находящиеся в непрерывном движении гипотетические неделимые первичные *материальные* элементы - атомы природы, каждый из которых содержал всю информацию Абсолюта. В них структура, была представлена одной связью, отображающей одно всеобъемлющее ограничение Абсолюта, которую можно рассматривать как структуру монады. Впервые монады в качестве первичных атомов мира предложил Лейбниц. Но не только Лейбниц вводил первичные элементы мира, подобные элементы, предполагал и Ньютон, утверждая, что реальный мир состоит из «твердых, весомых, непроницаемых, подвижных частиц». Эти частицы «настолько тверды, что они никогда не изнашиваются и не разбиваются вдребезги». Это говорит о том, что идея первичных элементов мира (атомов) имеет под собой серьезную основу, раз к ней пришли практически одновременно такие ученые, как Лейбниц и Ньютон. Хотя, правда, физики таких частиц, пока что, не выявили но, несмотря на это, их все же можно рассматривать как гипотетические элементы, с которых произошло построение современного мира. Если первичный хаос монад появился в

результате влияния хаоса возможных движений Ничто, то появление порядка в этом хаосе и создание на его основе сложных объектов материального мира обеспечивала информация Абсолюта. Отсюда следует, что бесконечное разнообразие окружающего мира определило в нем Ничто, а его непрерывное совершенствование и развитие – Абсолют.

Особенностью Абсолюта является наличие в нем бесконечного объема знаний о создаваемых им материальных мирах, что, казалось бы, позволяло ему знать все, как об их прошлом, так и об их будущем. Однако это не совсем так. Да, он обладает бесконечным количеством знаний (информации) о создаваемых им мирах, знает все возможные направления того или иного процесса и может проследить его до бесконечности, но не может предсказать именно в какую сторону он пойдет в тот или иной момент времени. Эту неопределенность процесса задает Ничто, с которым соединился в момент взрыва Абсолют, и именно эта неопределенность, оцениваемая энтропией, не дает возможности Абсолюту с абсолютной точностью предсказать ход процесса, хотя в отношении прошлого Абсолют владеет абсолютной истиной, так как там (в прошлом) существовавшая неопределенность преобразовалась в определенность, представляемой информацией. Поэтому в природе и существует то, что для человека называется свободой воли или выбора. Хотя вектор развития природы и существует - от простого к сложному, однако предсказать его путь в мельчайших деталях, не дано никому, даже сотворившему природу Абсолюту, и мешает этому Ничто. Так что Лаплас, утверждающий о наличии в природе только субъективных вероятностей, которые существуют только вследствие незнания кем-то реальной обстановки не имел под собой реальных оснований. В основе природы лежат объективные вероятности, и поэтому возможность полного предсказания событий в природе не может реально осуществиться, хотя объективные вероятности не отрицают субъективных, которые также имеют место. Более того, они играют важнейшую роль в теории информации, образуя субъективный мир приемника по отношению к источнику

информации, который в отличие от приемника обладает объективными вероятностями. Поэтому-то и рассматриваются два вида энтропии – энтропия источника и энтропия приемника, причем энтропия приемника будет выше энтропии источника, поиск приближенного значения которой является часто практической задачей, решаемой на основе статистических испытаний. Очевидно, что истинное значение энтропии источника информации найти практически невозможно, так как любая статистика дает лишь приближенные значения распределения вероятностей по отношению к истинному.

И все же есть ли в окружающем мире объекты, которые бы претендовали на звание первичных элементов мира – монад? По мнению автора, такими гипотетическими элементами могли бы быть фотоны, возникающие в процессе электромагнитного излучения. Действительно, окружающий мир буквально забит этими элементами, которые, проникая через различные препятствия, заполняют собой видимый космос. Известно, что некоторые элементарные частицы при столкновениях рожают фотоны, а также при столкновениях фотонов возникают частицы. Кроме того, фотоны обладают уникальными свойствами, которыми не обладают никакие другие частицы реального мира, – это абсолютная скорость их движения, которая не достижима для реальных объектов и отсутствие в них массы покоя. В пользу того, что фотоны являются первичными элементами мира, говорит также и то, что они являются наиболее древними объектам космоса. Об этом, например, свидетельствует не так давно обнаруженное реликтовое излучение, возникшее в период Большого Взрыва. Поэтому следует предположить, что в начальный момент мир состоял из невообразимого хаоса излучений всевозможных частот и интенсивности, а далее в результате столкновений фотонов начали появляться первичные элементы реального мира, которые затем начали эволюционировать, создавая этот мир. Так это или не так, покажет только будущее, но то, что фотоны есть уникальные частицы реального мира – это несомненный факт. Ответ же на вопрос, несут ли фотоны в

себе информацию о нашем мире, может быть в настоящее время лишь гипотетическим.

Первичный материальный хаос движущихся монад отличался от абсолютного хаоса Нуля тем, что в нем в результате действия информации Абсолюта появились ограничения на скорости и направления составляющих его движений. Это привело к тому, что каждая монада приобрела определенную скорость и определенное направление движения, и значит, стала обладать информацией. Но так как предсказать заранее поведение монад невозможно в принципе, то такое движение следует назвать *свободным*, а соответствующую ему информацию - *свободной*. Далее в этом невообразимом хаосе движущихся монад появились флуктуации, сформировались источники и приемники информации и началась передача свободной информации. В результате появились структуры с более чем одной связью и в них началось накопление уже *структурной* информации. В результате этого стали образовываться поглощавшие невообразимый хаос первичные материальные системы, которые образовывали и пространство, так как его требовали появившиеся структуры реального мира. Между образовавшимися системами началась дальнейшая передача свободной информации и соответственно образование новых более сложных систем. В результате пошел процесс *самоорганизации* материальных систем с поглощением свободного движения, который идет до настоящего времени.

И все же наличие только флуктуаций в первичном хаосе материальной природы полностью не объясняет процесс появления все более сложных материальных систем. Этот процесс можно *гипотетически* объяснить как результат направленного движения всей массы монад к идеальному источнику информации в природе – Абсолюту, происходившего по аналогии с движением массы горячих газов в двигателях внутреннего сгорания или пара в паровой машине, устремляющихся к холодильнику. Роль холодильника в данном случае выполняет неподвижный Абсолют, представляющий идеально упорядоченную структуру в виде одного неделимого ограничения, а горячего

газа – первичный материальный хаос. В результате образовался невообразимо гигантский первичный тепловой двигатель, состоящий из сверхгорячего первичного хаоса и холодильника - Абсолюта, в котором разность температур в начальный момент времени, после образования реального мира практически не имела границ. Именно этот двигатель в процессе своей работы создал современные системы и пространство и творит его до сих пор, так как оно, по имеющимся научным данным, продолжает расширяться. С другой стороны любая система реального мира состоит из монад, определенным образом организованных. Поэтому в случае полного распада реальной системы ее масса не исчезает, как, иногда, утверждается, а лишь преобразуется в хаотическое или свободное движение монад. Это движение как раз и определяет энергию, которая определяется знаменитой формулой Эйнштейна, связывающей энергию с массой тела и квадратом скорости движения фотонов в вакууме. Однако при таком преобразовании исчезает структурная информация тела, а значит и само тело, и взамен этой информации появляется свободная информация хаотически движущихся монад.

Очевидно, что количество появившейся во время Большого Взрыва информации первосущности и абсолютного движения Ничто в природе с тех пор не изменилось, зато непрерывно изменялось в силу работы абсолютного теплового двигателя распределение ограничений в природе таким образом, что в ней увеличивался порядок и соответственно уменьшался хаос. Причем информация в данном случае представляется уже в виде ограничений, задачей которых являлось формирование конкретных скоростей движений материальных систем и их направлений, в результате чего были получены *упорядоченные* движения, передающие возможным приемникам *апостериорную* информацию, которая в них преобразуется уже в *априорную* информацию. В процессе развития природы эта информация накапливалась в приемниках и оседала непосредственно в их структурах. С ней передавались и исходные движения. Именно по этой причине разрушение любой природной структуры приводит к

выделению хаотического движения, проявляющегося, в частности, в виде теплового движения. Исходя из вышесказанного, следует сделать вполне определенный вывод, что именно информация создала совместно с Ничто, материю и тем самым окружающий мир и продолжает далее его формировать, строя на основе существующих систем новые системы со все более высокой их организацией.

1.3.2. Информация и Силы

Информация имеет самое непосредственное отношение к такому распространенному феномену окружающей природы как *силы*, которые чрезвычайно распространены в реальной природе. Об этом говорит и множество словосочетаний, куда входит слово сила, как, например, сила разума, сила вдохновения, сила закона и многие другие. Среди физических сил особенно выделяют такие силы, как сила притяжения, сила сопротивления, например, воздуху летящего самолета, сила натяжения. Сила является основополагающим фактором существования реального мира. И действительно, для выполнения законов, даже в обществе, не говоря уж о физике, должна применяться сила. Так, нарушение ограничения, состоящего в прямолинейном и равномерном движении, приводит к возникновению силы, противодействующей этому нарушению – силы инерции. Понятие силы применимо и для идеального мира. Силой обладает Абсолют, причем наивысшей, так как он по своей идеальной сущности абсолютно неподвижен, а значит, в нем запрещены все возможные движения и этим он отличается от монад, где одна возможность движения все же остается разрешенной на фоне бесконечного числа запрещенных остальных. Именно по этой причине монады являются первыми *материальными* объектами природы. Они же, составляя основу всех существовавших и ныне существующих материальных объектов, приводят к тому, что реальный мир материален.

Особенностью проявляющихся на практике сил, с которыми часто встречается человек, является то, что они возникают при непосредственном взаимодействии (контакте) двух движущихся физических тел. Физики понятие силы на

качественном уровне обсуждают редко, говоря, например, о том, что существует некий «математический объект, который будем называть силовой стрелкой». При этом утверждается что «в отсутствие сил тело остается в покое или равномерно движется». Далее говорится, что сила появляется «как только тело изменяет характер своего движения» [15,с.33]. Мы не будем здесь обсуждать задачи происхождения и действия сил с точки зрения физики, так как это ее задача, однако остановимся на связи информации и сил, утверждая, что именно информация, воздействуя на движение, порождает силы. Для доказательства этого утверждения будем исходить из того, что абсолютный хаос Ничто, не обладает силой, так как в нем отсутствует какая-либо сущность, а без нее появление силы невозможно. Но, допустим, что вот это Ничто во время первичного взрыва объединилось с информацией Абсолюта, и, как результат, возникли гипотетические по Лейбницу первичные атомы (элементы) реального мира – *монады*, обладающие первичной массой. Каждая из них движется равномерно и прямолинейно с *одной* определенной скоростью и только в *одном* из бесчисленного числа возможных направлений возможного движения движений, которые потенциально содержит Ничто. Все остальные возможные направления и скорости движения Ничто оказались запрещенными, так как при их наличии необходимо было бы реализовывать каждое движение в нескольких направлениях и с разными скоростями одновременно, а это, пока что, если исходить из известных и строго обоснованных законов материального мира, запрещено. Но чтобы запретить все остальные направления и значения скоростей движения, кроме выбранного направления и значения скорости, необходимо наличие некоего запрещающего (ограничивающего) фактора, который трудно не назвать *силой*, потому что из практики хорошо известно, чтобы изменить скорость или направление движущегося тела, надо приложить к нему силу. Делаем вывод, что *сила - это фактор, ограничивающий движение*, породивший также и *массу*, так как она, при одном и том же изменении скорости движения (ускорении), пропорциональна силе, а значит и материю, так

как основной фактор проявления материи – это масса. Уже монады обладали массой, появившейся как результат ограничения с помощью силы скоростей и направлений возможных движений Ничто до конкретных значений. Но так как фактором, который выбирает из ряда движений монады одну возможность, является *информация* Абсолюта, то, значит, сила, ограничивающая скорость и создающая направление движения монады, есть результат его действия и находится она непосредственно в единственной связи монады. Однако существует она в равномерно и прямолинейно движущейся монаде в виде *пассивной* силы движения, которая внешне до контактного взаимодействия с другой движущейся монадой никак себя не проявляет. В момент же соприкосновения двух движущихся с разными скоростями монад их пассивные силы движения преобразуются в две равные и противоположно направленные *активные* силы, которые как раз внешне и проявляются, образуя связи между монадами, которые после выравнивания скоростей монад исчезают. Равенство и противоположное направление этих сил вытекает из свойства идеального мира, в котором все направления возможных движений Ничто абсолютно симметричны, как симметрична порождающая силу и стянутая в одну точку информация Абсолюта. В результате контакта происходит объединение монад в одну систему - объект, по аналогии с тем, как это происходит в обычных условиях при контактном взаимодействии любых систем окружающей природы, например, при объединении в одну систему во время столкновения (контактного взаимодействия) автомобиля и стоящего на его пути дерева. В данном примере контактное взаимодействие говорит об образовании нового *физического* объекта. Однако объединиться в один объект могут две системы и без непосредственного физического контакта, используя только *информационное* взаимодействие, как, например, два самолета - бензозаправщик и заправляемый им самолет, или летящие в одном строю на параде самолеты. Данная система - объект, использующая только информационное взаимодействие без физического контакта, будет являться системой *кибернетической*, хотя и там

существуют, и активные, и пассивные силы, только пренебрежимо малые. Так как активные силы появляются только при *контактном* взаимодействии двух систем, то говорят, что силы в реальной природе возникают и исчезают, хотя на самом деле они существуют в ней постоянно, или в форме *пассивных*, или в форме *активных* сил движения. Переходят они из пассивной формы в активную форму, и обратно, в одном и том же количестве. При этом во время действия активных сил обязательно изменяется, или скорость, или направление взаимодействующих тел, или то и другое вместе. Поэтому-то активные силы в отличие от пассивных и рассматриваются как реальные силы. Обнаружить же пассивные силы в равномерно и прямолинейно движущихся системах невозможно в принципе, хотя они постоянно и существуют в них, и только при столкновениях они обнаруживаются в виде активных сил.

Однако, кроме пассивных и активных сил движения, которые присущи всем движущимся системам реальной природы без исключения, в отдельных системах, находящихся в состоянии относительного покоя, если перейти на язык физики, содержатся также и *консервативные* силы, которые по своей природе изначально являются не силами движения, а силами покоя. Их можно назвать еще силами сопротивления, так как от них зависит прочность структур отдельных объектов. Они появились как следствие образования материальных структур в природе и содержатся в их *связях*, и чем больше их будет там, тем прочнее будут связи. Например, ось, на которой насажены два колеса, представляя связь, удерживает эти колеса от произвольного движения в разных плоскостях, оставляя только плоскость, в которой они движутся параллельно или близко к этому виду движения. Очевидно, что консервативной силой в монаде будет сила Абсолюта, то есть монада обладает наибольшей возможной консервативной силой и соответственно наибольшей прочностью. Консервативные силы, содержащиеся в монаде, чрезвычайно большие, так как они должны были запретить бесконечное число движений, кроме одного движения, создав при этом структуру, состоящую из одной единственной связи.

По этой причине эта связь обладает колоссальной прочностью и ее невозможно разорвать силами всего реального мира, так как для этого потребуется вся мощь Абсолюта, которой он не располагает. Очень мощные связи содержатся и в первых материальных образованиях, состоящих непосредственно из монад, так как они поглощают своими связями основное количество первичного хаоса, однако возможность их разрыва все же существует, хотя для этого потребуются чрезвычайно большие, но все же реальные силы. Однако информационно эти системы насыщены относительно слабо, так как ограничения и соответственно законы первоначального мира относительно просты. Дальнейшие системы, полученные в результате развития реального мира из монад, менее прочны, из них наименее прочными связями будут обладать системы биологические и затем социальные, которые поглощают минимальное количество первичного хаоса. Поэтому для разрыва их связей, а значит и разрушения систем, требуются минимальные силы. Зато их связи содержат наибольшее для известных реальных систем количество ограничений, что приводит к огромной информационной емкости их структур и соответственно большой сложности. Остальные материальные системы содержат структуры, определенным образом иерархически организованные, каждый более низкий уровень иерархии которых по сравнению с предшествующим содержит менее прочные связи, но обладает большим количеством информации и соответственно меньшей консервативной силой, удерживающей систему от свободного, то есть хаотического движения. Однако и такие относительно слабые связи содержат в себе силы, которые стабилизируют состояние систем и позволяют им существовать в реальном мире. Эти силы, как и первичные консервативные силы, создавшие монады, возникают в процессе ограничения свободы движения реальных систем, и в дальнейшем они остаются в их связях в скрытом виде, создавая при этом для этих систем состояние относительного покоя. Эти же консервативные силы выступают и в роли *пассивных* сил движения, величина которых, как указывалось выше, определяется относительной скоростью двух объектов и

поэтому они могут в отличие от консервативных сил изменяться от нуля, когда скорости движущихся объектов одинаковы, и до максимальной величины, равной консервативной силе неподвижного объекта.

Проявляют себя консервативные силы также в виде активных сил движения тогда, когда на связи реальных систем действуют с определенной силой и скоростью другие материальные образования, пытающиеся разорвать эти связи. В данном случае консервативные силы, после преобразования их в активные силы движения, выступают в роли сил, противодействующих разрыву связей, и, соответственно, пытаются сохранить состояние относительного покоя. При достижении активными внешними силами движения определенного уровня, превышающего уровень консервативных сил, связи материальных объектов разрываются. Тогда с них выходит поглощенное ими ранее свободное движение, и, например, температура взаимодействующих объектов поднимается, как это происходит с обрабатываемой деталью и резцом на токарном станке.

Консервативные силы следует условно разделить на консервативные силы *первого* и *второго* рода. Силы первого рода имеют задачу поддержки целостности объекта, путем противодействия внутренним и внешним активным силам движения, пытающимся разорвать его связи, так как их разрыв привел бы к появлению свободного движения в объекте, приводящему к хаотическому движению отдельных его частей и соответственно к нарушению его целостности. Консервативные силы второго рода, как и консервативные силы первого рода, находясь в объектах до определенного времени, ничем себя не проявляют. Их особенностью является то, что при некоторых условиях они могут аккумулироваться в связях материальных систем дополнительно к консервативным силам первого рода, и сохраняться там неопределенно долго. При этом они представляют в дальнейшем источники пассивных и активных сил движения. Например, в качестве такого источника консервативных сил второго рода может выступать сжатая пружина или

заряженный обычный автомобильный аккумулятор. Также движущееся вверх тело накапливает под влиянием противодействующей этому движению силы притяжения к земле консервативную силу второго рода, преобразуя ее затем при падении на землю сначала в пассивную, а затем активную силу движения. Консервативная сила могла бы сохраниться на неопределенный срок в этом теле в случае, если бы оно было заброшено на вершину горы и осталось там. При определенных условиях это тело могло бы скатиться вниз и вернуть аккумулярованную в нем консервативную силу второго рода в виде сначала пассивной, а затем при столкновении с землей активной силы движения. Также различные строения, горы и другие объекты, находящиеся на поверхности земли, содержат в себе консервативные силы, которые, освобождаясь по каким-либо причинам, например, во время землетрясений, приводят к значительным разрушениям и урону. Следует отметить, что консервативные силы, как первого, так и второго рода, – это вполне осязаемые силы, с которыми мы каждый день сталкиваемся на практике, например, заводя механические часы.

Таким образом, силы природы создали то, что обычно называется материей, так как *материя – это информация в движении, которая порождает силу*. Отсюда все, что движется, обладает силой движения – активной или пассивной, и соответственно *материально* и *временно*, а все, что абсолютно неподвижно, обладает только *консервативной* силой, и соответственно *идеально* и *вечно*. В этом, с точки зрения теории информации, состоит принципиальная разница между материальными и идеальными объектами природы. Протяженность материальных объектов и отсутствие таковой у идеальных объектов – это уже их вторичный показатель. Так как окружающая природа находится в непрерывном движении, то в силу этого она материальна и порождает силы движения – пассивные и активные. Вследствие того, что информация в материальном мире проявляется в виде ограничений, то и все законы, так или иначе представляющие ограничения, порождаются силой движения, которая в идеальном мире отсутствует. Однако в идеальном мире

присутствуют не требующие сил движения информация о реальных объектах, которая отражает реальный мир.

1.3.3. Информация и Работа

Основой существования и развития реального мира является *работа*, но вопрос, что такое работа, остается до сегодняшнего дня окончательно не выясненным, хотя физики говорят, что работа – это произведение действующей на тело силы на пройденное им под ее воздействием расстояние. Однако здесь необходимы существенные уточнения, так как во время работы возникает не одна сила, а две равные и противоположно направленные друг к другу силы, которые появляются одновременно в двух встретившихся во время контактного взаимодействия телах. При этом скорости их движения в процессе работы выравниваются, и они на какое-то время преобразуются в одно новое тело. Так, например, забивая гвоздь в стену, мы превращаем его совместно со стеной в целостный объект, но уже более сложный, чем каждый из исходных объектов. Однако с точки зрения структурной теории информации любая работа должна рассматриваться как процесс передачи информации от одного взаимодействующего объекта к другому, так как именно информация, проявляя себя в виде силы, определяет направление и скорость движения этих объектов. Для получения направленного движения информация должна с помощью *ограничений* запретить все другие возможные направления движения, а для этого необходимы соответствующие *силы* и они возникают под воздействием передаваемой от объектов информации. Поэтому *передача информации*, как в физических, так и в кибернетических системах, – это и есть *работа*. Здесь следует остановиться на том, что по своей природе информация неподвижна, как и содержащий ее Абсолют, и поэтому она, хотя и является причиной направленного реального движения материальных объектов, может выступать только в роли их *неподвижного* Двигателя. Это подтверждает мысль Аристотеля о существовании первичного Двигателя, в нашем понимании

Абсолюта, который сам является абсолютно неподвижным, но приводящим в движение все сущее.

Работа посредством передачи информации меняет структуру взаимодействующих объектов и соответственно форму, в чем, собственно, и состоит ее основное назначение. Отсюда вывод, что величина работы напрямую связана с величиной, переданной в ее процессе информации. При этом, во время механической работы, каждое из участвующих в механической работе тел должно находиться в контактном взаимодействии с другим телом, обладая одновременно свойствами источника и приемника информации. В то же время в кибернетических системах при выполнении работы достаточно четко выделяется источник и приемник информации, которые связывает через канал связи движущаяся информация. Соответственно в физических системах происходит обмен информацией между участвующими в работе телами, а в кибернетических системах передается информация о состояниях, в которых находится источник информации. При отсутствии передачи информации во время движения двух тел, какие бы величины скоростей эти движения не принимали, количество выполняемой ими работы будет равно нулю, но и при наличии информации и отсутствии при этом движения работа также не может быть выполнена. Поэтому в находящейся в покое или равномерно движущейся системе из двух тел, где отсутствует разница скоростей и соответственно передача информации между ними, работа не выполняется, хотя эти тела и могут находиться в достаточно тесном соприкосновении. При этом с такой системой не происходит никаких изменений, что не скажешь о других системах, в которых составляющие их тела вступают в соприкосновение между собой с разными скоростями, что приводит к тому, что в них возникают силы, приводящие к выполнению работы. Это приводит к процессу, изменяющему их структуры и соответственно формы под воздействием возникающих в это время сил, путем разрыва старых и формирования новых связей. Так, скульптор, обрабатывая каменную глыбу и отсекая от нее отдельные части, формирует требуемый образ. То же происходит и при

обработке детали на токарном станке. Такие изменения структур тел говорят об устранении старых и появлении в них новых ограничений на свободу движения их элементов. Так как информация, которая передается объектам во время работы, является *апостериорной*, а после передачи становится *априорной*, то можно сказать, что *работа – это процесс, изменяющий путем перехода апостериорной информации в априорную информацию структур и форм объектов окружающего мира*. Или, если сказать проще, *работа – это процесс передачи информации*.

Работа всегда сопровождается наличием сил, возникающих как результат взаимодействия движущихся тел. Они направлены, или на разрушение старых связей, существующих во взаимодействующих телах и установление новых. При разрыве связей в процессе работы в силу появления свободного движения образуется свободная информация, а при формировании связей взамен свободной информации, ровно в таком же количестве, насколько она уменьшилась, появляется структурная информация. Так, в рассматриваемом ранее примере, два отдельных колеса, не связанные между собой физической связью, имеют свободу движения в разные стороны и соответственно характеризуются исходной свободной информацией. Однако после того, как они будут посажены на одну общую ось, в данной системе возникает связь между колесами и соответствующая ей связанная информация. Это приводит к уменьшению величины свободной информации в системе ровно на величину появившейся в ней связанной информации. Если же ось, связывающую два колеса, убрать, то колеса снова станут двигаться хаотически по свободной траектории. При этом количество свободной информации возрастет до прежней величины, а величина связанной информации в данной системе упадет до нуля. Этот общий принцип, состоящий в требовании равенства исходной свободной информации *сумме* появившейся в системе вследствие введения в нее ограничений структурной информации, и остающейся свободной информации, является проявлением правила *сохранения* информации. Оно состоит в том, что *суммарное*

количество свободной и структурной информации в любой системе природы при ее любых преобразованиях остается постоянной. Оно относится, как ко всей природе в целом, так и к составляющим ее системам, ибо сама природа – это большая система, состоящая из множества входящих в нее систем, которые в свою очередь в качестве элементов содержат составляющие их системы, и так идет по ниспадающей до монад – систем, представленных одной связью.

При появлении во время работы *внешних* разрушающих связи сил движения им противодействуют равные по величине силы движения, полученные из консервативных сил, содержащихся в связях взаимодействующих систем. При определенной величине внешние силы все же разрывают связи в системе, что приводит к выбросу свободного движения и, например, нагреванию детали на токарном станке. В соответствии с разрывами старых и формированием новых связей имеются и два вида работ – *отрицательная* и *положительная* работа. Первая из этих работ появляется тогда, когда разрываются старые связи и выделяется сохраняемое в связях свободное движение, а вторая, когда создаются новые связи и свободное движение консервируется в связях. Казалось бы, что отрицательная работа – это вредная работа, которая приводит к разрушению вступивших в контактное (физическое) взаимодействие систем, что подтверждает и практика. Например, шины автомобиля, со временем изнашиваются, да и сам автомобиль рано или поздно приходит в негодность, человек в процессе работы стареет и умирает, тупится инструмент, обрабатывающий деталь на станке. В то же время положительная работа полезна – двигается автомобиль в нужном направлении, поднимаются, преодолевая силы трения, вверх грузы, например, при строительстве дома и так далее. Однако на самом деле без отрицательной работы не могла бы быть выполнена и положительная работа. Если бы у автомобиля не снашивались шины, то он бы не смог сдвинуться с места, так как сцепления с поверхностью дороги не было бы. Если бы резец на токарном станке не снашивался, то он бы не смог

обрабатывать деталь, а лишь скользил бы по ней. Если бы детали поднимавшей тяжести лебедки не вступали бы между собой в контакт, то она бы не смогла поднять вверх груз. Также маятник в часах вследствие отсутствия сцепления между деталями передачи двигался бы безостановочно, однако без всяких последствий для стрелок, которые оставались бы неподвижными, да и забиваемый в стену гвоздь при отсутствии разрушения и, соответственно, сцепления, не смог бы в ней удержаться. Собственно и время бы остановилось, так как без отрицательной работы в природе не происходило бы никаких изменений, а изменения как раз и являются признаками наличия времени. Все это значит, что положительную работу, то и работой назвать нельзя, в отличие от отрицательной работы, которая проявляет себя, как работа, в полной мере потому, что при ее выполнении наблюдаются изменения в природе.

Если бы у вступавших в непосредственный контакт систем, не имелось разрывов связей, то между ними наблюдались бы лишь упругие столкновения, которые не позволили бы им объединяться в новые системы, и в результате они сохранили бы себя в целостности и сохранности. Но если отсутствует объединение систем, то и передачи информации в них не будет, а значит, будут отсутствовать изменения в их структурах и формах. Поэтому, например, после столкновения двух движущихся автомобилей у них в таком случае нельзя было бы обнаружить даже малейших повреждений. Из сказанного следует, что отрицательная работа является необходимой работой, без которой положительная работа теряет всякий смысл. В то же время отрицательная работа без положительной работы вполне была бы допустима, так как в ее процессе происходили бы изменения в структурах и формах взаимодействующих систем, а это и есть основное условие работы. Поэтому отрицательная работа, изменяя формы и структуры объектов реального мира, подготавливает тем самым почву для положительной работы, благодаря которой происходит прогресс в окружающем мире.

При передаче информации в кибернетических системах также должна выполняться, как отрицательная, так и положительная работа, хотя там наблюдаются только информационные взаимодействия источника и приемника информации без ощутимого физического контакта, который на самом деле всегда присутствует, возможно, и в неявной форме. Отрицательная работа будет сопровождаться разрывом связей структуры памяти приемника, хранящего априорную информацию, а положительная созданием в ней новых связей.

Выводы по теме 1.3

Основой материального мира является гипотетический *идеальный* мир, состоящий из Абсолюта и Ничто, совместно образующих гигантскую *неравновесную* систему, в которой содержащий информацию Абсолют образует абсолютное ограничение, запрещающее любые движения в нем, а Ничто – свободное движение, в котором отсутствуют какие-либо ограничения, соответственно обладающие безграничной энтропией. В силу гигантского неравновесия гипотетическое объединение Абсолюта и Ничто должно было привести к Большому Взрыву и образованию первичной материи, состоящей из неделимых и невообразимо прочных первичных гипотетических элементов материи – *монад*. Именно монады предположительно составляют основу существующей материи, которая была получена в процессе ее эволюции, начиная от первичного ее состояния в виде хаоса монад и до настоящего состояния, в виде высокоорганизованной сознающей себя материи. Каждая из монад содержит в себе всю информацию Абсолюта и поэтому обладает структурой, состоящей из одной сверхпрочной связи.

Вместе с первыми монадами в природе появились силы, которые до этого в пассивном состоянии хранились в Абсолюте. Они широко распространены в природе и существуют в ней в виде консервативных сил и сил движения и способны переходить из одной формы в другую. Консервативные силы решают задачу противодействия изменениям в направлениях и скоростях движений объектов материального мира, тем самым ограничивая их движения.

Поэтому *сила – это фактор, ограничивающий движение*. Для активных сил движения характерным свойством является то, что они формируются консервативными силами, содержащимися в связях систем, в момент *контактного* взаимодействия *двух* движущихся систем. Они равны по величине и противоположно направлены. В результате противодействия изменению движения консервативные силы не дают возможности внешним возмущающим факторам разрушать связи в системах, создавая для них достаточно стабильные условия существования, и тем самым определяют их прочность. Консервативные силы и соответственно прочность их связей имеют для различных систем природы разную величину - самыми большими будут консервативные силы, содержащиеся в монадах, и соответственно их прочность будет также наибольшая, а далее, в следующих поколениях систем консервативные силы и соответственно прочность связей уменьшаются. Самыми слабыми связями обладают биологические и социальные системы, как появившиеся последними на сегодняшний день в эволюционной цепочке систем природы. После того, когда во время контактного взаимодействия скорости движущихся систем выравниваются, их активные силы снова преобразуются в консервативные силы, формируя, при этом, новые связи между взаимодействующими системами. Однако эти связи образуются за счет разрыва части старых связей, так как в процессе взаимодействия некоторые связи не выдерживают нагрузки и разрушаются.

Очевидно, что при создании новых связей меняется структура и формы взаимодействующих систем и создается новая система с новой структурой и новой формой, что обычно представляется как результат *работы* систем. Так как работа возможна только при обмене апостериорной информацией между взаимодействующими системами, то можно утверждать, что *работа – это процесс, изменяющий под воздействием апостериорной информации структуры и формы объектов окружающего мира*. Соответственно изменяется в них и априорная информация. В соответствие с разрывом и формированием новых связей имеются два вида

работ – *отрицательная* работа, соответствующая разрушению структур, участвующих в работе систем, и *положительная*, создающая на их базе структуру новой системы. При этом положительная работа не может существовать без отрицательной работы, а вот отрицательная может. Поэтому только отрицательная работа является работой по существу, хотя и в разрушительном смысле, а в созидательном она состоит из отрицательной и положительной работы одновременно. Сначала происходит разрушение части связей, участвующих в работе двух систем, а затем с их помощью создаются новые связи, создающие совместно со старыми оставшимися связями структуру новой системы. Данный процесс формирования новых систем на базе старых происходит, как при контактном (физическом) взаимодействии систем, так и при информационном, с тем отличием, что при информационном взаимодействии изменение связей происходит в основном в структуре приемника.

Выделение свободного движения из взаимодействующих систем в процессе работы, например, в виде теплового движения, сопровождается устранением ровно такого же количества структурной информации из них. В то же время на создание новых связей между взаимодействующими объектами потребляется свободная информация, создающая тем самым новые более организованные системы природы, в чем и состоит суть любой работы. Без такой работы, а значит и передачи информации от одних систем природы к другим, эволюция и самоорганизация в природе была бы невозможной. При этом во время работы соблюдается правило сохранения информации, которое в данном случае имеет следующий вид: ***суммарное количество свободной и структурной информации в любой системе природы во время ее работы остается постоянным.*** Это правило является универсальным, независимо от уровня системы в иерархии систем, и основой для других правил сохранения.

ТЕМА 1.4 ИНФОРМАЦИОННО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СИСТЕМАХ

1.4.1. Информация и Энергия

Однако работа не является полностью самостоятельным понятием, так как в процессе его анализа физики пришли к более глубокому понятию, чем работа, – *энергии*. Вопрос о том, что такое энергия, уже не одно столетие остается без окончательного ответа, хотя это слово является достаточно часто употребляемым не только в специальной, а и в обычной литературе. Наиболее часто встречается ответ, что *энергия - это потенциальная работа* [10,с.20] или, что *энергия – это мера движения* [10,с.5]. Однако эти определения не в полной мере отражают сущность энергии и поэтому продолжают попытки поиска более адекватного определения энергии. При этом общее понятие энергии подразделяют на два ее вида - *потенциальную* и *кинетическую* энергию, первую из которых можно было бы назвать еще энергией *покоя*, а вторую – энергией *движения*. Например, энергия заряженного аккумулятора – это потенциальная энергия, а энергия движущегося по дороге автомобиля или летящего самолета - это кинетическая энергия. Разница между этими двумя видами энергии состоит в том, что кинетическая энергия способна при контактном взаимодействии породить силы в *активной* форме, а потенциальная энергия не обладает такой способностью и поэтому не может самостоятельно без преобразования в кинетическую энергию выполнять работу. Общим же для обоих видов энергии является то, что в них содержатся скрытые (пассивные) силы, которые до контактного взаимодействия не проявляют себя в реальности. Так, скрытая сила кинетической энергии равномерно и прямолинейно движущегося парохода не замечается его пассажирами, как и консервативная сила потенциальной энергии угля, до попадания его в топку парохода, и только работа позволяет вскрыть эти силы. Однако скрытая или пассивная сила кинетической энергии системы во время

взаимодействия с другой системой может преобразовываться в активную силу, выполняющую работу, а сила потенциальной энергии без ее преобразования в пассивную силу кинетической энергии выполнять работу не может. Но так как потенциальная энергия напрямую не способна преобразовываться в работу, то предложенное выше определение, что энергия – это способность выполнять работу, отражает ее сущность не в полной мере и поэтому следует расширить определение энергии так, чтобы в него входила и потенциальная энергия.

Потенциальную энергию в соответствии с порождающими ею консервативными силами следует подразделить на энергию – *первого* и *второго* рода. Энергия первого рода (внутренняя энергия) хранится в связях систем, находящихся в *равновесном* состоянии, в виде законсервированного хаотического движения первичного взрыва, присущего еще монадам, и выделяется в окружающую среду при их разрыве, например, при сгорании угля. В отличие от этой энергии потенциальная энергия второго рода создается между *двумя* объектами (элементами) системы, находящейся в *неравновесном* состоянии. Такую неравновесную систему, хранящую потенциальную энергию второго рода, например, образуют грозовые тучи или два полюса заряженного аккумулятора. Также сжатая пружина, представляя неравновесную систему, хранит потенциальную энергию второго рода. Однако между этими двумя видами потенциальной энергии нет принципиального различия, так как после выполнения работы система с неравновесным состоянием (неравновесная система) переходит в равновесное состояние. Обратно, система, находящаяся в равновесном состоянии, за счет свободного движения, хранящегося в ее связях, может перейти в неравновесное состояние, как это происходит, например, при взрыве химического или атомного заряда. Однако, все же, выполнять работу может только та система, которая находится в неравновесном состоянии, то есть система, содержащая потенциальную энергию второго рода, и то только после ее перехода в форму кинетической энергии, содержащую пассивную силу движения. Другими

словами, существуют три основные формы энергии – потенциальные первого и второго рода и одна кинетическая, которые могут взаимно переходить друг в друга, и только одна из них, кинетическая, может самостоятельно без дополнительных преобразований выполнять работу. Причем потенциальная энергия первого рода присуща только равновесным системам, к которым относятся любые самостоятельные объекты материальной природы. Она может выделяться во внешнюю среду из этих объектов в процессе их разрушения. Отсюда следует, что любая материальная система в скрытом виде содержит в себе энергию, а значит, обладает способностью за счет своего разрушения производить работу.

Кинетическая и потенциальная энергия второго рода, не может появиться в *отдельно* взятом объекте. Для ее появления требуется *два* объекта, образующих информационную систему. Так, потенциальная энергия второго рода содержится в обычном аккумуляторе, имеющем два полюса, один из которых, откуда в рабочем состоянии движутся электроны, можно назвать источником информации, а второй, куда приходят электроны, – приемником информации. Наличие двух объектов, образующих неравновесную систему, является необходимым и достаточным условием появления потенциальной энергии второго рода. Такое же условие необходимо и для получения кинетической энергии. Только при этом условии возможна передача информации, в процессе которой неравновесная система преобразуется в равновесную систему. Чтобы система приобрела форму неравновесной системы в ней должна наблюдаться не равная нулю разница каких-либо физических параметров - *потенциалов*, например, разница температур, скоростей, напряжений. Такая система становится *энергетической* системой (ЭС). Например, ЭС, содержащей потенциальную энергию, будет заряженный автомобильный аккумулятор, а ЭС, образующей кинетическую энергию, - движущийся автомобиль и стоящее на его пути неподвижное дерево.

Сравним для наглядности ЭС с ИС, чтобы показать их общность. Так ЭС существует только при наличии двух объектов, между которыми наблюдается разность

потенциалов, а ИС – при наличии источника и приемника информации, находящегося в режиме ожидания информации. Очевидно, что, и та, и другая система при этом находятся в *неравновесном* состоянии. После передачи информации ИС, также, как и после выполнения работы ЭС, переходит в *равновесное* состояние и соответственно в ИС не может происходить дальнейшая передача информации, а в ЭС выполняться работа. В результате, можно придти к выводу, что ИС и ЭС – это по своим основным функциям *идентичные* системы. Поэтому ЭС можно назвать ИС и, обратно, ИС - ЭС, а также утверждать, что ИС выполняет работу, а ЭС – передает информацию. С этого сравнения выходит, что любые ЭС природы являются ИС, и обратно - любые ИС являются ЭС. И действительно компьютер не просто вычисляет - он работает, а скульптор не просто обрабатывает камень, а передает ему информацию. Из сказанного следует, что предпосылкой появления энергии в любой системе, состоящей из двух объектов, является потенциальная возможность передачи в ней информации. Таким образом, мы приходим к выводу, что условием появления энергии в системе, то ли физической, то ли кибернетической, является *потенциальная способность передачи в ней информации*. Другими словами, *энергия – это потенциальная способность систем передавать информацию*. А эта способность измеряется в ИС энтропией приемника, а в ЭС - разностью потенциалов между двумя объектами, и чем большее значение принимают эти характеристики по своему значению, тем большей величиной энергии при этом обладает та или иная энергетическая или информационная система.

Один источник информации с разными приемниками может образовать много неравновесных пар. Соответственно и один объект ЭС может образовать большое количество неравновесных систем. Так, летящий самолет может образовать ЭС, и с другим самолетом, и с землей, и с птицей. Каждый раз этот самолет будет образовывать ЭС отличную от другой системы, имеющую свой запас кинетической энергии, а значит и возможность выполнять разное количество работы.

В этом проявляется «субъективность» различных ЭС. Другими словами подтверждается то, что кинетическая энергия, как таковая, не существует самостоятельно у одного объекта, а является следствием появления разности потенциалов у *двух* объектов, представляющих одну систему, которые вполне обоснованно можно назвать источником и приемником информации, а саму систему – информационной системой. Если же разность потенциалов у этих объектов становится равной нулю, как это происходит с ними после полной передачи информации и окончания работы, то тогда неравновесная система преобразуется в равновесную систему. При этом кинетическая энергия во время работы исчезает, переходя в потенциальную энергию вновь образованной равновесной системы, а сама система будет представлять новый самостоятельный объект природы. Например, при постройке дома кинетическая энергия уходит на подъем строительных материалов и их установку и в виде потенциальной энергии сохраняется неопределенно долго. Проходит время и данное строение начинает разрушаться, и тогда содержащаяся в нем потенциальная энергия снова переходит в кинетическую энергию, способную выполнять работу.

Таким образом, между потенциальной и кинетической энергией, несмотря на близость этих понятий, имеется и существенная разница, состоящая в том, что потенциальная энергия без превращения ее в кинетическую энергию самостоятельно не может выполнять работу, а кинетическая, как раз, и направлена на решение данной задачи. Так, потенциальная энергия заряженного аккумулятора или грозовых туч преобразуется в кинетическую энергию движения электронов и в таком виде выполняет работу. Кроме указанного отличия между потенциальной энергией и кинетической энергией имеется и другое существенное отличие, состоящее в том, что потенциальная энергия характеризуется *консервативными* силами, которые задаются пространственными координатами ее действия в ЭС. Они находятся вне *движения*, создавая относительную неподвижность ЭС [15,с.150]. Кинетическая же энергия

появляется только в *движущих* объектах и зависит от разницы скоростей движения составляющих ЭС объектов и их массы. И все же, несмотря на большое сходство, энергетические системы имеют по отношению к чисто информационным системам и отличия, состоящие в том, что в них нет явно выраженных источников и приемников информации и, кроме того, они выполняют работу, связанную с появлением относительно больших сил. Чисто информационные же системы относятся к кибернетическим системам, в которых передача сообщений, сопровождающейся малыми силами, а энергетические процессы в физическом понимании уходят на второй план, хотя, безусловно, они в них существуют. Однако, несмотря на различия энергетические и информационные системы имеют одну и ту же природу в виде породившей их идеальной неравновесной системы, состоящей из Абсолюта и Ничто.

Потенциальная энергия первого рода, порождаемая соответствующими консервативными силами, относится непосредственно к структурам отдельных материальных объектов и представляет их структурную информацию. При исчезновении консервативных сил в объектах, что происходит при разрыве связей их структур, например, у трущихся двух сухих палочек, из них выделяется свободное движение, приводящего на практике к появлению теплоты. В дальнейшем это движение может быть преобразовано с помощью теплового двигателя в механическое движение, обладающее кинетической энергией. Так что и потенциальная энергия первого рода может выполнять работу, причем огромную. Однако для того, чтобы преобразовать такую энергию в работу необходимо каким-то образом получить тепловую энергию, которая по своей сущности представляет кинетическую энергию хаотически движущихся элементов. Для этого связи структур систем лишают сформировавших их консервативных сил первого рода, например, в процессе горения. Тогда из связей выделяется свободное движение, которое в свою очередь способно разрывать новые связи, и тогда начинается процесс горения с выделением тепловой энергии.

1.4.2. Энергия

И, все же, несмотря на все вышесказанное понять сущность энергии не просто. Особенно это относится к потенциальной энергии, которую понять значительно труднее, чем кинетическую энергию. Этот взгляд можно подтвердить следующим мнением: «Кинетическая энергия тела, обусловленная его движением, всегда на виду и может быть легко вычислена, если известна скорость тела. Потенциальную энергию представить гораздо сложнее. Можно было бы сказать, что она находится где-то внутри системы. Однако, если в случае, например, пружины можно было бы утверждать, что потенциальная энергия находится где-то в витках пружины, то, как быть в случае частицы, находящейся над поверхностью Земли? ... Смысл потенциальной энергии заключен только в ее определении, а именно: иногда можно ввести такую величину, зависящую от положения частицы, которая в сумме с кинетической энергией образует другую величину, остающуюся постоянной в процессе движения». Как видим определение потенциальной энергии достаточно абстрактное и явно не очевидное [15,с.166].

Однако, несмотря на сказанное выше, следует, все же, разрешить вопрос о сущности энергии, как потенциальной, так и кинетической. Подводя итог приведенным рассуждениям можно сделать вывод, что энергия - это *способность* как минимум двух материальных тел, движущихся относительно друг друга или покоящихся, находится в *неравновесном* состоянии и соответственно хранить информацию. Это свойство присуще только *информационным* системам. Все остальные системы, находящиеся в равновесном состоянии, представляют собой тела, вещи, предметы, объекты, обладающие структурной информацией. Именно *неравновесное* состояние информационной системы, то есть системы способной к передаче информации, является ключом к пониманию сущности энергии. Передача информации, то ли кибернетической, то ли физической от одного тела к другому представляет собой работу, приводящую к установлению равновесия между этими телами и ... исчезновению энергии.

При этом создается новое более сложное тело, обладающее структурной информацией, которое может образовать *неравновесное* состояние с другим телом, а значит информационную систему и соответственно источник энергии. Поэтому когда идет речь об энергии, как о мере движения, то следует рассматривать не только движущийся с некоторой скоростью объект определенной массы, а и следует искать другой объект, с которым данный объект образует *неравновесную* (информационную) систему, так как энергия не существует только у одного тела. Взрыв атомной бомбы на солнце не повлияет особо на его структуру, так как этот взрыв произойдет в среде, образующей почти равновесное состояние с взорвавшейся бомбой. Однако взрыв на земле приведет к тяжелейшим последствиям, потому что окружающие предметы по своим характеристикам образуют явно *неравновесное* состояние с этой бомбой после взрыва.

Обратим внимание, что не всякое движение обладает кинетической энергией, например, механическое движение содержит кинетическую энергию, так как имеет направление, и, соответственно, содержит структурную информацию, а тепловое движение, лишённое структурной информации, в явном виде кинетическую энергию не содержит, хотя хаотически движущиеся его отдельные элементы обладают кинетической энергией. Из-за этого качество энергии теплового движения считается самым низким из известных видов движения. Ведь оно не содержит структурной информации, а значит и запрещенных состояний. Как раз в понижении качества кинетической энергии до уровня тепловой энергии состоит результат работы, так как она, отбирая структурную информацию из объекта – источника информации и направляя ее в приемник информации, в качестве «отхода производства» вырабатывает лишённое структурной информации свободное движение. Поэтому выделение тепла в процессе работы является ее необходимым следствием, но при этом количество движения до работы и после нее остается неизменным, меняется только степень его организованности, которая, естественно, уменьшается в тепловом (свободном) движении. Если затем вернуть

тепловому движению структурную информацию, то есть упорядочить его, то оно, приобретая энергетический потенциал, может выполнять работу. Такое насыщение теплового движения структурной информацией происходит в тепловых двигателях, придающих хаотичному движению элементов теплоносителя за счет своей конструкции и холодильника направленное движение, которое затем производит работу. Именно конструкция двигателя и холодильник выполняют организующую роль для теплового движения, создавая тем самым в нем структурную информацию.

Во время взаимодействия с теплоносителем двигатель, выполняя работу, частично отдает ему свою структурную информацию и из-за этого постепенно разрушается и деградирует, но его можно восстановить, введя в него дополнительную порцию структурной информации в процессе ремонта или замены деталей. Исходная кинетическая энергия, существовавшая до выполнения работы тепловым двигателем, частично идет на разрыв связей и выделение из них свободного движения, а частично на формирование новых связей объектов, участвующих в работе. Из-за этого их внешний вид будет меняться, например, если столкнутся два автомобиля, то их форма изменится хотя бы на небольшую величину. Так как формы образуются связями структур объектов, то их изменение является следствием изменения количества связей и величиной содержащейся в них структурной информации.

При преобразованиях энергии происходит потеря или приобретение ею структурной информации и тем самым меняется ее способность производить работу меньшей или большей сложности, то есть изменяется ее качество. Поэтому, когда говорится о потере качества энергии, то под этим явлением следует понимать уход с нее структурной информации и переход ее в новые более организованные структуры систем окружающего мира, хотя количество структурной информации и свободного движения в мире при этом остается неизменным. Так как любое, в том числе и хаотическое, а не только упорядоченное движение объектов

реального мира, представляет собой *кинетическую* энергию, только обладающей разной формой и качеством, то эту энергию, прежде чем использовать в практических целях, нужно еще дополнительно упорядочить (структурировать) с помощью *структурной* информации. В результате такой структуризации в процессе движения монад в начальный период после взрыва создавались первые объекты материального мира, и, как следствие, появилась потенциальная информация первого и второго рода. Однако в отличие от хаоса первичного взрыва, в котором каждый его хаотически движущийся первичный элемент нес частичку общей энергии, только что сформированного материального мира, любой сегодняшней физический макрообъект несет энергию множества элементов, организованных в систему. Тем самым упорядоченные в форму материальных объектов первичные элементы мира – монады увеличили суммарное количество энергии в материальных объектах во много раз по сравнению с их хаотическим движением. Поэтому тепловая энергия, связанная с хаотическим движением молекул и атомов, имеет существенное *отличие* от первичной энергии, представляющей собой хаотическое движение еще практически не структурированных первичных элементов энергии - монад. Это отличие состоит в том, что молекулы и атомы современной природы представляют собой сложные структурированные системы, содержащие в себе упорядоченное множество элементов первичного хаоса, и поэтому возможности их движения с точки зрения качества выполняемой ими работы должны быть намного выше аналогичных возможностей первичного хаотического движения элементов Большого Взрыва.

1.4.3. Информация и «Вечный Двигатель»

Интересный вопрос не раскрытый до конца и сегодня - это вопрос о «Вечном Двигателе». Вопрос ставится о возможности создания некоего устройства, которое могло бы работать неопределенно долго без внешних воздействий на него, например, в тщательно изолированном помещении. Работа «Вечного Двигателя» состоит в том, что в

претендующем на этот статус устройстве должно быть получено как угодно долго наблюдаемое видимое *движение* его частей, сопровождающееся поднятием груза. Ответ на вопрос о возможности вечного двигателя как будто давно найден, так как имеются специальные решения научных органов, которые запрещают рассматривать подобные проекты, то есть существует уверенность, что создание таких устройств является принципиально невозможным. Однако серьезного и убедительного теоретического обоснования этого вывода пока что нет. Поэтому и сегодня находятся увлеченные идеей создания «Вечного Двигателя» люди, которые тратят много своего времени и таланта на его построение. Значит не все так просто в вопросе о «Вечном Двигателе». И это не случайно, так как для его раскрытия требуется более тонкое понимание энергетических процессов, происходящих в природе. Поэтому интересно посмотреть на вопрос о «Вечном Двигателе» и с точки зрения структурной теории информации, хотя следует сразу оговориться, что в данном случае нет претензии на окончательное решение данного достаточно сложного вопроса.

Вернемся к информационному понятию работы, которая есть не что иное, как передача апостериорной информации в процессе ее движения от источника информации к ее приемнику. Здесь мы будем утверждать, что так называемая в физике положительная работа, когда направление движения совпадает с вектором силы, с точки зрения структурной теории информации вовсе не является работой, так как при такой работе не происходит *передача* информации. А раз нет передачи информации, то нет и изменений в окружающей среде, а значит и развития в Природе. Вот в таких условиях как раз и возможен «Вечный Двигатель», о котором идет речь. Подтвердим данную мысль мысленным примером. Представим маятник, в котором нет трения об ось, с воздухом и вообще нет никакого сопротивления движению. В таком маятнике кинетическая энергия его движения будет переходить в потенциальную энергию, и затем потенциальная энергия в кинетическую, и так будет идти далее до бесконечности. То же можно сказать о пружине, не имеющей

при своих колебаниях затухающих движений, электромагнитных волнах движущихся в вакууме. Для данных объектов характерным свойством является отсутствие диссипации (рассеяния) энергии, а значит и разрушения – они вечны и находятся вне времени. Можно резонно возразить, что такие объекты идеализированы и на практике невозможны. Но вывод о том, что положительная работа, взятая сама по себе, без учета отрицательной работы, связанной с разрушением работающих объектов, не является реальной работой, все же остается. В то же время именно наличие разрушения работающих объектов, происходящее за счет передачи информации от одного объекта к другому, приводит к тому, что положительная работа приобретает статус реальной работы. Другими словами, вывод, уже сделанный ранее, что основой работы является *разрушение* и соответственно деградация существующих объектов и диссипация энергии, подтверждается еще раз. Так, в процессе работы на токарном станке изнашивается инструмент и разрушается обрабатываемая деталь. Только поэтому создается деталь с новой структурой и соответственно формой.

Если теперь вернуться к «Вечному Двигателю», то можно утверждать, что он невозможен уже потому, что в основе любой реальной работы лежит разрушение, а если это так, то рано или поздно «Вечный Двигатель» разрушится, даже если он будет абсолютно изолирован от внешней среды. Ведь в любой двигатель состоит из частей, между которыми происходит передача информации и соответственно работа, а такая передача информации приводит к разрушению этих частей. Так что рекомендация не рассматривать предложения о новых «Вечных Двигателях» верна. Единственно, что к этому можно добавить, что и данное доказательство невозможности создания вечного двигателя не остановит разработку их новых проектов.

Выводы по теме 1.4

Одним из наиболее известных феноменов природы, который играет чрезвычайно важную роль в жизни людей,

является понятие энергии, которое до сегодняшнего дня не имеет законченного определения. Выделяют две формы энергии - *кинетическую* энергию, являющуюся энергией движения, и *потенциальную* энергию, представляющую энергию относительного покоя. Общее для этих двух видов энергии является то, что системы, в которых они проявляются, находятся в *неравновесном* состоянии. Разница между этими двумя видами энергии состоит в том, что кинетическая энергия порождает силы движения и соответственно может непосредственно выполнять работу, а потенциальная энергия не способна порождать такие силы и поэтому не может самостоятельно без преобразования в кинетическую энергию ее выполнять. Поэтому наиболее распространенный подход к понятию энергии состоит в том, что она дает материальным объектам способность выполнять работу, отражает лишь свойство кинетической энергии и не затрагивает аналогичное свойство потенциальной энергии, которое возникает только после ее преобразования в кинетическую энергию. Однако не только способность непосредственно производить работу отличает кинетическую энергию от потенциальной энергии, отличие еще и в том, что кинетическая энергия существует только в системе, состоящей не менее чем из *двух* объектов, а потенциальная энергия первого рода может существовать и в *одном* объекте, как, например, в энергии угля. Ее часто называют еще *внутренней* энергией. Правда, для того, чтобы выполнить работу энергия первого рода должна быть преобразована как и энергия второго рода в кинетическую энергию, то есть из равновесной в неравновесную систему. Системы, содержащие кинетическую или потенциальную энергию второго рода - *энергетические* системы, являются уже по своей природе *информационными* системами, так как имеют в своем составе не менее двух объектов – источник и приемник информации и, при этом, находятся в неравновесном состоянии. Неравновесное же состояние может быть только между, как минимум, двумя объектами.

Особенностью энергии как кинетической, так и потенциальной энергии второго рода состоит в том, что она существует только в *неравновесных* системах. Такой

неравновесной информационной, а значит, и одновременно энергетической системой является система передачи информации, до поступления информации в ее приемник. После ее передачи энергетическая система преобразуется в равновесную систему, теряя при этом свои энергетические свойства. Вследствие совпадения основных свойств энергетических и информационных систем можно предположить, что они по своей основной сущности являются системами, преобразующими информацию в работу. Разница между этими системами состоит только в величине возникающих в процессе работы сил, которые на порядки в информационных системах меньше, чем в энергетических системах, а значит и в величине хранимой в них энергии. Кроме того, передача информации в информационных системах происходит без видимого контактного взаимодействия источника и приемника информации, а в энергетических только при таком взаимодействии. При этом приемники и источники в информационных системах намного сложнее, чем в энергетических системах. И все же перечисленные отличия не являются принципиальными и, по существу, энергетические и информационные системы решают одну и ту же задачу – выполняют работу по созданию новых более организованных систем природы. Поэтому они имеют в своей основе единую сущность и представлены лишь на разных уровнях развития материи. Таким образом, мы приходим к выводу, что условием появления энергии в системе, то ли физической, то ли кибернетической, является потенциальная возможность передачи в ней информации, то есть энергия – это потенциальная способность материальных систем передавать информацию.

ТЕМА 1.5

ПАМЯТЬ КАК ОСНОВНОЙ АТТРИБУТ ПРИРОДЫ

1.5.1. Определение и свойства памяти

По отношению к памяти можно высказаться в какой-то мере более определенно, чем об информации, так как она представляет не самостоятельную сущность, а способность

материальных объектов хранить в себе следы воздействия на них других объектов, проявляющиеся в изменении их формы и структуры. Соответственно с этими воздействиями изменяются физические, химические, биологические и другие свойства этих объектов. А так как все существующие в настоящее время материальные системы без исключения изменяют под воздействием других объектов свои структуры и формы, то можно говорить о всеобщей способности материальных объектов или систем обладать памятью. И все же, несмотря на кажущуюся очевидность понятия памяти, на сегодня не имеется достаточно полного ответа на вопрос, что такое память и какова ее сущность. Неясно также, принципиально ли отличается память кибернетических систем от способности других объектов природы к запоминанию и, если да, то в чем это отличие. Попытка, если не ответа на эти вопросы, то хотя бы их постановки в первом приближении дается ниже.

Информация хранится в кибернетических системах в специальных устройствах, называемых *памятью*, которые являются важнейшей частью кибернетических систем, таких, например, как живые существа и вычислительные машины. Только при наличии памяти эти системы могут воспринимать апостериорную информацию, непрерывно поступающую к ним извне, так как без памяти не может быть и речи о восприятии и хранении информации, а без такой информации кибернетические системы не могут эффективно взаимодействовать с окружающей средой, а значит и существовать. И все же память не является информацией или знанием, а лишь дает *возможность* ее хранения, которую еще надо практически осуществить с помощью специальных устройств. Хотя, правда, в обычном понимании под памятью понимаются, и возможность хранения информации, и конкретная информация о чем-либо. Поэтому и в данной работе, в зависимости от контекста, под памятью с одной стороны будет пониматься объект или система, дающая возможность записи информации, и непосредственно записанная в данный объект информации

В настоящее время, начиная с работ Шеннона, в теории информации исследовано много вопросов, связанных с источниками информации, и мало имеется работ, исследующих приемники информации. Последним приписывается некоторое незнание, величина которого определяется энтропией и это практически все, чем характеризуется приемник, а далее, основываясь на этом незнании и мере информации, предложенной Шенноном, проводятся исследования источников информации. В то же время общий анализ кибернетических приемников информации необходим в рамках теории информации уже хотя бы из-за того, что в их структуру обязательно входит память, так как приемники обязаны *хранить* поступающую к ним информацию в виде сообщений, которые приемник должен уметь распознавать и направлять в соответствующие отделы памяти. Однако и в некибернетическом мире также существует память, проявляющаяся, например, в следах на песке, или на снегу, которые представляют собой информацию о недавно произошедших событиях.

О том, что любой материальный объект содержит информацию о произошедших с ним событиях, а значит, обладает памятью, видно из следующего простого примера. Допустим, что имеется объект, состоящий из двух независимых элементов, каждый из которых имеет 8 свободных состояний. Тогда общее число таких состояний, в которых может находиться этот объект, будет равно 64 и соответственно количество информации об одном состоянии объекта, определяемое в виде логарифма числа всех состояний, будет равно 6 битам. Допустим теперь, что между элементами рассматриваемого объекта установилась связь, которая уменьшает количество возможных состояний в каждом из элементов до 4. Тогда общее количество свободных состояний в новом объекте со связью будет равно 16 и соответственно количество информации, содержащееся в одном его состоянии, будет равно 4, то есть на 2 бита станет меньше, чем в исходном объекте, состоящем из двух не связанных между собою элементов. Однако эти 2 бита не исчезли просто так, а перешли в связь нового объекта, создав,

при этом, его структуру, что привело к запоминанию данного количества информации, то есть наличие связи привело к появлению памяти. Из этого примера можно сделать также вывод, что любая связь между элементами простейшей системы переводит часть ее свободной информации в связанную информацию и образование на этой основе новой более сложной системы, и, наоборот, разрыв этой связи приводит к появлению в новой системе свободной информации и преобразование ее в простейшую систему. То есть именно связи образуют память, держа в себе связанную информацию. Максимальное же количество единиц памяти (емкость памяти), которое в данном случае может записать в себя простейшая система, равно 6 бит.

Здесь, уже можно подвести краткий итог вышесказанному, состоящий в том, что в силу всеобщего свойства материальных систем образовывать связи между своими элементами, они соответственно обладают и *всеобщим* свойством памяти. Например, форма стола - это уже память, хранящая информацию, полученную сначала при его проектировании, а затем при изготовлении. Изменение структуры объекта, и соответственно разрыв старых и появление новых связей приводит к запоминанию в нем новой информации.

1.5.2. Кибернетическая память

Следует различать понимание памяти как всеобщего *свойства* материальных объектов запоминать информацию, а в практическом смысле, как некоего *объекта*, предназначенного для *хранения* информации, и объекта, уже хранящего информацию. Важнейшей особенностью памяти в любом смысле является то, что она может находиться в каком-либо своем состоянии значительно *большее* время, чем время действия вызвавшей это состояние апостериорной информации. Это значит, что память остается в состоянии, в которое она перешла под воздействием входного сигнала - сообщения от источника информации, и после исчезновения этого сигнала. Если это время относительно небольшое, то говорят о *кратковременной* памяти, а если неограниченно

большое, то о *долговременной* памяти. Кратковременная память, используемая для быстрого решения сиюминутных задач, называется еще *оперативной* памятью, а долговременная, рассчитанная на ее постоянное использование приемником информации, - *постоянной*. И та и другая память широко используется на практике при построении цифровых автоматов и вычислительных машин и является определяющим фактором эффективности их работы.

Чтобы иметь возможность воспринимать информацию от ее источника, приемник должен обладать памятью с числом состояний не меньшим, чем число возможных состояний источника. Поэтому, чем больше различных сообщений передает источник, тем большим числом возможных состояний должна обладать память приемника, чтобы их воспринять. Логарифм числа возможных сообщений источника определяет *количество* информации, содержащейся в одном предназначенном для запоминания сообщении, а количество информации для всех сообщений, которое может запомнить память, - ее информационную *емкость*. Она является важнейшим параметром приемника информации, и чем больше ее величина, тем большими возможностями по запоминанию информации будет обладать приемник. Отличие приемника информации от ее источника состоит в том, что он хранит переданное сообщение в течение ограниченного или неограниченного промежутка времени, в то время как источник непрерывно меняет свои состояния, генерируя при этом все новые сообщения.

Характерной особенностью построения памяти для кибернетических устройств в большинстве случаев является то, что она состоит из множества элементов с двумя состояниями – триггеров, которые могут или объединяться связями в единое целое, образуя, например, сумматор, или не объединяться. В первом случае формируется *специализированная* (жесткая), а во втором – *универсальная* (гибкая) память. И та и другая память в приемнике после принятия информации переводит его в какое-то *одно* состояние. Однако в случае специализированной памяти изменение ее структуры для записи новой информации будет

затруднено, так как для этого необходим разрыв связей между ее элементами, в то же время при использовании гибкой памяти запись новой информации осуществляется лишь в результате смены состояний ее элементов. На практике в электронной технике используется, как жесткая, так и гибкая память. Цифровая электроника использует и ту и другую память примерно в равной степени, а аналоговая - в основном жесткую память. Однако памятью обладают не только компьютеры, а и живые существа, в частности, человек. Она имеется не только в мозгу человека, а и в его молекулах наследственности – ДНК и РНК. Объемы этой памяти до сих пор точно не установлены, однако, очевидно, что они большие, во много раз превышающие память самых современных компьютеров. В компьютерной технике существуют различные виды гибкой и жесткой памяти, однако и те и другие носят искусственный характер, так как создаются специально для этой техники. Причем гибкая память в основном применяется для построения *оперативной* памяти, то есть памяти, которая используется для решения часто изменяющихся задач, а жесткая – для памяти *долговременной*, используемой для решения одних и тех же задач.

Сегодня существует развитая индустрия средств памяти, без которой невозможен прогресс компьютерной техники и ее приложений в быту, науке и промышленности, однако основная суть ее, при этом, остается прежней – память это есть всего лишь хранитель *априорной* информации. Однако проблема памяти на сегодня в полной мере остается нераскрытой, в том числе и в кибернетических системах. Многие явления в науке, технике и природе могли бы быть объяснены, если бы была до конца объяснена природа памяти. Например, невзирая на очень большое количество научных работ, далеко не все понятно с организацией памяти в мозгу живых существ и особенно человека. Ясно, правда, что в мозгу человека, как и в структуре компьютера, есть оперативная и долговременная память, а также то, что она организована по многоуровневому иерархическому принципу, но это, если исходить из общего подхода, почти и все.

Конечно, можно возразить, что в области человеческой памяти наработаны горы литературы и проведены тысячи исследований, но если говорить о конечном обобщающем результате, то мы приходим к вышеприведенному утверждению.

1.5.3. Память в природе

Но память присуща и некибернетическим объектам окружающей природы. Она реализуется связями материальных объектов, потому что любая связь ограничивает свободу выбора их действия. Например, молекула воды, когда-то существовала в виде двух отдельных атомов водорода и одного атома кислорода. При этом у каждого из этих атомов была свобода выбора соединиться не только с кислородом и водородом, а, возможно, и с другими элементами. После объединения в молекулу воды у этих атомов свобода выбора возможных связей и самостоятельного движения оказалась утерянной, зато взамен появилась память, реализуемая образовавшимися связями, о состоянии, в котором эти атомы теперь находятся. В этих связях как раз и содержится априорная информация, образующая молекулу воды. Исчезновение этой информации, а значит и связей, приводит к распаду молекулы на составляющие элементы - водород и кислород. Правда, после объединения указанных атомов в молекулу воды, у нее появилась своя свобода движения и как результат возможность ее вступления в связь с другими материальными объектами уже как самостоятельного объекта и образования нового уровня памяти. Этот процесс образования все новых уровней памяти в материальных объектах продолжается с тех пор, как возникла окружающая природа, и, по-видимому, будет продолжаться еще неопределенно долго. Его результатом на сегодня является создание живых существ и их сообществ, в которых связи между отдельными субъектами также образуют память, уже этих сообществ. Так, вступая в семейную связь, два лица теряют ту свободу выбора, которая была до установления этой связи, но, как следствие, ее наличие, приводит к приобретению памяти о состоянии, в котором эти люди теперь находятся. Эта память меняет поведение этих людей в

обществе, накладывая на них различные ограничения. Поэтому ведут они себя во многом не так, как это было до появления данной связи.

Из всего сказанного выше следует вывод, что не будет ошибкой утверждение, что материя это и есть память. Это значит, что память изначально присуща природе и во многом определяет ее эволюцию. Другими словами можно сказать, что там, где есть связи, природные или искусственные, там имеется и память и соответственно там имеется и информация. Первичные атомы этого мира (монады), состоящие из одной единственной неделимой связи, в виде *Абсолюта*, представляют собой первичную память, так как с нее начала развиваться эволюция существующего материального мира. Каждая из монад несет в себе огромное количество информации, равное ее количеству, содержащемуся в Абсолюте, и поэтому обладает такой же емкостью памяти. Объединение монад между собой привело к формированию первичных элементов материальной природы и появлению памяти на новом уровне материи. Далее этот процесс образования новых уровней материи и соответственно новых уровней памяти непрерывно продолжался и идет до наших дней.

То, что любые материальные объекты обладают памятью, позволяет искусственно создавать все новые образцы запоминающих устройств, обладающие все более возрастающей емкостью их памяти при дальнейшей минимизации размеров. Сегодня уже можно говорить об устройствах памяти, использующих молекулярный и субатомный уровень вещества. Такая память будет использоваться в устройствах, которые в ближайшее время должны появиться на рынке передовой электронной техники. Но, все же, между памятью и информацией имеется разница, так как память – это только материальный *носитель* информации, но еще не сама информация. Однако без нее память теряет всякий практический смысл, так как именно с ее помощью создаются связи в материальных объектах или устанавливаются в определенные состояния элементы памяти, и соответственно она переходит в то или иное состояние. Если

такое состояние не будет установлено, то тогда это будет не память, содержащая информацию, а ее *носитель*. Действительно, если вы купили так называемую флэш-память, то это не значит, что вы приобрели информацию - нет, у вас появился лишь переносчик информации, в котором все элементы находятся в каком-то заранее определенном состоянии. И только после того как элементы этой памяти будут приведены в состояния, соответствующие во всей своей совокупности состоянию источника информации, можно будет говорить, что данное устройство содержит информацию. В соответствии с уже сказанным ранее понятие памяти как бы раздваивается, потому что с одной стороны памятью называют носитель информации, а это любой объект природы, который способен воспринимать и хранить информацию, а с другой, памятью называется также объект, в котором уже отражено состояние другого объекта. На самом деле такое раздвоение кажущееся и вызвано субъективным подходом к понятию памяти, так как объекты природы, обычно, уже содержат в себе информацию и способны к запоминанию новой. Например, чистый лист бумаги способен в результате изменения своей поверхностной структуры под воздействием чернил или карандаша запоминать информацию, чем широко пользуются на практике. Тогда с одной стороны заполненный текст лист бумаги является памятью, содержащей информацию, а с другой стороны чистый лист бумаги - всего лишь возможным носителем информации. Хотя поверхностная структура бумаги также является информацией, которая представляет собой предзнание ее приемника, и от этого предзнания зависит качество бумаги, как носителя информации, а значит и качество запоминания ею информации.

Однако в реальной жизни, все же, следует отличать понятие памяти как объекта *хранящего* полезную информацию от понятия памяти, как ее *носителя*. Действительно, переход памяти из начального ее состояния в некоторое другое состояние, задаваемое источником информации, может потребовать больших предварительных исследований и затрат и поэтому представлять для приемника большую ценность.

Например, это может быть новая компьютерная программа или музыкальное произведение. Тогда память в виде носителя информации по своей стоимости может быть во много раз иметь меньшую стоимость, чем память, которая хранит полезную информацию. При этом явных физических отличий, например, как вес или размер в этих двух видах памяти наблюдаться не будет. Отличие здесь будет только в *состояниях*, в которых они находятся.

Ранее говорилось о жесткой и гибкой памяти. Однако в той и другой памяти основное свойство памяти остается неизменным - *отражать* состояние источника информации. При этом изменяется только скорость запоминания и сложность организации памяти. Для гибкой памяти установление новых связей осуществляется относительно легко, а для некоторых видов жесткой памяти – это происходит с большим трудом. Например, разорвать связи атомов молекулы воды чрезвычайно сложно, хотя установить их было относительно легко, а вот установить и разорвать семейные узы, на сегодня, довольно просто. Примерно также обстоит дело и с голографической памятью, хотя в ее исследовании есть существенные результаты. Кроме того, сегодня эффективно работают многие сложные голографические устройства, но до сих пор до конца не ясны информационные процессы, связанные с хранением информации на голографических картинках, и даже нет точных оценок их информационных емкостей. Еще меньше получено результатов об информационных аспектах наследственного кода живых существ. Совершенно непонятно, почему природа остановилась на триплетном коде, и какова емкость памяти в наследственных молекулах. Есть и другие не менее важные вопросы в области памяти в живой природе. Однако все это не помешало использовать имеющиеся знания по наследственному коду для важных практических результатов. Но всему есть предел и дальнейшее развитие науки, которая занимается указанными проблемами - генетики, без исследования указанных выше вопросов, связанных с сущностью памяти, может замедлиться. Также и исследование космогонических вопросов может развиваться

не теми темпами, если не исследовать вопросы всеобщей связи в природе, а значит, как это следует из сказанного выше, *космической* памяти Вселенной. Что такая память существует, нет сомнения, так как в природе все взаимосвязано, а любая связь свидетельствует о наличии структуры и соответственно памяти. Вопрос лишь в том, как эта память проявляет себя, например, на уровне нашей планеты.

Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что любой объект материального мира, одушевленный или неодушевленный, обладает памятью, то есть знанием. Камень, который катится с вершины горы, прекрасно «знает», как осуществлять ему это движение, как и автомобиль, который также «помнит», в каких условиях он может нормально двигаться, а в каких распадется на части. Эти знания регулярно проверяются на автодорогах, когда происходят всевозможные аварии, в большинстве случаев не из-за вины автомобилей, а по вине водителей, память которых как раз не содержит того, что знают их автомобили. Правда, уровень знаний у разных объектов природы разный и различна способность к их применению на практике. Наивысший он в окружающей природе у человека, хотя далеко не всегда он может распорядиться знаниями рационально.

Если перейти к философскому осмыслению понятия памяти, то собственно о ней говорил Аристотель в своей теории форм. Когда из бесформенного куска меди получают медный шар, то это уже процесс запоминания новой формы на основе этого куска. Сама форма шара – это более сложная структура, полученная на базе куска меди, представляющего более простую структуру. Соответственно количество структурной информации, содержащейся в медном шаре, будет больше, чем в исходном куске меди. Очевидно, что из медного шара затем с помощью дополнительной структурной информации можно будет получить новую форму, а из той формы еще более новую и каждый раз этот процесс получения новой формы будет представлять процесс запоминания, который не имеет конца. Причем предшествующая форма – это для последующей формы будет представляться субстратом, а новая форма - ее субстанцией или содержанием.

Так, пустая флэш-память, компакт-диск или магнитная лента – это субстрат, который заполняется структурной информацией, образующей субстанцию или содержание, но сама субстанция – это субстрат для последующей информации. С точки зрения логики каждая новая субстанция – это новый предикат, построенный на базе предшествующего предиката - субстрата, обладающего большей общностью. Так что теорию форм, которую развивал Аристотель, в нынешнем понимании можно представить с помощью структурной теории информации, хотя, естественно, и с определенными оговорками.

Следует также обратить внимание и на то, что для создания новых форм - субстанций требуется взаимодействие двух объектов, один из которых должен быть субстратом. Очевидно, что сформировать медный шар из куска меди можно только при взаимодействии этого куска и инструмента, для его формирования. А такое взаимодействие приводит к выполнению работы, в процессе которой передается апостериорная информация от одного объекта к другому и соответственно изменяется его форма, кстати, в том числе и инструмента. Эта апостериорная информация оседает в объектах в процессе ее передачи в виде априорной информации, изменяя их формы. Затем после окончания работы эта априорная информация выступает в каждом отдельно взятом объекте уже как структурная информация. Но чтобы выполнить работу в процессе передачи информации, необходима энергия. Таким образом, в основе образования памяти лежит энергия и выполненная с ее помощью работа, а так как память есть фундаментальное свойство материи, то и материя может образовываться только в процессе формирования в ней памяти с помощью энергии и работы. С этой точки зрения память, энергия и работа являются неотъемлемыми атрибутами материи и без них материя существовать не может.

Выводы по теме 1.5

Особое значение для кибернетических систем и природы в целом имеет память, так как она выполняет стабилизирующую роль в системах и позволяет им хранить и

передавать информацию и в результате выполнять работу. По отношению к памяти можно высказаться в какой-то мере более определенно, чем об информации, так как она представляет не самостоятельную сущность, как информация, а представляет *способность материальных объектов хранить в себе следы воздействия на них других объектов, проявляющиеся в изменении их формы и структуры*. Это значит, что память является свойством материальных систем, в соответствии с которым воздействие одних объектов природы на другие изменяет их физические, химические, биологические и другие характеристики, что приводит к запоминанию результатов этого воздействия. А так как все существующие в настоящее время материальные системы без исключения изменяют под воздействием других объектов свои структуры и формы, то можно говорить о *всеобщей* способности материальных объектов или систем обладать памятью. В кибернетических системах память не является, ни информацией, ни знанием, она лишь дает *возможность* хранения информации, которую еще надо практически осуществить с помощью специальных устройств. В природных системах память представляется их структурами, в связях которых уже хранится информация, которая в процессе работы может передаваться другим системам, создавая при этом новые структуры с новой памятью и новой информацией. Поэтому наличие структуры в реальной системе уже говорит о наличии в ней памяти. Распад системы и переход ее в дезорганизованную форму, при которой исчезает структура и структурная информация, приводит к исчезновению в системе памяти.

В кибернетических системах различают память в виде носителей возможной информации и память с уже записанной в ней информацией, а также кратковременную и долговременную память, гибкую и жесткую память. Все эти виды памяти производятся в виде специальных устройств и предназначены для решения технических задач при работе компьютеризованных систем. В этой области достигнуты значительные результаты, которые широко используются на практике. Однако, не взирая на значительные технические

достижения, проблема памяти в общем виде на сегодня в полной мере остается еще далеко нераскрытой, в том числе и в кибернетических системах. Многие явления в науке, технике и окружающем мире могли бы быть объяснены, если бы была до конца объяснена природа памяти. Например, несмотря на очень большое количество научных работ, далеко не все понятно с организацией памяти в мозгу живых существ и особенно человека, а также в генах живых существ. Также не до конца выяснены вопросы, связанные с хранением информации в голографических изображениях.

Однако ясно одно, что память – это всеобщее свойство материи, и она уже существует в монадах. При организации монад в системы появлялась память на новом уровне в виде их новых структур, затем при объединении этих структур в структуры более высокого уровня появляется память этого уровня и так идет до наших дней. Это говорит о том, что на каждом уровне иерархии структур систем природы можно найти свою память. Исходя из вышесказанного, можно утверждать, что любой объект материального мира, одушевленный или неодушевленный, обладает памятью, то есть знанием.

ТЕМА 1.6 ИНФОРМАЦИЯ И ПОНЯТИЯ

1.6.1. Дерево понятий

Способность к формированию понятий выделяет человека из мира животных и делает его *разумным*, то есть дает возможность принимать на основе имеющихся у него понятий нестандартные жизненно важные решения, соответствующие изменяющейся окружающей обстановке. Поэтому человека вполне можно было бы определить как живое существо, образующее *понятия*, так как на сегодня в окружающем человека мире неизвестны, кроме него, другие существа, способные к таким действиям. Понятия *мысленно* выделяют *множества* родственных по каким-либо *признакам* предметов или явлений реального мира, отраженные в головах людей в виде идеальных объектов. Эти множества называются *объемами* понятий, а число объектов, содержащихся в том или ином понятии, называется его *разнообразием*. К объему, например, понятия люди земли можно отнести, множество людей, проживающих на планете Земля, а к понятию планеты солнечной системы - множество планет, входящих в солнечную систему. Число людей на земле и число планет солнечной системы определяет *разнообразие* приведенных объемов понятий. Сами признаки, с помощью которых создаются объемы понятий, называются *содержаниями* понятий. Чем больше в понятии этих признаков, тем более емким будет содержание понятия. С помощью признаков понятий происходит установление *родственных* отношений с другими понятиями более высокого или низкого ранга, что позволяет человеку строить на их основе иерархические деревья понятий и, в конечном итоге, осуществлять *познание* окружающего мира.

Появление в процессе анализа понятия новых признаков, дополняющих уже существующие признаки, приводит к возникновению соответственно новых подчиненных ему понятий более низкого уровня. В свою очередь, это приводит к разбиению объема исходного понятия на объемы все новых

понятий на их более низких уровнях. Однако эти объемы будут иметь число объектов всегда *меньшее*, чем объемы понятий более высокого уровня, с которыми они напрямую или опосредованно связаны. Дальше процесс выбора понятий в их иерархическом дереве будет идти аналогично с вышеописанным до тех пор, пока не будет получено понятие самого низкого уровня, представляющее *один* объект. Полученное в результате разбиений объемов одних понятий на объемы других, более низких понятий, дерево содержит вершины, которые представляют понятия, а ветви, выходящие с одних вершин дерева и идущие к другим, образуют *связи* понятий более высоких уровней с нижерасположенными понятиями. Последовательности ветвей, выходящих с какой-либо вершины дерева и идущих через промежуточные вершины до его нижнего яруса, образуют возможные пути дерева, общее число которых на последнем его уровне равно числу объектов, содержащихся в объеме понятия, представляемого исходной вершиной.

Характерным свойством понятия является наличие в нем признаков, выделяющих некоторые объекты из их общей совокупности, принадлежащие к понятию соседнего более высокого уровня. Следовательно, понятие содержит признаки всех связанных с ним понятий более высоких уровней и, кроме того, *собственные* признаки. На его основе, путем введения новых признаков, можно получить следующее понятие более низкого уровня и так это может идти далее до тех пор, пока не будет получен *один* конкретный объект. В результате выстраивается иерархия понятий, в которой имеются неопределяемые наивысшие понятия – *категории*, и далее по отношению к ним формируются понятия более низких уровней. Так как каждое понятие выполняет функцию выделения множества сходных по каким-то признакам объектов из остальных, то в последовательности этих понятий рано или поздно будет получено понятие, содержащее один объект, который будет представлять уже не понятие, а образ реального объекта. Такие образы внутри их множества должны иметь дополнительные признаки, по которым их можно отличать друг от друга (идентифицировать), например,

по местоположению их материальных прототипов в пространстве. Формирование понятий низших уровней в принципе может идти как угодно долго, так как процесс выделения все новых признаков из существующих понятий не имеет конца. Но на определенных этапах этот процесс, все же, заканчивается, и тогда структура иерархических деревьев понятий принимает *конечный* вид. В отличие от понятий низших уровней анализ понятий более высоких уровней заканчивается на уровне *категорий*, хотя, однако, иногда утверждается, что по отношению к категориям существует еще более высокий обобщающий уровень понятия – *высшая* сущность. Однако, например, Кант к такому понятию, как высшая сущность, относился достаточно осторожно, утверждая: «... мы остаемся в совершенном неведении относительно существования сущности, обладающей столь исключительным превосходством» (26). Чисто логически все же следует допустить наличие у человека категории, которая была бы *похожей* на высшую сущность. Это связано с тем, что иерархическое дерево понятий должно иметь свою *корневую* вершину или корень, без которого оно распалось бы на ряд самостоятельных деревьев. Именно в этой начальной вершине априори хранится информация о любых возможных структурах деревьев понятий, так как они всегда могут быть сначала получены из нее, а затем стянуты к ней, и, значит, можно утверждать, что начальная корневая вершина дерева потенциально содержит все возможные знания, которые может, в принципе, иметь человек.

1.6.2. Понятия и свободная информация

Наличие в объеме понятия числа входящих в него объектов, отличного от единицы, позволяет говорить о выборе одного из них. При этом существовавшая до выбора *неопределенность* заменяется *определенностью*, которую представляет собой конкретно выбранный объект. Величина этой определенности задается *свободной информацией* понятия, равной логарифму от величины разнообразия понятия. Например, если число объектов, входящих в объем понятия, равно 64, то свободная информация понятия будет

равна 6 битам. Так как материальные объекты, входящие в объем понятия, представляются для человека только в виде идеальных объектов, то для передачи информации о них необходимо уметь их кодировать. В качестве используемых форм кодирования объектов понятий может быть выбрано письмо, графика, звук или какие-либо другие материальные явления или процессы.

Каждый объект, содержащийся в образуемом понятием объеме, может содержать определенное количество принадлежащей ему информации. Эта информация называется *свободной* информацией понятия. Чем больше величина разнообразия понятия, тем большее количество свободной информации будет содержаться в объекте. Если величину свободной информации понятия умножить на разнообразие понятия, то будет получена *свободная* информация, содержащаяся во всех объектах *объема* понятия - информационная *емкость* понятия. Очевидно, что величина информационной емкости понятия зависит от его уровня в дереве иерархии - чем выше уровень понятия и, значит, большим является его разнообразие, тем больше будет ее величина. Так как введение дополнительного информационного признака в исходное понятие переводит его в понятие более низкого уровня и при этом соответственно уменьшается число охватываемых этим понятием объектов, то информационная емкость понятия более низкого уровня всегда будет меньше по сравнению с информационной емкостью понятия более высокого уровня.

Приведенный выше анализ с точки зрения количества содержащейся свободной информации и информационной емкости понятия распространяется также не только на понятия, а и на обычные утверждения. Например, если утверждение о том, что *«Сократ есть образованный человек»*, преобразовать в утверждение, что *«Сократ есть образованный человек, который проживал в период времени до новой эры»*, то будет сильно *сокращено* число людей, претендующих на звание образованного Сократа, то есть число людей в объеме указанного утверждения станет меньше. Ведь все ныне живущие и жившие после новой эры

люди по имени Сократ будут исключены из списка людей, могущих претендовать на звание образованного человека с данным именем. В результате количество свободной информации объекта второго утверждения по сравнению с первым сильно снизится. Особенностью свободной информации понятия является то, что именно эта информация часто используется в кибернетических системах для связи и управления.

1.6.3. Понятия и связанная информация

Разница между величиной свободной информацией исходного понятия, и свободной информацией понятия, получившегося в результате введения дополнительного признака в исходное понятие, представляет ту величину свободной информации исходного понятия, которая приходится на реализацию этого признака. В дальнейшем свободную информацию понятия, ушедшую на создание новых признаков и соответственно новых понятий более низких уровней, будем называть *связанной* информацией понятия. Она возникает как результат процесса анализа свободной информации понятия, в результате которого создаются дополняющие и уточняющие признаки понятия более низкого ранга. Принципиально новая информация в нем не появляется, а происходит лишь преобразование свободной информации в связанную информацию.

Рассмотрим следующий пример. Допустим, что в понятие дерево входит 64 различных дерева, среди которых находятся 32 сосны, 16 берез и 16 лип. Понятие дерево в данном случае представляет понятие более высокого уровня по отношению к представленным понятиям трех пород деревьев. Дальше происходит анализ этих пород деревьев, и для каждого из них находится по установленным в процессе анализа дополнительным признакам ряд видов, которые затем разбиваются на подвиды и так далее, пока не будет получено понятие, содержащее одно дерево. Так как исходное понятие охватывает шестьдесят четыре дерева, то величина свободной информации, приходящейся на один его объект, определится как двоичный логарифм от числа 64 и, очевидно, будет равна

6 битам. Определим свободную информацию для каждого из трех указанных выше видов деревьев с их числом, содержащимся в каждом из них - 32, 16 и 16 . Ее значение для дерева каждого вида соответственно будут равно 5, 4 и 4 бита. Информационная емкость исходного понятия и новых трех понятий первого уровня найдем как результаты произведений разнообразий соответствующих понятий на количество свободной информации содержащейся в них. Очевидно, что они будут равны: 384, 160, 64 и 64 бита. Разница между величиной свободной информации исходного понятия и соответствующими величинами свободных информационных трех новых понятий составит соответственно 1, 2 и 2 бита. Именно эта разница определяет величину связанной информации, содержащейся в понятиях объектов, полученных в процессе формирования понятий нижнего уровня, и ровно на такую же величину уменьшится свободная информация относящегося к ним понятия более высокого уровня. Аналогично определяется свободная и связанная информация и для остальных более низких уровней понятий подвидов деревьев. С этой целью следует задавать дополнительные признаки для подвидов сосен, берез и лип, до тех пор, пока не будет получено понятие, состоящее из одного объекта, которое содержит в своем составе все признаки понятий более высоких рангов, входящих в выбранный путь. Так как свободная информация в конце данного пути отсутствует, то связанная информация достигает своего возможного максимума, равного свободной информации исходного понятия, которая в нашем примере равна двоичному логарифму от 64, то есть шести битам. Это значит, что сумма связанной информации в полном пути иерархического дерева должна равняться свободной информации исходного понятия. В данном случае свободная информация понятия будет равняться содержанию понятия. В результате каждый путь иерархического дерева заканчивается тогда, когда сумма связанной информации, содержащейся в принадлежащих этому пути понятиях, станет равной величине свободной информации исходного понятия. В результате полученное понятие будет характеризовать объект, вещь, предмет.

Значение связанной информации велико, так как только благодаря наличию этой информации формируются признаки, с помощью которых образуются понятия – *содержания* понятий. Данные признаки позволяют производить кодирование информации, которое происходит в виде образования цепочки реально проявленных в материальном мире признаков понятий, расположенных по одному из путей дерева, например, букв или цифр. За этой цепочкой скрываются некоторый идеальный образ, мысль или другие идеальные объекты, представляющие вещи в себе. Чем более структурировано иерархическое дерево понятий, то есть чем больше в нем содержится понятий различных уровней, тем более точно будет с его помощью выражен идеальный объект. Полностью выразить, например, сущность мысли можно только в случае бесконечного числа понятий, что в реальной жизни невозможно. Поэтому представление любого идеального объекта с помощью понятий всегда ограничено в своей точности. Так как материальный мир в отличие от застывших и идеальных вечных понятий - это непрерывно изменяющийся мир, то и количество понятий, охватывающее все происходящие изменения в этом мире, должно непрерывно увеличиваться. Так и происходит на самом деле, хотя в ряде случаев в результате исчезновения некоторых понятий происходит и обратный переход от связанной информации к свободной информации. Однако, как результат анализа уже имеющихся понятий, все время появляются новые понятия более низких уровней, и соответственно увеличивается количество связанной информации. В человеческом обществе этой информации накопилось столько, что ее с трудом успевают перерабатывать современная вычислительная техника. Лишь изредка в результате научного прорыва появляются совершенно новые понятия на уровне категорий, и появляется соответствующая им новая свободная информация, приводящая в дальнейшем к созданию принципиально новых понятий нижних уровней и соответствующих видов связанной информации.

Так как связанная информация получается в процессе детального анализа и формального логического

преобразования свободной информации, то в результате происходит глубокое преобразование имеющейся у человечества и получаемой из опыта свободной информации на основе небольшого количества понятий высшего ранга. Большое количество связанной информации вырабатывают вычислительные машины в процессе решения алгоритмических задач, так как алгоритм - это есть преимущественно преобразователь свободной информации в связанную информацию. Такая работа машин необходима, так как она позволяет освободить человека от рутинного труда. Однако она не дает принципиально новой свободной информации и соответственно не позволяет машинам получить новые понятия верхнего уровня, т. е. понятия на уровне открытий. Эту работу может выполнить только человек, и, следовательно, только человек на основе его способности к работе с идеальным может делать открытия и менять установившиеся парадигмы в науке.

Для иерархического дерева понятий с учетом того, что свободная информация переходит в связанную информацию, должно выполняться правило сохранения информации, которое можно сформулировать следующим образом:

сумма свободной и связанной информации нового признака в понятии равна свободной информации понятия соседнего более высокого ранга, к которому принадлежит данное понятие.

Из данного правила следует, что сумма свободной информации понятия некоторого уровня и связанной информации понятий всех более высоких уровней, имеющих отношение к данному понятию, равна свободной информации понятия наиболее высокого уровня, которое не имеет связанной информации, а содержит ее только в виде свободной информации.

Так как правило, сохраняющее информацию в понятиях, в идеальном мире действует только в рамках уже имеющихся понятий, принадлежащих к понятию самого высокого ранга, то привнесение новых понятий такого ранга увеличивает количество анализируемых объектов действительного мира. Соответственно и количество свободной и связанной

информации в понятийном аппарате человека будет увеличиваться. Однако это не является нарушением правила сохранения информации для понятий в идеальном мире, так как оно работает только на уровне набора понятий, относящихся к одному понятию высшего ранга.

Выводы по теме 1.6

Характерным свойством понятий является *мысленное* выделение *множеств* идеальных объектов на основе имеющихся у них *общих* признаков, с помощью которых происходит установление *родственных* отношений с другими понятиями более высокого ранга, что позволяет человеку строить на их основе иерархические деревья понятий и, в конечном итоге, осуществлять *познание* окружающего мира. Понятия выделяют *множества* родственных по каким-либо признакам предметов или явлений реального мира, отраженные в головах людей в виде идеальных объектов. Эти множества, называются *объемами* понятий, а число объектов, содержащихся в том или ином понятии, называется его *разнообразием*. Характерным свойством понятия является наличие в нем признаков, выделяющих некоторые идеальные объекты из их общей совокупности, принадлежащие к понятию соседнего более высокого уровня. Следовательно, понятие содержит признаки всех связанных с ним понятий более высоких уровней и, кроме того, *собственные* признаки, в совокупности образующие *содержания* понятия. На его основе, путем введения новых признаков, можно получить следующее понятие более низкого уровня и так это может идти далее до тех пор, пока не будет получен *один* конкретный объект. В результате выстраивается иерархия понятий, в которой имеются неопределяемые наивысшие понятия – *категории*, и далее по отношению к ним формируются понятия более низких уровней. Так как каждое понятие выполняет функцию выделения множества сходных по каким-то признакам идеальных объектов из остальных, то в последовательности этих понятий рано или поздно будет получено понятие, содержащее один объект, который будет представлять уже не понятие, а образ реального объекта.

Формирование понятий низших уровней в принципе может идти как угодно долго, так как процесс выделения все новых признаков из существующих понятий не имеет конца.

Наличие в объеме понятия, числа входящих в него объектов, отличного от единицы, позволяет говорить о выборе одного из них. При этом существовавшая до выбора *неопределенность* заменяется *определенностью*, которую представляет собой конкретно выбранный объект. Величина этой определенности задается *свободной информацией понятия*, равной логарифму от величины разнообразия понятия. Так как материальные объекты, входящие в объем понятия, представляются для человека только в виде идеальных объектов, то для передачи информации о них необходимо уметь их кодировать. В качестве используемых форм кодирования объектов понятий может быть выбрано письмо, графика, звук или какие-либо другие материальные явления или процессы. Каждый идеальный объект, содержащийся в объеме, образуемом понятием, может быть представлен определенным количеством свободной информации в виде кодовой последовательности. Чем больше величина разнообразия понятия, тем большее количество свободной информации будет представлено в кодируемом объекте. Если величину свободной информации понятия умножить на разнообразие понятия, то будет получена информационная *емкость* понятия.

Разность между свободной информацией исходного понятия и свободной информацией получившегося из него понятия нижнего уровня, представляет ту величину свободной информации объекта, которая приходится на реализацию нового дополнительного по отношению к признакам исходного понятия признака в понятии нижнего уровня. Свободную информацию объекта, ушедшую на создание новых признаков и соответственно новых понятий более низких уровней, будем называть *связанной* информацией объекта. Она возникает в процессе анализа свободной информации некоторого понятия, в результате которого создаются дополняющие и уточняющие признаки понятия более низкого ранга. Принципиально новая информация в нем

не появляется, а происходит лишь преобразование свободной информации в связанную информацию, количество которой, приходящейся на вновь создаваемое понятие, определяется величиной уменьшения свободной информации в понятии более высокого ранга. Для иерархического дерева понятий с учетом того, что свободная информация переходит в связанную информацию, должно выполняться правило сохранения информации в понятиях, которое можно сформулировать следующим образом:

сумма свободной и связанной информации нового признака в понятии равна свободной информации понятия соседнего более высокого ранга, к которому принадлежит данное понятие.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ ПО ЧАСТИ 1

1. Информация в силу своей метафизической общности может играть роль объединяющей основы ряда различных наук и соответствующих научных дисциплин. Она представляет собой идеальную сущность, проявляющую себя в природе с помощью ограничений. 2. В живой и неживой природе существует два вида информации – кибернетическая и физическая информация. И та, и другая информация приводит к упорядочению и самоорганизации объектов природы. Они представимы в двух формах – в виде апостериорной и априорной информации. Апостериорная информация содержится в движущихся объектах природы, а априорная - в объектах, находящихся в состоянии относительного покоя. 3. Работа при взаимодействии двух физических объектов состоит в передаче информации от одного из них к другому и, обратно, передача информации проявляется в форме работы, производимой взаимодействующими объектами. 4. В основе передачи как физической, так и кибернетической информации лежит преобразование неопределенности в определенность, выражающееся в неживой природе в виде преобразования одной из существующих возможностей в реальную действительность. Это преобразование проявляется в отрицании всех возможностей за исключением одной из них.

5. В основе окружающей природы лежит всеобъемлющее ограничение, являющееся априорной информацией и представляющее абсолютное знание. Оно находится вне материального мира и образует Абсолют (первосущность), представляющий собой идеальный источник информации, обладающий абсолютной простотой по форме и абсолютной сложностью по содержанию. Абсолют формирует абсолютный порядок, который в материальном мире проявляется в виде ограничений, представляющих собой проявление информации. 6. Наряду с Абсолютом в идеальном мире существует отличающийся наибольшей сложностью по форме и абсолютной простотой по содержанию источник абсолютного хаоса - Ничто, образующий движение в свободном виде, то есть без каких либо ограничений. 7. Источник абсолютного совместно с Абсолютом создает энергию, и затем на ее основе окружающую природу. 8. Энергия представляет собой исходную основу, с которой начала развиваться природа, и представляет собой информацию в движении. 9. Качество энергии с точки зрения эффективности и сложности выполняемой работы зависит от соотношения в ней количества информации и неупорядоченного движения - хаоса. Самым высоким качеством энергии на уровне макромира обладает человеческая мысль, а самым низким тепловая энергия. 10. Одним из важнейшим факторов природы является память, которая существует в ней с самого начала. Она органически присутствует в любой структуре, составляя ее сущность. Особой разновидностью памяти является искусственная память, разработанная человеком для собственных нужд, хотя она основывается на свойстве материальных систем обладать памятью. 11. Так как понятия отражают реальный мир, то они организовываются по его образу – имеют древовидную структуру и обладают свободной и связанной информацией. При этом для них, как и для реального мира, существует правило сохранения информации.

ЧАСТЬ 2 ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМ

ТЕМА 2.1. СИСТЕМЫ

2.1.1. Понятия о системах

Система – это на сегодня чуть ли не наиболее распространенное слово и не только в научных сферах, а и быту. Есть техническая система, социальная система, информационная система, система образования и так далее. Отсюда пошли такие слова, как системотехника, системология, системный подход и тому подобное [28-36]. Система в обыденном понимании имеет много значений, которые не всегда отражают научное понимание системы, и, иногда, даже противоречат друг другу. Однако есть свойства, которые применимы к любым системам, независимо от их природы и областей, где они изучаются. Поэтому неоднократно предпринимались попытки на основе таких интуитивно представляемых свойств дать определение понятию система. Одно из определений, в некоторой степени отражающее сущность данного понятия, выражено таким образом: *система есть множество предметов вместе со связями между предметами и между их признаками* [29,с.73]. Здесь бы следовало добавить, что это множество с помощью связей преобразуется в нечто единое целое, выступающее как объект, вещь или предмет, который может участвовать в организации новых систем в качестве составляющего их элемента. Следовательно, особое значение в данном определении имеют связи, так как по существу именно они делают из набора предметов систему. Эти связи делятся на существенные или первостепенные и второстепенные связи, которые для системы несущественны, и поэтому могут быть исключены из рассмотрения при ее исследовании. Однако, все же, данное определение не в полной мере отражает сущность системы. Поэтому задача более глубокого и детального ее определения входит в круг решаемых в данной работе задач и для ее решения предлагается использовать теорию информации. Характерным признаком системы является то,

что она состоит из частей, свойства которых отличаются от свойств системы. Эти части называются еще *подсистемами*. Если же эти подсистемы не делятся дальше на составные части, то тогда их называют еще элементами [30,с.5]. Однако все зависит от подхода исследователя, так как элементы при более детальном их анализе могут рассматриваться и как самостоятельные системы, которые состоят из своих собственных подсистем или элементов. Самой большой системой является природа, состоящая из глобальных космических систем, содержащих в свою очередь подсистемы, которые делятся на новые подсистемы, и так идет далее до монад, являющихся гипотетически первичными неделимыми элементами природы. В результате создается *иерархия* систем, в которую входит, и человек, как биологический объект, и государство, как социальная система, и многое другое. Однако не только наличие частей создает систему, важно еще и то, что ни одна из этих частей не обладает всеми свойствами системы, в которую она входит. Так, например, свойства кислорода и водорода принципиально отличаются от свойств воды, в которую они входят как составные элементы.

Важной особенностью систем является то, что они существуют в *окружении* других систем, образующих окружающую *среду*. Поэтому системы имеют входы и выходы, через которые у них образуется взаимодействие с внешним миром, в процессе которого происходит передача энергии, вещества, информации. Системы также еще характеризуются состояниями, под которыми обычно понимается *совокупность* значений их параметров. Последовательность изменяющихся во времени состояний системы характеризует динамику ее движения или процесс. Множество состояний системы может быть конечным, дискретным или континуальным. Для систем одним из характерных свойств является наличие *целостности*, что проявляется в том, что изменение одной части вызывает изменение в других частях. Однако уровень этой целостности или, как еще говорят, когерентности для разных систем может быть разным и изменяется от жесткой связи отдельных частей системы до полной их независимости. Возникает пока не

решенная задача, оценки уровня синхронизации работы систем. Системы изменяются со временем от достаточно высокого уровня целостности и организации до полной независимости отдельных ее частей, проявляющейся в ее деградации. Это свойство систем называется еще *прогрессивной факторизацией* [29, с.78]. Примером системы с прогрессивной факторизацией будет автомобиль, который постепенно в своей работе изнашивается, вплоть до полного распада на составляющие его части. Процесс обратный к прогрессивной факторизации носит название *прогрессивной систематизации* [29, с. 78]. При этом в системе устраняется анархия, и она приобретает все большее свойство целостности. Примером может быть сеть Интернет, которая в своем развитии приобрела свойства целостной системы. Иногда оба процесса факторизации и систематизации могут идти одновременно, оставляя систему в равновесном состоянии, но в конечном итоге рано или поздно деградация системы наступает - гибнут люди, государства, звезды. Важным свойством систем является также их *устойчивость* по отношению к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. Устойчивость характеризует способность системы противодействовать этим воздействиям. В этом отношении особенно полезна *отрицательная* обратная связь, которая позволяет параметрам системы оставаться в заданных границах и тем самым предохраняет систему от разбалансирования.

Если одна из подсистем системы берет на себя роль координационного центра для других подсистем и управляет ими, то такая система называется *централизованной*. Например, мозг человека выполняет такую координирующую функцию для всего человеческого организма, который по своей организации представляет в определенной степени централизованную систему. Также в Интернете существуют компьютеры или их группы, которые управляют рядом подчиненных им подсистем связи. Для централизованной системы важным фактором является требование усиленной защиты центральной подсистемы от возмущающих факторов, так как небольшие сбои в ее работе самым неблагоприятным

образом могут сказаться на работе системы. Все существующие системы можно разделить на искусственные и естественные или природные системы. Описание естественных систем – это задача физика, физиолога, социолога, химика, а искусственных - инженера. Кроме рассмотренных классов систем, системы разделяются еще на *открытые* и *закрытые* системы. Система полностью закрыта, если в ней нет, ни притока, ни оттока информации, энергии, вещества и полностью открыта, если к ней имеется свободный доступ внешних систем безо всяких ограничений. На самом деле таких систем в реальной природе нет, если не считать гипотетических идеальных систем, даже черные дыры отдают свое вещество, не говоря уж о том, что они его активно поглощают. Все известные системы, так или иначе, открыты для взаимодействия с другими окружающими системами, правда, в разной степени - есть системы близкие к закрытым системам, и есть системы близкие к полностью открытым системам. Существуют еще *адаптивные* системы, которые приспособляются к изменениям окружающей обстановки с целью достижения наивысшей своей эффективности или выживаемости, меняя степень своей открытости. Это наиболее сложные системы, так как они должны анализировать окружающую обстановку и иметь возможность активно изменять свои параметры.

2.1.2. Общая теория систем

Понятие системы широко используется в химических, физических, биологических и других науках, но для каждой из этих наук оно носит, как правило, обособленный характер, учитывающий ее специфику. Однако быстрый прогресс наук выявил общие присущие им признаки, что привело к необходимости создания общей теоретической и практической науки, которая бы учитывала эти признаки, и такая наука, хотя и с большим трудом, была создана под названием общая теория систем [31]. Например, такая наука в технике может рассматривать человеко-машинные системы, охватывающие довольно разные по своей сложности и структурам системы, в которые входят люди, вычислительная техника и

исполнительные устройства [32-35]. В основу общей теории систем был положен метод аналогий, приводящий к моделированию реальных чрезвычайно сложных систем упрощенными их моделями. Затем после анализа этих моделей делается вывод о поведении моделируемых ими систем. Основным требованием к общей теории систем является то, что она должна создаваться на основе понятия абстрактной системы и охватывать все известные системы, например, такие, как системы связи, системы управления, теорию алгоритмов, адаптивные системы и другие подобные системы [28, с.19-21,35,36].

За основу абстрактной системы обычно берется математическая модель, использующая теорию отношений и теорию структур. Обобщенная система обычно рассматривается как *замкнутая* (закрытая) система, характеризующаяся «абсолютной устойчивостью к изменениям окружающей среды» [28,с.185]. Предполагается, что «существует одна и только одна обобщенная система... Эта обобщенная система оптимальна... Общая теория систем есть методология поиска обобщенной системы... Поиск обобщенной системы становится все более затруднительным с течением времени и никогда не завершится» [28, с.186].

В то же время наряду с чисто математическими подходами к созданию общей теории систем используется теория информации. Обычно под информацией в теории систем понимают совокупность сведений о чем-либо, в том числе предназначенных для их хранения, передачи и переработки, имеющих также форму данных в виде цифр, графиков, получаемых при сборе и обработке каких-либо сведений. Для биологических систем информация – это сигналы об окружающем мире, которые необходимы для их жизнедеятельности, а также химически закодированные сигналы на уровне клеток. В философии, кибернетике и математике информация характеризует меру организации системы [29,с.56]. Также предлагается все, что нас окружает, считать кодом чего-то, что представляет информацию [29,с.58.]. Более того, считается, что и обмен веществ в системах представляет собой обмен информацией и по этому

поводу введен даже термин информационный метаболизм [29,с.60]. В данной работе для построения общей теории систем также используется теория информации, однако она берется не в вероятностно-статистической форме, а в структурной. Это позволяет не отвлекаться на вопросы, связанные со статистическим характером процессов в реальных системах, а сосредоточиться на главных структурных особенностях их работы.

Особое значение для систем имеют *структурные* особенности, которые характеризуют взаимодействие составных частей между собой. Под структурой понимают *множество всех возможных отношений между подсистемами (элементами) внутри системы* [29,с.76]. Следовательно, основным фактором формирования структуры системы является образование отношений между ее элементами. Отношения, а значит и структуры в системах, могут быть *детерминированными*, если состояния одних элементов систем полностью определяют состояния других их элементов, и *вероятностными*, если состояния одних элементов систем определяют состояния элементов других систем с определенной долей вероятности [29,с.77]. Также имеются структуры, причем их имеется наибольшее количество, когда между их элементами устанавливаются *детерминировано-вероятностные* отношения.

Системы делятся на *иерархические, неиерархические* и *смешанные* системы. Иерархической называется система, в которой каждая ее подсистема, имеет подчиненные ей подсистемы, за исключением подсистемы нижнего уровня, состоящей из далее неделимых элементов. В неиерархической системе каждая подсистема без какого-либо подчинения взаимодействует непосредственно с другой. К смешанной системе относится система, в которой имеется оба приведенных выше типа взаимодействия [29,с.79-82]. Особое значение для систем имеет степень их устойчивости, зависящая в первую очередь от их состояний, в которых они находятся. Эти состояния могут быть *равновесным* и *неравновесным*. Соответственно и системы делятся на *равновесные* и *неравновесные* системы. К системам с

равновесным состоянием относятся объекты - вещи, тела, предметы, находящиеся в относительном покое и обладающие повышенной устойчивостью к внешним неблагоприятным факторам. Однако внутри таких систем не может передаваться информация и выполняться работа. Неравновесные же системы представляют собой одновременно энергетические и информационные системы и поэтому их элементы способны передавать информацию и выполнять работу. Так, заряженный аккумулятор и две грозовые тучи – это неравновесные системы, которые после их разряда и выполнения в его процессе работы превращаются в равновесные системы или объекты природы. То же относится к взведенному курку, натянутой тетиве лука, патрону в патроннике, подготовленному для передачи сообщению. Неравновесные системы способны к активной работе и в ее процессе под воздействием внешних факторов могут относительно легко преобразовываться в равновесные системы.

Основу структур составляют связи. Их основное свойство – это организация непосредственного *взаимодействия* между элементами систем. Связи появляются там, где обнаруживается зависимость одного элемента системы от другого. При отсутствии такой зависимости система преобразуется в набор ничем не связанных между собой элементов и является дезорганизованной системой с *простейшей* структурой. Такой системе присуща максимум энтропии и полная анархия. Связи зависят от вида систем и могут быть информационными, физическими, химическими, биологическими и т. д. Кроме того, они делятся на *прямые* и *обратные*, а последние в свою очередь на *положительные* и *отрицательные*. Прямые связи также делятся на связи усиливающие, ограничивающие, преобразующие [29,с.84].

Каждая система, так или иначе, имеет информацию о своей структуре и окружающей обстановке, говоря другими словами, обладает *тезаурусом* (сокровищницей) знаний, накопленных системой. [29,с.104]. Тезаурус является информационным ресурсом системы, определяющим способность системы распознавать ситуацию и управлять ею,

что абсолютно необходимо для эффективной работы системы и ее самосохранения. Иногда считается, что физическая система не обладает тезаурусом [29,с.120], что не соответствует истине, так как без тезауруса, то есть априорной информации, никакая система существовать не может, в том числе и физическая. Это заблуждение вызвано в недостаточной мере осознанием всеобщности понятия информации, рассмотренного выше в данной работе.

ТЕМА 2.2 ДВИЖЕНИЕ В СИСТЕМАХ

2.2.1. Свободное движение

Каждая реальная система природы характеризуется некоторым набором своих параметров – температурой, размерами, скоростью движения и так далее. Совокупность значений этих параметров, взятая в конкретный момент времени, называется *состоянием* системы. Состояния системы делятся на *разрешенные* или *свободные*, в которых система может свободно находиться, и *запрещенные* или *несвободные*, в которых система находиться не может, но могла бы находиться при отсутствии ограничений. Свободные состояния системы, формируются свободными состояниями ее элементов, - атомов, молекул, людей и так далее, взятыми в фиксированный момент времени. Свободные состояния *равновероятным* образом изменяются, что приводит к *свободному* движению системы. Оно характеризуется *степенью* свободы, которая представляет *число* свободных состояний системы, называемое еще *разнообразием* системы [8]. Запрещенные состояния, вызываются *ограничениями*, уменьшающими число свободных состояний системы в пределе до одного. Система, которая не содержит ограничений, будет называться *простейшей*, а ее движение – *свободным*. В такой системе каждый элемент в каждый фиксированный момент времени принимает *независимо* от других элементов *одно* из возможных своих состояний. Очевидно, что в этой системе отсутствуют *связи* между элементами, и соответственно она обладает *простейшей*

структурой. Для простоты моделирования таких систем будем предполагать, что они состоят из ограниченного количества n элементов, каждый из которых обладает конечным числом $m \geq 1$ возможных состояний. Такие системы хотя и относятся к *простейшим* системам, но входящие в их состав реальные объекты, например, молекулы или атомы, отделены друг от друга границами и вследствие этого обладают *различными* между собой элементами, имеющими границы, а сами элементы – отдельными состояниями. Поэтому говорить, что в простейшей реальной системе нет ограничений, можно лишь условно, понимая, при этом, что речь идет лишь об отсутствии ограничений на возможные отдельные состояния системы, в отличие от *идеальной* простейшей системы - Ничто, где отсутствуют вообще какие-либо ограничения в принципе.

Движение, близкое к простейшему, присуще многим системам природы. Примерами такого движения может быть движение n твердых частиц, находящихся в жидкости, – броуновское движение, в котором каждая частица, обладая свободой движения, с равной вероятностью может двигаться в любую сторону. Эти частицы представляют элементы системы, а возможные движения в объеме жидкости – их степени свободы. Конкретное их распределение в жидкости в тот или иной момент времени представляет собой *состояние* системы. Близким к простейшей системе может быть также баллон с газом, каждая молекула которого располагается с равной вероятностью в любом месте баллона. Здесь по аналогии с броуновским движением состоянием газа может быть распределение молекул в объеме баллона, хотя в качестве состояний системы могут быть взяты и другие параметры свободного движения газа, например, распределение скоростей движения молекул газа в объеме баллона. В искусственных системах простейшим движением обладает, например, генератор равновероятных чисел. Характерным свойством этих и подобных им систем, обладающих только свободным движением, является то, что они не могут напрямую выполнять работу. И все же в подобных системах присутствует движение, например, тепловое, которое, при определенных условиях может быть

преобразовано в работу. Подобное свободное движение имеется также и в плохо организованной группе людей и даже в экономической системе. Правда, следует помнить, что в реальности все приведенные примеры свободного движения, хотя и близки к простейшему свободному движению, но не отражают его полностью, так как в реальных условиях всегда существуют факторы, нарушающие его в той или иной степени и привносящие элементы организации.

В идеальном случае будем считать, что каждый из n элементов простейшей системы может в каждый момент времени с *равной* вероятностью принимать одно состояние из *целого* числа m состояний. В результате каждое последующее состояние элемента не будет зависеть от предшествующего ему состояния. Сама же система будет иметь

$$N = m^n \quad (10)$$

равновероятных состояний, где $N=1, 2, \dots$.

Модель простейшей системы может быть построена на основе кода, равновероятно порождаемого алфавитом знаков m , содержащего в своем составе все возможные кодовые комбинации длины n . Такой код будем называть *простейшим*, как, например, код с $n = 3$ и $m = 2$, представленный кодовыми комбинациями, генерируемыми с равной вероятностью, - 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111. Появления нуля или единицы в любом разряде комбинации этого кода происходит, очевидно, так же, как и в самой кодовой комбинации, с равной вероятностью, что видно и с рисунка 1, в котором с каждой вершины выходят две равнозначные ветви, одна из которых кодируется 0, а другая 1.

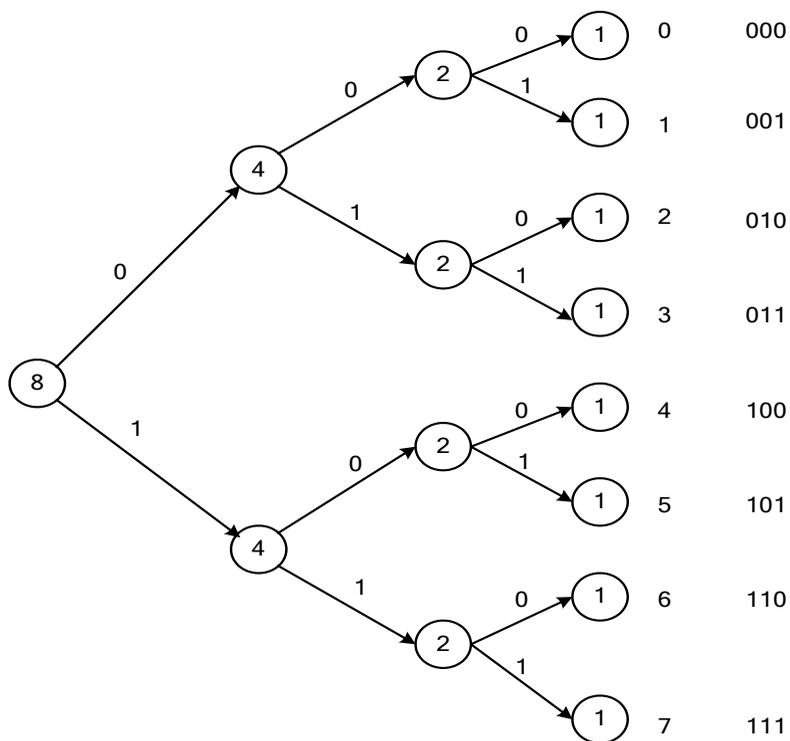


Рис.1. Пример структуры простейшего кода

В результате появления в кодовых комбинациях цифр 0 и 1 с вероятностями равными 0,5 они становятся независимыми от предшествующих цифр старших разрядов, что соответствует простейшему свободному движению элементов системы, при котором их переходы из одних состояний в другие *равновероятны*. Однако если бы какие-либо ветви в приведенной структуре простейшего кода отсутствовали, то структура бы дерева усложнилась, и между ее вершинами появились бы вероятностные связи, и соответствующее свободное движение стало бы *вероятностным*. Например, если хотя бы одна вершина на последнем ярусе дерева отсутствовала, то тогда число вершин в нем вместо 8 стало бы равным 7, и в результате произошло бы перераспределение вероятностей появления тех или иных

вершин в дереве. Так, вероятность ветви структуры кода на рисунке 1 первого яруса, кодируемой 0, могла бы быть в этом случае равной $3/7$, а кодируемой 1 – $4/7$, или наоборот, но не 0,5, как это было для исходной простейшей структуры.

Чтобы перейти к моделированию с помощью приведенного в примере дерева простейших физических систем, например, распределения 3 молекул газа в пространстве из 6 подпространств (клеток) баллона нужно определиться с реальными двумя состояниями этих элементов и восьмью состояниями системы. Будем считать, что состоянием каждой из молекул является нахождение ее в одном из двух равноценных по объему пространств, кодируемых 0 и 1. Если молекула перешла в верхний объем состоящего из 3 подпространств, кодируемого 0 пространства, то она находится в нулевом состоянии, а если в нижний объем, кодируемый 1, то в единичном состоянии. Таким образом, если все три молекулы, например, собраны в верхнем объеме пространства, то это соответствует нулевому состоянию системы, а если в нижнем, то единичному состоянию. Аналогично можно получить и остальные шесть из восьми состояний системы, образуемых тремя молекулами газа (см. рис. 2).

| | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | * | * | * | 0 | * | * | |
| 1 | | | | 1 | | | * |
| 0 | * | | * | 0 | * | | |
| 1 | | * | | 1 | | * | * |
| 0 | | * | * | 0 | | * | |
| 1 | * | | | 1 | * | | * |
| 0 | | | * | 0 | | | |
| 1 | * | * | | 1 | * | * | * |

Рис. 2. Распределения состояний системы из 3 молекул в 2 объемах пространства

Как следует из этого рисунка, вероятности появления молекул в нулевом или единичном объеме пространства равны между собой. Они встречаются в них одинаковое число раз – 12. Если же число состояний m каждого из трех элементов будут больше, чем 2, например, равно 10, то и число объемов пространства, в которых может находиться каждая молекула газа, будет таким же, равным 10, и соответственно число состояний N системы станет равным 1000. Такое же количество вершин будет иметь и последний ярус дерева на рисунке 1. Как видим, кодовые деревья вполне могут быть использованы для моделирования реальных природных систем.

В данной модели существует ограничение, состоящее в том, что в одной клетке пространства из 6 клеток запрещено нахождение более одной молекулы газа. Оно, наряду с ограничением объема пространства 6 клетками, дает возможность построить дискретную модель движения газа из 3 молекул в замкнутом пространстве. Полезность модели простейшей реальной системы состоит в том, что с нее, путем введения тех или иных ограничений, можно получать модели систем реальной природы. Как это можно сделать, будет рассмотрено ниже.

2.2.2. Информационная модель простейшего свободного движения

Количество информации, содержащейся в одном состоянии системы из двух с использованием меры Хартли:

$$i = \log_2 N. \quad (11)$$

Основанием логарифма в этой мере было выбрано число 2, и таким образом была установлена единица измерения информации – бит. Кроме этой единицы измерения, применяется и другая логарифмическая единица – нат, аббревиатура которой взята от слова *натуральный* логарифм. В ней количество информации определяется как

$$i = \ln N. \quad (12)$$

Основание логарифма можно взять равным и N , но в таком случае каждому состоянию системы следует придумать свой особый знак - «иероглиф», который к тому же еще надо запомнить. В результате количество свободной информации в системе будет определяться одним знаком, хотя пользоваться такими знаками практически невозможно, так как их число для реальных систем слишком велико. Также возможно использование в качестве основания логарифма число букв в алфавите того или иного языка, и тогда количество информации будет определяться числом букв в кодовой последовательности, представляющей текстовые сообщения, написанные на данном языке. Как видим, обычные тексты в неявном виде уже задолго до меры Хартли использовали логарифмическую меру информации. Это значит, что на самом деле логарифмическая мера информации не привнесла ничего принципиально нового в теорию информации, а лишь расширила известное, существовавшее тысячелетиями, понимание меры информации как числа букв в текстах сообщений до числа в них бит. Поэтому и рассматриваемые ниже информационные модели реальных систем могли бы быть в принципе получены без логарифмической меры, но ее

наличие позволяет сделать построение таких моделей более компактным и универсальным, что достаточно важно для практического их использования.

Двоичная логарифмическая мера информации имеет тот практический смысл, что она позволяет измерять количество бит, необходимых для представления *одного* из N возможных состояний системы в виде двоичной кодовой комбинации. Такое кодирование состояний широко используется в кибернетических системах, так как позволяет выразить их с помощью всего двух цифр. При этом выражение (11), определяющее количество двоичных знаков, необходимых для полного описания состояния системы, дает одновременно и метод его кодирования, который состоит в расположении кодовой комбинации в виде последовательности двоичных знаков длины n , так, чтобы любая другая последовательность в коде имела бы другую их последовательность. Этот метод практически и был реализован в приведенном выше на рис. 1 примере кодирования элементов в простейшей системе кодирования, состоящей из 3 элементов с 2 состояниями. В физических системах состояния кодируются более сложно - конкретными значениями параметров физических величин, но и эти параметры можно представить с помощью последовательностей двоичных знаков, выражающих логарифмическую меру информации. Так что и физические системы, так или иначе, можно связать с данной мерой информации.

Для многих практических задач, где используется свободная информация простейшей системы, бывает важно, наряду с ней, также определить и *общую* величину свободной информации в системе, содержащейся во всех возможных состояниях системы из N элементов,

$$I = Ni = N \log_2 N . \quad (13)$$

Особенностью свободной информации простейшей системы является то, что на нее не могут оказывать неблагоприятное воздействие какие-либо внешние или внутренние помехи, так как все состояния системы, в которых она может находиться, разрешены. Поэтому, если помеха и переведет состояние системы, в котором она находится, в какое-то другое свободное состояние, то оно, являясь разрешенным, не сможет быть представлено как ошибочное. С этой точки зрения простейшую систему, выполняющую в системе передачи роль источника информации, можно в принципе заменить генератором равновероятных случайных чисел и перенести его в приемник информации, и тогда задача передачи информации потеряет свою актуальность. Передача информации приобретает значение только тогда, когда в источнике информации присутствуют наряду со свободными также и *запрещенные* состояния и соответственно в нем появляется структура. В этом случае для приемника кибернетической информации представляют интерес только свободные состояния, которые выделяются из общего числа состояний соответствующего источника информации.

Обратим внимание на то, что простейшая система содержит одно важное ограничение, *внешнее* по отношению к ее элементам, – число ее состояний $N = 1, 2, \dots$. Поэтому оно образует *границу* системы и одновременно ее *форму*. Без такой границы и формы, объединяющей все n элементов системы в единое целое, простейшую систему нельзя было бы назвать *системой*. Реальных же систем, которые бы не содержали границ и форм, в природе не существует вообще, за исключением, возможно, Вселенной. Количество информации, содержащейся в границе простейшей системы, определяется логарифмом числа возможных значений N , которые она может принять, а это число не имеет предела. Именно из-за большой величины информации, содержащейся в границе системы, она приобретает особую устойчивость по отношению к влияниям окружающей среды. Очевидно, что нет теоретических границ этой прочности, хотя всегда имеются ее практические границы. Особенной прочностью

отличаются монады, представляющие Абсолют, структура которого состоит из одной связи, одновременно являющейся их границей и формой. По этой причине у монад, кроме границ, нет другой структуры и другой формы, а также отсутствует свободное движение.

Пример 1. Допустим, что система состоит из 3 элементов, каждый из которых может находиться в двух состояниях 0 и 1, то есть значение $n = 3$, а $m = 2$. Данная система была ранее приведена на рисунке 1 в виде дерева с простейшей структурой. Тогда общее число состояний N системы определится из формулы (10) и будет равно 8. Из формулы (11) также вытекает, что свободная информация одного состояния системы равна 3 битам. Это говорит о том, что его можно представить кодовой комбинацией, содержащей три двоичных знака. Тогда все состояния системы можно записать в виде 8 кодовых последовательностей - 000, 001, ..., 111. Формула (13) определяет количество информации, которое необходимо для идентификации (распознавания) любого из 8 состояний системы, – *общую* величину свободной информации системы, равную 24 битам.

2.2.3. Движение с ограничениями

Как говорилось выше системы природы, кроме свободного движения, обладают еще границами и формами, которые можно формально определить как *устойчивые образования, отделяющими одни системы от других*. С помощью форм проявляется внешнее различие между объектами природы, а объекты окружающего мира, воспринимаются как «вещи для нас» (феномены), границы же отделяют одни системы от других, защищая их при этом от внешних воздействий. Существующее в этих объектах свободное движение является их содержанием и существует оно практически во всех реальных системах природы, за исключением монад, однако далеко не всегда в простейшей форме, так как наряду со свободной информацией большинство из этих систем содержит *структурную*

информацию, уменьшающую величину свободного движения в простейшей системе. Хотя именно это движение, представляющее параметры систем, часто используется для передачи информации различным приемникам, которыми могут быть как естественные, так и искусственно созданные человеком объекты природы. Эта информация, например, воспринимается дешифрирующими блоками цифровых автоматов. Также и у человека есть сложнейшие системы, решающие задачу распознавания и идентификации входных сигналов. В естественных системах, например, обычном камне, тоже должна быть система, воспринимающая, пусть и на примитивном уровне, сигналы от других систем, и затем передающая их остальным его элементам. Например, камень, если к нему внимательно присмотреться, имеет следы внешних воздействий на него других тел, например солнечного излучения, во время которых происходила передача апостериорной информации, повлиявшая на внутреннюю структуру камня и его физико-химические характеристики. Однако свободное движение простейших систем за счет наличия в этих системах ограничений претерпевает изменение в сторону его *уменьшения*, что проявляется в уменьшении их разнообразия, то есть числа свободных *равновероятных* состояний. Слово равновероятных здесь выделено не случайно, так как в данном случае рассматриваются только ограничения, которые запрещают ряд состояний простейшей системы, но не влияют на их вероятность – *детерминированные* ограничения. В результате действия этих ограничений на состояния простейшей системы появляется движение, несущее, кроме свободной информации, еще и структурную информацию.

Уменьшим число состояний – *разнообразие* простейшей системы, с помощью введенных в нее *ограничений*, от величины N до некоторого числа $M \leq N$, преобразовав ее тем самым в более сложную систему с ограничениями. Величина $M = 1, 2, \dots, N$ определяет, при этом, число *разрешенных*, а величина $N - M = N - 1, N - 2, \dots, 0$ – число *запрещенных* состояний такой системы. Рассмотрим далее

отношение числа (разнообразия) M разрешенных состояний системы с ограничениями до числа N разрешенных состояний соответствующей ей простейшей системы, в которую были введены ограничения:

$$P = \frac{M}{N}. \quad (14)$$

Очевидно, что это отношение характеризует вероятность того или иного состояния простейшей системы быть разрешенным состоянием. При величине разнообразия $M = N$, то есть отсутствии ограничений на свободу движения, вероятность того, что взятое случайным образом состояние простейшей системы будет разрешенным, равно 1. В таком случае все элементы системы имеют возможность свободно двигаться, как, например, детали разобранного на части автомобиля, то есть система имеет *максимальную* свободу движения.

При минимальном числе разрешенных состояний $M = 1$, когда системе разрешено находиться только в *одном* из N возможных состояний, вероятность того, что выбранное наугад состояние системы будет разрешенным, равно $\frac{1}{N}$, то есть система имеет *минимальную* свободу движения. В этом случае, все элементы системы связаны между собой, как, например, детали того же автомобиля, которые неподвижно укреплены на его шасси. Правда, эти детали можно переставлять на шасси $n!$ различными способами, но от этого свобода движения деталей не меняется, так как разрешенной является только одна перестановка из $n!$. Это две крайние точки возможных вероятностей разрешенных состояний, в которых может находиться система. Но имеется и много промежуточных значений вероятностей P , находящихся между двумя приведенными. При этом, чем больше будет величина вероятности P , тем большее число состояний

системы будет разрешенными состояниями, и тем большей свободой движения, в конечном итоге, она будет обладать.

Существует и другая вероятность, которая определяет *вероятность* того, что состояние системы относится к запрещенным состояниям:

$$\bar{P} = 1 - P = 1 - \frac{M}{N} = \frac{N - M}{N}. \quad (15)$$

Оно будет показывать степень ограничения свободы движения системы, то есть степень ее несвободы. Из (14,15) далее следует, что

$$\bar{P} + P = 1. \quad (16)$$

Наличие вероятностей, характеризующих свободу и несвободу состояний системы, позволяет вычислить среднее количество информации, содержащейся в *сообщении* о состоянии системы – запрещенное оно или свободное:

$$\eta = -(P \log_2 P + \bar{P} \log_2 \bar{P}). \quad (17)$$

Такая информация может представить интерес, так как величина разнообразия M реальных систем меняется в процессе их взаимодействия с другими системами. А эту информацию часто надо хранить или передавать другим системам. Очевидно, что максимальное значение информации, которое может быть получено $\eta = 1$ бит. Это значит, что предположительно 50% состояний системы будет разрешенным и такое же их количество будут запрещенным. В то же время, если известно, что величина $M = N$, то есть $P = 1$, и все состояния системы являются разрешенными, то тогда в сообщении о свободе движения того или иного состояния системы не будет содержаться информации. В других случаях информация в сообщениях о числе разрешенных состояний будет содержаться в разных

количествах, что позволяет производить ее сжатие. Поэтому, зная величину η , можно разработать алгоритм для эффективной передачи информации о состояниях системы.

Например, допустим, что в рассмотренном выше коде из 8 комбинаций 4 кодовые комбинации запрещены и соответственно 4 разрешены. Тогда вероятность $P = \bar{P} = 0,5$, и соответственно среднее количество информации в сообщении о свободе движения $\eta = 1$ бит. Это значит, что анализ кодовой комбинации на предмет ее свободы или несвободы будет давать каждый раз 1 бит информации. Если таких комбинаций будет получено 10, то соответственно будет выработано и 10 бит информации. Они расположатся в виде последовательности из 10 двоичных знаков, в которой число единиц и нулей в среднем для разных последовательностей будет примерно равным. Сжать такие последовательности практически невозможно. Совершенно иная картина будет в случае, когда будут запрещены 6 комбинаций из 8. Здесь $\eta = 0,25$ бит и, соответственно, существует возможность, при многократной передаче таких сообщений, значительного сжатия информации, где-то в среднем до 4 раз.

Ограничения на состояния, в которых могут находиться элементы системы, приводят к появлению связей между ними и, соответственно, к ограничению возможных состояний системы. Если состояние какого-либо одного элемента системы *всегда* совпадает с состоянием другого, то такая зависимость и соответствующая ей связь является *детерминированной* и, следовательно, система, содержащая только такие связи, будет *детерминированной* системой, так как в ней все состояния, кроме *одного*, будут запрещены. Хотя такие системы в реальной жизни в чистом виде не встречаются, однако существует много близких к ним систем, например, когерентный пучок света. Если же состояние хотя бы одного из элементов системы может совпасть с состоянием другого элемента с вероятностью большей 0 и меньшей 1, то это значит, что между этими состояниями возникла *вероятностная* связь, но при этом состояния самой системы

могут генерироваться с равной вероятностью. В сказанном легко убедиться на примере простейшей системы, представленной на рисунке 1. Если запретить в ней хотя бы одно состояние из 8, как сразу произойдет перераспределение вероятностей между вершинами дерева, моделирующими состояния элементов системы, но сами вероятности состояний системы с ограничениями останутся равными между собой, хотя и уменьшатся с величины $1/8$ до $1/7$.

Основная разница между детерминированными и вероятностными связями состоит в том, что детерминированные связи устанавливают жесткую однозначную связь между состояниями элементов системы, а вероятностные предполагают связи между ними с разной вероятностью. Например, бензозаправщик в воздухе совместно с самолетом, который он заправляет, образует систему с связью близкой к детерминированной. Также, если один человек всегда появляется в определенном месте с другим человеком, то тогда можно говорить о детерминированной связи между ними, а если часто, но не всегда, то тогда речь идет о вероятностной связи. Также, если в тексте одно слово всегда сопровождается другим, то тогда можно говорить о детерминированной связи между этими словами, а если иногда, то о вероятностной связи. Собственно, одна из основных задач науки состоит в том, чтобы устанавливать и исследовать подобные связи, и не только науки, так как такие задачи есть и в практической жизни - у следователя, экономиста, инженера.

В простейшей системе отсутствуют вообще какие-либо связи между состояниями ее элементов. Это приводит к полной независимости движения элементов простейшей системы, а значит, к наибольшей свободе их движения. При всех остальных вариантах совместного движения элементов имеют место *вероятностные* связи между их состояниями, вплоть до *детерминированных* связей. Однако чисто детерминированные или вероятностные связи между состояниями элементов на практике встречаются редко. Больше существует систем, в которых между одними

состояниями их элементов наблюдаются *детерминированные*, а между другими *вероятностные* связи.

Образование детерминированных и вероятностных *связей* между элементами простейшей системы приводит к формированию на ее основе структуры новой системы. *Структура* - это относительно устойчивое образование, основанное на связях между элементами системы. Следовательно, связи, уменьшая величину свободного движения элементов, и частично или полностью *поглощая* его, образуют структуры и тем самым придают системам устойчивость. В соответствии с видами связей между элементами систем будем различать два вида их структур – *детерминированные* и *вероятностные*. Детерминированная структура образует основу любой системы в виде ее *неподвижного* каркаса, придавая ей форму и образуя границы, а вероятностная структура, придает системе внутреннюю свободу движения и гибкость.

Наиболее простой вероятностной структурой будет структура *простейшей* системы, в которой связи между ее элементами отсутствуют вообще. В то же время такой объект как гранит или алмаз – это система близкая к полностью детерминированной системе, так как в ней практически отсутствуют свободные движения элементов. Код, состоящий из одной комбинации, – это также пример детерминированной системы, так как в нем наблюдается детерминированная связь между его элементами, а код, имеющий число комбинаций больше единицы, если он не простейший, содержит одновременно, и детерминированную, и вероятностную структуру.

ТЕМА 2.3

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ

2.3.1. Структурная информация

Введем в *исходную* простейшую систему, имеющую N состояний и соответственно свободную информацию $i = \log_2 N$ ограничения, уменьшающие число ее состояний до величины M . Очевидно, что в таком случае данная простейшая система потеряет часть, а то, в особых случаях, и все свои свободные состояния, преобразуясь в результате в систему с $N - M$ запрещенными состояниями. Тогда из полученной системы с ограничениями можно выделить *новую* простейшую систему, но уже со свободными M состояниями, не имеющими ограничений. Эта система так же, как и исходная простейшая система, будет содержать только *свободную* информацию, однако уже в меньшем количестве:

$$i^* = \log_2 M. \quad (18)$$

Соответственно *общая* величина свободной информации исходной простейшей системы уменьшится от величины $I = N \log_2 N$ до величины *общей* свободной информации новой простейшей системы с M состояниями, не содержащей ограничений

$$J = M \log_2 M. \quad (19)$$

Получим разность между общей величиной свободной информации исходной простейшей системы I и общей величиной свободной информации новой простейшей системы J , и определим ее как *структурную* информацию:

$$S = I - J = N \log_2 N - M \log_2 M. \quad (20)$$

Именно эта информация образует структуры систем природы во всем их разнообразии, так как она ограничивает свободное движение исходных простейших систем, создавая при этом новые системы с ограничениями. Обратим внимание на то, что образование структурной информации происходит в результате появления *связанной* информации, образующей связи систем. Ее величина:

$$s = i - i^* = (\log_2 N - \log_2 M). \quad (21)$$

Как видно из равенства (20), сумма величин структурной информации S и общей величины свободной информации новой простейшей системы J , входящей в систему с ограничениями, всегда равна величине общей величине свободной информации I исходной простейшей системы. Данное условие по существу означает правило сохранения информации. Из этого правила следует, что часть свободного движения системы с ограничениями равно S консервируется в связях ее структуры, а при их разрыве появляется снова в системе в исходном количестве. Другими словами, количество движения в системе *сохраняется*. Это правило достаточно важное, так как оно приводит к правилу сохранения энергии и других известных и возможно еще неизвестных правил сохранения в природе. Кроме того, оно объясняет, почему всегда при выполнении механической работы выделяется тепло.

Структурная информация состоит из двух тесно связанных между собой видов информации - *детерминированной* и *вероятностной*. И тот и другой вид структурной информации встречается одновременно в большинстве структур реальных систем с ограничениями, то ли искусственных, то ли естественных. Поэтому исследование этих видов информации представляет интерес, как при анализе, так и при синтезе структур систем, и, прежде всего, с точки зрения оценки их работоспособности и сохранности. С целью получения данных видов информации запишем выражение (20) в следующем образом:

$$\begin{aligned}
 S = I - J &= N \log_2 N - M \log_2 N + M \log_2 N - M \log_2 M = \\
 &= I - I^* + I^* - J
 \end{aligned} \quad (22)$$

где

$$I^* = M \log_2 N \quad (23)$$

- общая величина свободной информации системы с ограничениями. Тогда

$$S = S_d + S_v, \quad (24)$$

где величину

$$S_d = I - I^* = N \log_2 N - M \log_2 N = (N - M) \log_2 N \quad (25)$$

определим как *детерминированную* информацию структуры новой системы, а величину

$$S_v = I^* - J = M(\log_2 N - \log_2 M) = Ms \quad (26)$$

как ее *вероятностную* информацию.

Так, если в простейшей системе, представленной на рис. 1, число кодовых комбинаций уменьшить с 8 до 4, оставив, например, комбинации 000, 001, 010, 011, то на их основе будет получена новая простейшая система с 4 равновероятными состояниями. Ее свободная информация $I^* = \log_2 4 = 2$ битам, а общая величина свободной информации, не учитывающая ограничения, $J = 4 \log_2 4 = 8$ бит. Общая величина свободной информации новой простейшей системы, учитывающей ограничения, $I^* = 4 \log_2 8 = 12$ бит. В новой системе с ограничениями появится структурная информация

$S = I - J = 8 \log_2 8 - 4 \log_2 4 = 16$ бит, которая пойдет на построение ее структуры, как детерминированной $S_d = I - I^* = 24 - 12 = 12$ бит, так и вероятностной $S_v = I^* - J = 4$ бита.

Очевидно, что если в выражении (11) $M = N$, то структурная информация $S = 0$, и в этом случае будет получена исходная простейшая система с максимальным количеством *свободной* информации и соответственно свободного движения в ней. Если же разнообразие системы уменьшится до величины $M = 1$, то величина структурной информации станет равной $S = N \log_2 N$, и исходная простейшая система превратится в детерминированную систему, состоящую из одной последовательности элементов, все связи, между которыми будут обездвижены. Так как в данном случае структура системы с ограничениями будет детерминированной, то и содержащаяся в ней структурная информация будет также детерминированной. В этом случае система будет содержать *нулевое* количество свободной информации и соответственно свободного движения.

2.3.2. Детерминированная информация

Между двумя крайними точками M , $1 \leq M \leq N$, находится множество различных систем, содержащих в своем составе детерминированную S_d и вероятностную S_v информацию. Детерминированная информация – это информация, создающая основу системы, в виде ее границы и формы. С ее помощью любое появившееся в системе с ограничениями состояние, принадлежащее к $N - M$ запрещенным состояниям, будет обнаружено и при необходимости устранено. Тем самым поддерживается устойчивость системы к внутренним и внешним неблагоприятным факторам, воздействующим на систему, что необходимо для физического существования, как искусственных кибернетических, так и естественных систем.

Полученную в выражении (25) детерминированную информацию структуры системы с ограничениями представим чисто формально в виде суммы двух информаций, идущих на построение детерминированных структур *первого* и *второго* рода S_d^* и S_d^{**} :

$$\begin{aligned} S_d &= S_d^* + S_d^{**} = (N - M) \log_2 N = \\ &= (N - M) \log_2 M + (N - M)(\log_2 N - \log_2 M) \quad (27) \\ &= (N - M) i^* + (N - M) s. \end{aligned}$$

Первое из слагаемых приведенного равенства

$$S_d^* = (N - M) \log_2 M \quad (28)$$

определяет величину структурной информации, содержащуюся в $N - M$ детерминированных связях структуры системы, противодействующую стремлению свободного движения выйти из границы системы, а второе

$$S_d^{**} = (N - M)(\log_2 N - \log_2 M) = (N - M) s \quad (29)$$

задает величину оставшейся структурной информации в этих связях, организующую сопротивление системы внешним возмущающим воздействиям. В каждой из $N - M$ детерминированных связей такой системы, как следует из равенства (27), содержится свободная $i^* = \log_2 M$ и связанная $s = (\log_2 N - \log_2 M)$ информация, суммарное значение которых равно $\log_2 N$ бит. С уменьшением M , прочность структуры системы по отношению к внешним воздействиям повышается и достигает максимума при величине $M = 1$. Свободное движение в системе в этом случае примет значение равное нулю. Из этого следует, что прочность монады, в которой по определению отсутствует свободное движение, а

величина N беспредельна, достигает прочности равной бесконечности. Очевидно, что при значении $M = N$ прочность системы достигает равенства нулю.

Приведенные равенства распространяются на описание любых систем природы. Например, на стенки баллона с одной стороны оказывает давление свободное движение содержащегося в нем газа, а с другой - внешняя среда. Поэтому баллон должен иметь возможность выдерживать как внутренне, так и внешнее давление, например, атмосферное, первое из них зависит от выражения (28), а второе - (29). Также разрешенные комбинации любого кода с ограничениями не смогут переходить в запрещенные комбинации, так как этому противодействует система защиты от ошибок, которая моделируется уравнением (28). С другой стороны, эта система защиты может сама оказаться под воздействием внешних помех, и поэтому она должна быть защищена от них с помощью соответствующей системы, которая описывается равенством (29).

Проиллюстрируем полученные формулы (28,29) на конкретном примере, который был частично рассмотрен выше. В нем было задано число элементов $n = 3$, каждый из которых мог принять $m = 2$ состояния. В итоге простейшая система, в которой не было запрещенных состояний, имела $N = 8$ состояний. После ввода в данную систему ограничений, число разрешенных комбинаций в ней уменьшилось до 4. Тогда количество информации, кодирующее свободное состояние системы с ограничениями, стало равным $i^* = \log_2 4 = 2$ бита, а величина свободной информации соответствующей ей новой простейшей системы $J = 4 \log_2 4 = 8$ бит. Разница $S = I - J = 24 - 8 = 16$ бит составляет при этом величину структурной информации, содержащейся в простейшей системе с введенными в нее ограничениями. В нее вошла детерминированная информация $S_d = I - I^* = 8 \log_2 8 - 4 \log_2 8 = 4 \log_2 8 = 12$ бит и вероятностная $S_v = I^* - J = 4(\log_2 8 - \log_2 4) = 4$ бита.

Детерминированная информация в свою очередь в соответствии с выражениями (28,29) содержит информацию

$$S_d^* = (8-4)\log_2 4 = 8 \text{ бит} \quad \text{и}$$

$$S_d^{**} = (8-4)(\log_2 8 - \log_2 4) = 4 \text{ бит.} \quad \text{В результате}$$

структурная информация $S = S_d^* + S_d^{**} + S_V = 8 + 4 + 4 = 16$ бит. Если добавить к ней значение свободной информации системы с ограничениями - $J = 8$ бит, то получим свободную информацию исходной простейшей системы $I = 24$ бита.

2.3.3. Вероятностная информация

Особый вид структурной информации представляет вероятностная информация

$$S_V = I^* - J = M(\log_2 N - \log_2 M), \quad (30)$$

образующая недетерминированную часть структуры системы с ограничениями – *вероятностную* структуру. Ее особенностью является то, что она вводит вероятностные связи между состояниями элементов, но, несмотря на это, представляет часть структурной информации. Из равенства (30) следует, что каждое из M состояний системы с ограничениями наряду со свободной информацией $I^* = \log_2 M$ содержит и детерминированную информацию $s = \log_2 N - \log_2 M$, которая как раз и преобразует простейшую в *вероятностную* структуру. Это значит, что вероятностная информация – это часть структурной информации, *упорядочивающей* движение системы от полностью свободного движения, при значении $S_V = 0$, до детерминированного движения, при величине $S_V = \log_2 N$. Соответственно M при этом равно N и 1.

Вероятностная информация играет важную роль в искусственных и в природных системах, так как во многом определяет эффективность их работы. В природных системах вероятностная информация удерживает свободное движение в

рамках, ограниченных вероятностными связями. Немаловажное значение для вероятностной информации имеет информация S , определяющая ее количество, приходящееся на одну связь структуры системы. При величине $M = 1$ это количество, очевидно, равно $\log_2 N$, а при величине $M = N$ - нулю. В кибернетических системах эта информация известна как *избыточная* информация.

Без вероятностной информации невозможно определять ошибочные переходы разрешенных состояний систем с ограничениями в запрещенные состояния, так как переходы в таких системах происходили бы только в разрешенные состояния, и выявить этот факт было бы невозможно. Наличие же вероятностной информации приводит к тому, что под воздействием возмущающих факторов будут наблюдаться переходы в запрещенные состояния системы. Тогда детерминированная информация о запрещенных состояниях, содержащаяся в детерминированной структуре системы, – алгоритме декодирования и исправления ошибочных комбинаций, выявляет запрещенные ее состояния и дает соответствующие сигналы на обнаружение и исправление ошибок. Чем больше содержится вероятностной информации в системе, тем больше будет вероятность перехода ее в запрещенное состояние и меньшая вероятность перехода в разрешенное и, значит, тем выше будет вероятность обнаружения запрещенного состояния системы. Сама по себе вероятностная информация не обнаруживает неверных переходов, но она дает возможность детерминированной информации их обнаруживать. Поясним сказанное на приведенном на рис. 1 примере простейшей системы кодирования. Допустим, разрешенными в ней будут комбинации 100, 101, 110, 111, а остальные комбинации 000, 001, 010, 011 отнесем к запрещенным комбинациям. Тогда разрешенные состояния системы будут кодироваться 2 битами свободной информации, и 1 битом вероятностной информации. Очевидно, что если комбинации, кодирующие свободные состояния, будут случайным образом переходить друг в друга, то все эти переходы будут рассматриваться

системой как правильные и тогда обнаружить ошибочные переходы будет невозможно. Однако, если первый разряд, кодирующий состояние вероятностной системы, например, комбинации 101, перейдет в 0, то сразу же детерминированная информация системы обнаружит запрещенную комбинацию – 001 и тем самым установит, что система находится в запрещенном состоянии. Очевидно, что чем больше будет величина вероятностной информации, тем выше будет обнаруживающая способность системы. Например, если в рассматриваемом выше примере вероятностная информация будет определяться одной разрешенной кодовой комбинацией, а все 7 остальных комбинаций будут запрещенными, то любые переходы разрешенной комбинации в запрещенные будут обнаружены. Другое дело, что разрешенная комбинация будет всего лишь одна, и в соответствующей информационной системе будет отсутствовать свободная информация вообще, а без нее передача информации невозможна. Отсутствие вероятностной информации может быть только в простейшей системе, когда $M = N$, но тогда и число запрещенных комбинаций в ней будет равно нулю, как, соответственно, и ее обнаруживающая способность ошибочных состояний.

Наряду с задачами помехоустойчивого кодирования существуют задачи *сжатия* информации путем устранения детерминированной и вероятностной информации из кибернетических систем с ограничениями, что превращает их в таком случае в простейшие системы. После такого сжатия остается только их свободная информация. Такое сжатие применительно к математическим объектам еще называется *нумерацией* или нумерационным кодированием, так как в его процессе происходит нумерация состояний с помощью номеров. Номера - это числа позиционных систем счисления, типа десятичной или двоичной, обладающие простейшими структурами. Если же из системы устраняется только вероятностная информация, задаваемая равенством (30) без разрушения детерминированной структуры, а значит и устранения детерминированной информации, то тогда задача сжатия превращается в задачу *уплотнения* информации. В

зависимости от того, какая информация устраняется из системы, различаются и методы сжатия информация – нумерации или уплотнения. Очевидно, что наибольший эффект сжатия объективно должны давать методы нумерационного кодирования, но они требуют и наиболее сложных алгоритмов. По отношению к задачам нумерационного кодирования наблюдается и обратная задача – по номеру восстановить кодовую последовательность системы с ограничениями.

Задачи сжатия и уплотнения информации – это универсальные задачи природы и относятся не только к кибернетическим системам. Когда, например, укладываются вещи в обычный чемодан, то при этом путем устранения вероятностной информации решается задача уплотнения информации, а когда эти вещи еще и измельчаются, как, например, зерно, – то дополнительно решается задача устранения и детерминированной информации. Другое дело, что если в кибернетических системах восстановление сжатой информации не вызывает особого труда, как это мы наблюдаем ежедневно в архиваторах на компьютерах, то в физических системах этот процесс происходит труднее. Однако, и в тех, и других системах может происходить процесс уплотнения или разрушения их структур, что сопровождается устранением всей или части структурной информации и, как следствие, ее сжатием.

Выводы по теме 2.3

В любой реальной системе, на которую наложены ограничения, уменьшающие число ее первоначальных состояний, имеется свободная J и структурная S информации, сумма которых равна исходной свободной информации I простейшей системы. В свою очередь структурная информация S системы состоит из суммы детерминированной информации S_d и вероятностной информации S_v :

$$S = S_d + S_V. \quad (31)$$

Детерминированная информация состоит из информации S_d^* , противодействующей выходу свободного движения за пределы системы, и информации S_d^{**} , способствующей сохранению целостности системы в условиях действия возмущающих на систему внешних воздействий:

$$S_d = S_d^* + S_d^{**}. \quad (32)$$

В результате можно утверждать, что структурная информация S состоит из суммы трех различных видов информации:

$$S = S_d^* + S_d^{**} + S_V. \quad (33)$$

Все эти виды информации играют свою роль при построении структур различных систем, то ли физических, то кибернетических. Детерминированная информация создает *неподвижный* каркас систем - их основу, в виде *формы*, что повышает ее устойчивость к вредным факторам внутренней и внешней среды, а вероятностная *ограничивает* свободу движения системы, придавая тем самым ей *направленное* движение, способное выполнять работу. Чем больше величина вероятностной информации, тем более сложную работу она может выполнять, особенно в задачах управления. Поэтому в кибернетических системах с большим количеством составляющих их элементов она является определяющим фактором их эффективности.

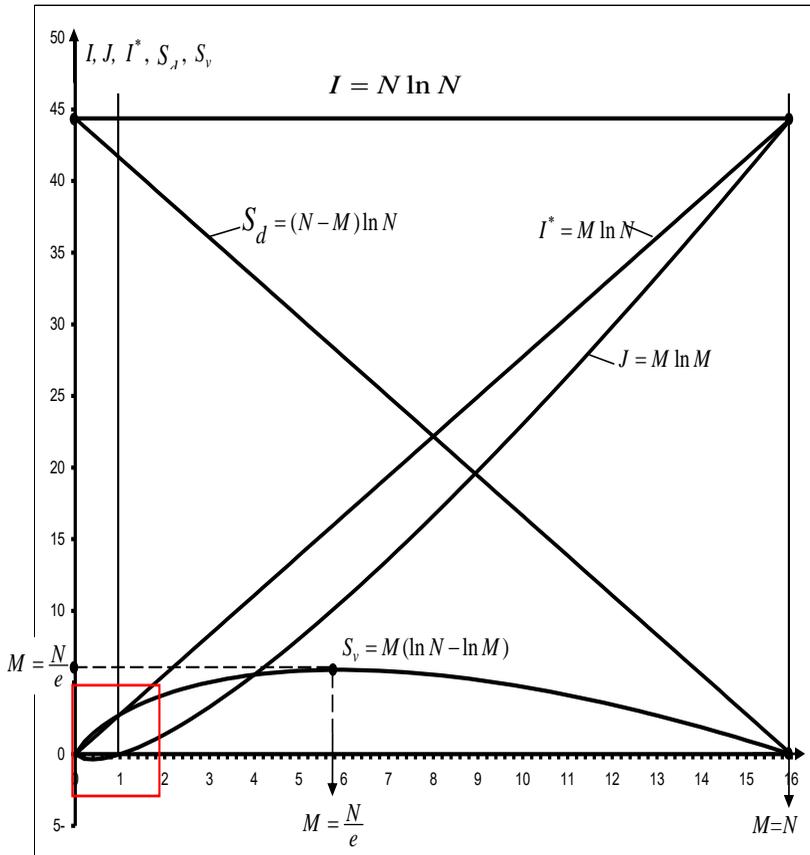


Рис. 2. Диаграмма распределения структурной информации в системе

На рисунке 2 графически показаны равенства (13,19,20, 23,25,30). В совокупности они дают представление о информационной модели, описывающую в самом общем виде любую систему природы.

ТЕМА 2.4 ИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУР

2.4.1. О соотношении детерминированной и вероятностной информации в структурах систем

Для анализа системы с ограничениями представляет интерес отношение величины ее вероятностной информации к числу состояний соответствующей ей исходной простейшей системы:

$$K = \frac{S_v}{N} = \frac{M}{N} (\log_2 N - \log_2 M) = \frac{M}{N} s. \quad (34)$$

Так как отношение $\frac{M}{N} = P$ характеризует вероятность нахождения системы в разрешенном (свободном) состоянии, то имеет смысл назвать отношение

$$K = -P \log_2 P. \quad (35)$$

коэффициентом *свободы* системы. Очевидно, что при значении $M = N$ величина $K = 0$, а при значении $M = 1$ величина

$$K = \frac{1}{N} \log_2 N. \quad (36)$$

Это значит, что при значении $K = 0$ система достигает максимального, а при $K = \frac{1}{N}$ минимального значения свободы.

Введем по аналогии с (34) коэффициент *несвободы* системы, представляющий отношение величины

детерминированной информации системы, к числу состояний, породившей ее простейшей системы;

$$\bar{K} = \frac{S_d^{**}}{N} = \frac{N-M}{N} (\log_2 N - \log_2 M) = \frac{N-M}{N} s. \quad (37)$$

При значении $M = N$ коэффициент несвободы \bar{K} становится равным нулю. При значении $M = 1$ -

$$\bar{K} = \frac{S_d^{**}}{N} = \frac{N-1}{N} \log_2 N. \quad (38)$$

Сумма коэффициентов свободы и несвободы системы с ограничениями

$$K + \bar{K} = \frac{S_d^{**} + S_V}{N} = (\log_2 N - \log_2 M) = s. \quad (39)$$

или

$$S_d^{**} + S_V = Ns. \quad (40)$$

Приведенные выше выражения (10–40) представляют информационную модель систем природы в самом общем виде, и поэтому требуется дальнейшее исследование этих выражений. Среди них особый интерес вызывает исследование экстремального значения для вероятностной информации, заданной выражением (30). Именно это значение делает систему наиболее устойчивой к внешним и внутренним возмущающим воздействиям, а также придает ей наивысшую работоспособность.

2.4.2. Модель работы вероятностной информации

Выше уже отмечалось, что работать системы могут только тогда, когда они находятся в неравновесном состоянии,

то есть, когда наряду со свободной информацией в их составе имеется и структурная информация. Так, в случае полного отсутствия структурной информации и, соответственно, наибольшего значения свободной информации в системе, то есть при величине разнообразия $M = N$, какая-либо *работа* системой выполняться не может, так как в этом случае величина структурной информации $S = 0$. Система соответствующая этому случаю является полностью дезорганизованной, и, как следствие, теряет целостность. На практике близкой к такой системе, например, будет система, осуществляющая броуновское движение.

Другой крайний случай наблюдается при значении разнообразия $M = 1$. В этом случае величина структурной информации в системе $S = N \log_2 N$. Система, соответствующая этому случаю, обладает только *структурной* информацией и в ней отсутствует *свободная* информация. Это приводит к жестким связям между элементами системы, запрещающим малейшие их самостоятельные движения, и соответственно к высшей степени целостности системы. Такая система является *заорганизованной*. На практике такие системы без свободного движения элементов не встречаются, но есть много близких к ним объектов – систем природы с довольно жесткими связями, запрещающими самопроизвольное движение их частей, например, летящий снаряд или камень, лазерный луч, воинская колонна. Эти объекты за счет высокой внутренней организации своих элементов способны выполнять целенаправленную силовую работу. Однако они в силу жесткости своей структуры плохо адаптируются к изменяющимся внешним условиям и неприспособленны для сложной и тонкой работы, связанной с переработкой большого количества информации, как это происходит в кибернетических системах.

Система обычно рождается с определенным запасом структурной информации и затем в процессе работы в ее структуре происходит разрушение детерминированных связей, что приводит к росту разнообразия M системы и

увеличению в ней свободного движения. В свою очередь, как следует из (30), это увеличение приводит к изменению количества вероятностной информации в системе. Сначала оно возрастает, но затем приходит момент, когда это возрастание прекращается и в точке, соответствующей этому моменту, функция (30) достигает своего возможного максимума и далее с ростом разнообразия M количество вероятностной информации начинается уменьшаться. Это уменьшение идет до тех пор, пока данная функция не станет равной нулю, при значении $M = N$. При этом вся структурная и в том числе вероятностная информация системы, вследствие разрыва связей, окажется преобразованной в свободную информацию системы. Этот момент соответствует переходу системы из неравновесного состояния в равновесное состояние и одновременно приводит к ее окончательной гибели – она перестает существовать как реальная система, которая может производить работу.

Как показывает анализ функции (30), она принимает максимальное значение

$$S_V = S_{V_{\max}} = \frac{N}{e} \log_2 e \approx 0,52N \quad (41)$$

при

$$M = \frac{N}{e}. \quad (42)$$

Именно в этой точке вероятностная информация системы достигает своего возможного *максимума*, и соответственно будет иметь наиболее сложную структуру (см. рис. 3).

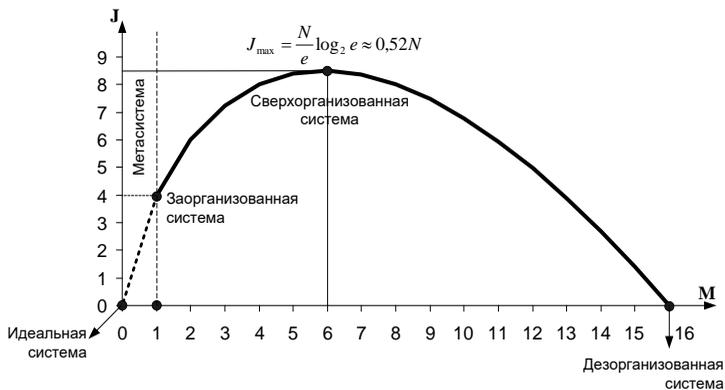


Рис. 3. Изменение вероятностной информации системы в зависимости от ее разнообразия

Полученная информационная модель реальных систем использовала в своей основе двоичный логарифм с целью измерения структурной и вероятностной информации в битах. Однако можно использовать для измерения информации и натуральный логарифм, позволяющий измерять информацию в натах. Тогда информационная модель вероятностной структуры системы будет иметь более простой вид. Так, количество вероятностной информации, содержащейся в среднем в одной связи структуры

$$s = \ln N - \ln M \quad (43)$$

а в вероятностной структуре в целом

$$S_V = Ms = M (\ln N - \ln M). \quad (44)$$

Тогда максимальное значение

$$S_V = S_{V_{\max}} = \frac{N}{e} \quad (45)$$

при

$$M = \frac{N}{e}. \quad (46)$$

Начинает же система свою жизнь с точки $M = 1$ и далее наблюдается ее развитие, которое идет до тех пор, пока величина вероятностной информации не достигнет максимального значения, задаваемого выражениями (41,45), при величине разнообразия $M = \frac{N}{e}$. Далее наблюдается

снижение количества вероятностной информации в системе и продолжается рост свободной информации. Это приводит, как уже отмечалось выше, к регрессу системы. В результате система заканчивает свою жизнь – распадаясь на составляющие элементы.

Этот процесс жизни систем наглядно показан на рисунке 3. Из него следует, что любая система в своем развитии проходит три состояния – заорганизованное, сверхорганизованное и в конце дезорганизованное состояние.

2.4.3. Модель работы структурной информации

Фактом наличия экстремальной точки в равенстве (30) можно объяснить, например, улучшение качества работы новых деталей, после их тренировки, когда в процессе приработки в системе деталь как бы самостоятельно доводится до кондиции. Здесь мы имеем интересный случай самоорганизации детали, повышающую эффективность своей работы. Этот процесс улучшения качества детали происходит потому, что во время работы любой материальной системы, в том числе и детали, за счет отдачи ею детерминированной информации и появлении на ее месте свободной информации, происходит увеличение количества вероятностной информации. Оно сначала возрастает, пока не достигнет оптимальной точки, и лишь затем начинает уменьшаться, в пределе до нуля, когда разнообразие системы достигнет максимума. В этой точке наблюдается полное изнашивание

системы, благодаря расходу всей ее вероятностной информации, и развала ее на отдельные не связанные между собой части. Таким образом, заканчивается жизнь не только рассматриваемой в примере детали, а и любой системы природы, например, человека.

Как уже сказано было выше, именно работа является причиной старения и в конечном итоге разрушения систем, но не любая работа, а работа *отрицательная*, приводящая к разрыву связей в системах и выделения с них свободного движения, часто наблюдаемого в виде теплового движения, проявляющегося в виде нагревания. Поэтому если система выделяет тепло, то это значит, что она находится в рабочем процессе. Очевидно, что системы находящиеся вне рабочего процесса, могли бы существовать вечно. Таких систем нет, но жизнь реальных систем можно продлить, уменьшив интенсивность их работы, например, путем замораживания, что часто делается на практике. Однако работоспособность систем меняется в процессе их жизни, сначала она возрастает, а потом после достижения для каждой системы своего *оптимального* значения она падает и в конечном итоге становится равной нулю. Что это действительно так показывает функция (30).

Наиболее применима данная модель развития и регресса для сложных систем, с большим количеством элементов, например, биологических, экономических или социальных, однако и для более простых систем данная модель с определенными оговорками может быть применена. Здесь следует обратить внимание на то, что развитие системы идет во взаимодействии с окружающей средой, с постоянным уменьшением содержащейся в ней структурной информации до нуля и этот процесс необратим. Но в этом процессе обязательно совместно с другой системой рождается новая более организованная система, которая проходит за период своей жизни те же стадии, что и породившая ее система, – развитие, достижение оптимума и дезорганизацию. Затем процесс жизни повторяется в виде новых циклов ее развития, но на каждом из них создаются все более сложные и организованные системы, и этот процесс эволюции систем,

пока что, ничем не ограничен. При этом структурная информация передается из поколения в поколение, накапливаясь в новых системах. Именно в этом накоплении структурной информации состоит наблюдающийся в природе ее непрерывный прогресс.

И происходит этот прогресс в результате работы как минимум двух взаимодействующих систем, при этом каждая из этих систем в результате *отрицательной* работы, теряя структуру и форму, разрушается и тем самым увеличивает количество содержащейся в ней свободной информации. Это приводит к уменьшению в этих системах детерминированной информации и, как следствие, к изменению количества в системе вероятностной информации, которая как уже указывалось выше, сначала увеличивается в своем количестве, а затем, после перехода оптимальной точки, - уменьшается до нулевого значения, где система распадается. Выделение свободной информации из взаимодействующих систем проявляется при механической работе в виде их нагревания или в кибернетических системах, кроме нагревания, еще и шумом. Так, например, забивание гвоздя в стенку будет сопровождаться выделением тепла и одновременным деформированием гвоздя и стенки, что свидетельствует о проведенной отрицательной работе. Но наряду с этим появиться новая система, порожденная гвоздем и стенкой, обладающая новыми свойствами, не присущими по отдельности, ни гвоздю, ни стенке. Это уже будет положительная работа.

Всегда при выполнении любой работы положительной работе должна предшествовать отрицательная работа, которая создает необходимые условия выполнения работы вообще. Так, при строительстве дома изнашиваются автомобили, перевозящие грузы, и соответствующие механизмы для их поднятия, что свидетельствует об отрицательной работе, но в результате такой отрицательной работы появляется возможность положительной работы, когда создаются новые системы, в данном случае дом. В таком взаимодействии отрицательной и положительной работы создавались все объекты существующей природы, и этот процесс

взаимодействия двух форм работы – отрицательной и положительной является основным *правилом* развития природы, из которого вытекает ряд других ее правил. Именно работа является причиной рождения и развития всех систем в природе, но работа же является и причиной их гибели, и чем больше система работает, тем скорее приходит ее гибель. При этом структурная информация от одних систем переходит к другим, вновь нарождающимся, накапливаясь в них. Именно по этой причине происходит усложнение новых систем по сравнению со старыми системами и развитие природы в целом.

Эффективность работы системы зависит от величины содержащейся в ней величины вероятностной информации, которая в оптимальной точке достигает *максимума*. Поэтому в этой точке система способна выполнять самую сложную и качественную работу. Производительность и объем выполненной работы системой также достигает в данной точке *максимального* значения. Поэтому всегда нужно стремиться к тому, чтобы работу система выполняла, находясь в этой точке, то есть при оптимальном разнообразии величины M . Например, автомобиль наиболее надежно и эффективно работает не сразу после изготовления, а после некоторого времени работы, где его разнообразие M достигнет оптимальной точки. После этого его надежность и работоспособность начинают снижаться и он, вырабатывая свой исходный ресурс, превращается в дезорганизованную систему. Аналогичный процесс происходит с любой искусственной или естественной системой, то ли экономической, то ли социальной, то ли государственной. Например, законы, регулирующие экономическую систему, должны разрабатываться таким образом, чтобы система имела величину вероятностной информации, равную оптимальной точке, указанной выше. Только тогда данная система будет иметь максимум эффективности в своей работе. Если же эта система находится в точке с разнообразием M близким к 1, то это будет *заорганизованная* система, а если, она будет находиться с разнообразием близким к величине N , то это

будет дезорганизованная система, находящаяся в состоянии распада.

Выше было сказано, что система в процессе работы на начальном этапе, когда она находится в процессе развития, получает вероятностную информацию. Может создаться впечатление, что она получает ее из внешней среды от другой системы, с которой она взаимодействует. Но это не так, потому что тогда другая система должна получать эту информацию откуда-то еще, а таковой возможности при выполнении работы часто не существует. Остается допустить, что дополнительную информацию, идущую на развитие системы, она получает из внутренних резервов системы - *детерминированной информации*,

Что это действительно так показывает равенство (27), полученное для определения количества детерминированной информации, находящейся в системе, которое при росте разнообразия системы M уменьшается и при величине $M = N$ принимает значение равное 0. Рост же разнообразия провоцирует работа, так как в ее процессе возникают силы, которые разрывают связи в структуре системы. В результате в ней уменьшается количество *структурной информации* и ровно на такую же величину увеличивается количество *свободной информации*. Увеличение же свободной информации на начальном этапе в соответствии с уравнением (30) приводит к росту вероятностной информации в работающей системе и соответственно к ее развитию, приводящей к повышению уровня организации и улучшению формы, делая ее более разнообразной и приспособленной для выполнения конкретной работы. Но уменьшение детерминированной информации приводит к уменьшению стойкости системы к возмущающим воздействиям, а значит, делает ее менее надежной. Далее, после оптимальной точки в развитии системы, с увеличением разнообразия M происходит деградация системы, так как количество вероятностной информации в системе начинает уменьшаться. Одновременно с этим происходит дальнейшее снижение в системе детерминированной информации, что приводит к

изменению формы, делая ее менее выразительной, и в конечном итоге при значении $M = 0$ система погибает, распадаясь на составляющие элементы. Такая судьба ждет любую работающую систему. Например, шины движущегося автомобиля в каждый конкретный момент времени соприкасаются с дорогой, и в этот момент в дорожном покрытии и шинах возникают силы, разрывающие часть связей этих систем. Это приводит к возникновению новой системы шины – дорога, в которую переходит структурная информация шин автомобиля и дорожного покрытия. Благодаря этой системе автомобиль имеет возможность удержаться на мгновение в новом своем положении, пока силы двигателя не разорвут установившиеся связи и шины автомобиля не войдут в аналогичное сцепление на новом участке дороги. В результате произойдет акт движения автомобиля. Затем этот процесс будет многократно повторен, и автомобиль будет находиться в движении, выполняя при этом *положительную* работу по перевозке груза. Но за эту работу автомобиль расплачивается *отрицательной* работой, приводящей к износу шин, а дорога - износом своего покрытия. Но, очевидно, что без выполнения отрицательной работы невозможно и выполнение положительной работы. Поэтому отрицательная работа является основой и предпосылкой положительной работы. Допустим, что шины автомобиля не вступали бы в сцепление с поверхностью дороги, и тогда бы не было отрицательной работы и износа шин и дороги. Но тогда бы не было и положительной работы и автомобиль не смог бы передвигаться и перевозить груз. И так происходит всегда при выполнении любой работы – сначала выполняется отрицательная работа, приводящая к разрушению взаимодействующих систем, а затем на ее основе выполняется положительная работа. То, что все происходит так, как описано выше, свидетельствует износ шин и дороги и их нагревание в процессе движения. Более сложно показать, что в процессе движения происходит адаптация шин к дороге и дороги к шинам, хотя это следует из выражения (30). Более того, оно утверждает, что такой момент в процессе движения

автомобиля по дороге рано или поздно наступит, правда, за счет снижения прочности дороги и шин. Более того, можно в принципе конструировать шины и дорогу оптимальным образом. Хотя практически для рассматриваемого случая такая работа не имеет смысла, но для других участвующих в работе взаимодействующих систем вполне возможна.

2.4.4. О сохранении информации в системах

Из изложенного выше следует, что в реальных системах – объектах (равновесных системах) природы существуют всего две принципиально отличающиеся разновидности информации – *свободная* и *структурная*. Общее же количество информации в природе предположительно равно нулю, так как любое другое ее количество могло бы привести к выводу, что соответствующее ему число обладает каким-то особым уникальным свойством. На самом деле все числа имеют одно и то же практическое назначение – определять количество объектов природы в их множествах, обладающих теми или иными свойствами, и только ноль является особым числом – отражающим отсутствие объектов в пустом множестве. Ноль говорит о том, что каждой монаде в природе должна соответствовать такая же монада, но движущаяся в противоположном направлении, то есть, что реальное количество материи и движения в природе равно нулю. Безусловно, сказанное выше – это лишь гипотеза, но гипотеза, имеющая свое логическое обоснование.

Однако нулевое количество информации в целом в природе не мешает существованию правила сохранения информации в реальных системах. Запишем это правило в следующем виде: *сумма структурной S и свободной J информации в реальной системе равна количеству свободной информации I в соответствующей ей исходной простейшей системе*. Данное правило выражается следующим равенством:

$$I = S + J = (N \log_2 N - M \log_2 M) + M \log_2 M = N \log_2 N. \quad (47)$$

Действительно, любая система природы в своей основе использует *свободную* информацию, представляемую набором своих состояний, последовательно меняющихся со временем, то есть она непрерывно движется. Одновременно эта система, если она не простейшая, обладает еще и *структурной* информацией, что говорит о существовании *суммарного* количества содержащейся в ней свободной и структурной информации. При этом количество информации при всех возможных преобразованиях системы остается *постоянным*. Действительно, приход любых ограничений в систему снижает ее свободу движения, запрещая часть или даже все ее свободные движения, вводя тем самым в нее структурную информацию и повышая уровень организации системы. Структурная информация – это информация, появляющаяся в процессе выполнения работы, путем ее *преобразования* из свободной информации, содержащейся в системе. Значит, свободное движение не исчезает, а лишь консервируется в *связях* системы.

Следующий вопрос состоит в возможности распространении этого правила сохранения на *всю* природу в целом. Действительно, все реальные системы природы, произошли в рамках первичной простейшей системы, образовавшейся в момент Большого Взрыва, содержавшей только свободные движения. Затем эти движения под действием Абсолюта вошли в связи первичных систем, а далее из этих систем начали создаваться новые более сложные системы, а из тех в свою очередь еще более сложные и этот процесс идет до сегодняшнего дня. Очевидно, что полученная тогда для первичных систем и далее для более сложных систем сумма свободной и связанной информации должна была равняться исходной свободной информации первичной системы. Значит, правило сохранения информации, рассматриваемое выше, верно для всех реальных систем природы. Кроме того, из этого правила вытекает, как следствие, единство всех систем природы, которые имеют в своей основе единую *первичную* систему, из которой они произошли. Другими словами, весь существующий реальный мир – это *одна* система, в которой все системы являются лишь

элементами других более организованных систем, а в совокупности количество содержащейся в них структурной и свободной информации равно *свободной* информации *первичной* системы, образовавшейся после Большого Взрыва. Тогда можно утверждать, что *сумма структурной и свободной информации всех систем природы равна свободной информации первичной простейшей системы.*

Сохранение информации соблюдается и во время выполнения работы. Как уже указывалось выше, любая работа приводит к потере структурной информации во взаимодействующих в процессе работы системах и к замене ее свободной информацией. Это значит, что сумма свободной и структурной информации во взаимодействующих системах, как это и должно следовать из правила сохранения информации, остается постоянной, но величина структурной информации в этих системах во время работы уменьшается. Однако она не исчезает бесследно, а переходит в новую третью систему, создаваемую двумя системами, участвующими в работе. Это значит, что приведенное выше правило сохранения информации распространяется и на уходящую во внешнюю среду структурную информацию. Там она заменяет равную ей часть свободной информации, которая была у двух систем до их взаимодействия и выполнения ими работы. После такой замены создается третья система со своей структурой и формой, а ее элементами становятся две исходные системы. Например, после разрыва части связей шин автомобиля и дорожного покрытия возникает система шина – дорога, которая и удерживает автомобиль на некоторое время в неподвижном состоянии, придавая ему устойчивость. При этом данная система будет обладать как свободной информацией, так и структурной в количестве равной утерянному количеству структурной информации двумя системами во время их взаимодействия и выполнения работы. И так происходит всегда при выполнении любой работы, которая выполняет функцию передачи структурной информации от исходных систем к новым строящимся с ее помощью системам.

ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

Информация существует, как уже указывалось выше, в объектах природы в форме структурной и свободной информации. Структурная информация присутствует в объектах окружающего мира в виде ограничений, создавая с их помощью структуры реальных объектов. Именно структурная информация определяет уровень организации той или иной системы и ее сложность. Она является цементирующим элементом, преобразующим разрозненные элементы природы в систему. Во время своей жизнедеятельности любая система окружающего мира отдает структурную информацию, проходя при этом два главных этапа своей жизни - развитие и, после достижения оптимальной точки, деградацию. Как первый, так и второй этап осуществляется за счет отдачи во внешнюю среду структурной информации, с помощью которой порождается новая система с более высоким уровнем организации. Как развитие, так и деградация системы сопровождается изменением ее формы. При развитии форма становится все более разнообразной и приобретает новые черты, а при деградации становится менее выраженной, вплоть до полной ее потери. При этом происходит снижение стойкости системы к внешним и внутренним возмущающим воздействиям. Например, цветок в процессе своего развития имеет форму все более разнообразную и яркую, а после достижения оптимального уровня, увядая, постепенно теряет ее.

Свободная информация достаточно широко распространена в природе в виде, например, теплового движения, которое, представляя хаотическое движение молекул и атомов, обладает нулевым количеством структурной информации и поэтому наименее пригодно для выполнения сложной работы. Эта информация дополнительно к уже имеющейся появляется во время выполнения работы во взаимодействующих системах и уходит из них структурной информации. Поэтому в процессе работы разрушаются старые и на их основе создаются новые системы, в чем, собственно, и состоит назначение любой

работы, которая часто сопровождается выделением тепла. Например, наличие тепла в живых существах свидетельствует о выполнении его органами работы и постепенном их разрушении.

Материальная система рождается с определенным запасом структурной информации, от количества которой в дальнейшем зависит ее жизнеспособность, что для биологических систем в определенной степени подтверждается теорией витализма, которая утверждает, что их жизнеспособность во многом зависит от исходного количества жизненной силы, получаемой системой в момент ее рождения. Жизненную силу в данном случае дает структурная информация, получаемая системой при ее рождении. Ценность теории витализма состоит в том, что она выходит за рамки чисто физических и химических процессов в организме и переводит их на более высокий уровень, который по современной терминологии с определенными оговорками можно назвать информационным. Любая система природы, содержащая структурную информацию, будь то это человек, планета или государство, проходит этапы рождение, развития и гибели. При этом важно то, что родившаяся система, после некоторого прогресса, обязательно пройдет экстремальную точку своего развития, после которой начнется период ее деградации и в конечном итоге гибели. Такова участь всех существовавших и ныне существующих материальных систем. Причем, что особенно интересно, разрушаться система начинает после своего рождения, и дальше этот процесс разрушения будет непрерывно продолжаться до окончательной ее гибели.

Свободная информация также описывается своим характеристическим уравнением, которое, однако, в отличие от уравнения для вероятностной информации, относящейся к структурной, не имеет экстремальной точки. Кроме того, если величина вероятностной информации в системе сначала растет, а затем уменьшается до нуля, то количество свободной информации постоянно растет и достигает своего максимума, когда величина структурной информации в целом не станет равной нулю. В этой точке величина

свободной информации и, соответственно, свободного движения (разнообразия) системы достигает своего максимума, а сложность и соответственно уровень ее организации – нулю. Однако величина свободной информации в системе, после ухода из нее в процессе работы структурной информации будет равна сумме свободной и структурной информации системы, которая была до выполнения ею работы. В этом почти очевидном факте состоит суть правила сохранения информации для любых систем природы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение в краткой форме дадим сводку основных понятий, используемых в данной работе, которые вытекают непосредственно из рассмотренного в ней материала:

Абсолют – идеальная сущность простейшая по форме и неограниченно сложная по содержанию; результат предельной абстракции *материальных* сущностей.

Ничто – возможность движения; небытие Абсолюта

Небытие – отсутствие информации.

Бытие – наличие информации.

Информация – идеальная сущность Абсолюта, проявляющаяся в ограничениях реального мира.

Свободная информация – информация беспорядка.

Структурная информация – информация порядка.

Детерминированная информация – информация строго упорядоченной структуры.

Вероятностная информация – информация случайно упорядоченной структуры.

Материя – код (форма) информации.

Движение – ничто + информация.

Пассивная сила – информация в движении.

Активная сила – информация взаимодействия.

Работа – информация взаимодействия в движении.

Энергия – информация неравновесного состояния.

Память – структурная информация.

Понятие – информация о множестве.

Информационная емкость понятия – свободная информация объектов понятия.

Информационное содержание понятия – структурная информация объектов понятия.

Свободное движение – неупорядоченное движение (хаос).

Детерминированное движение – строго упорядоченное движение.

Организованная система – частично упорядоченная система.

Заорганизованная система – строго упорядоченная система.

Сверхоорганизованная система – оптимально упорядоченная система.

Дезорганизованная система – распавшаяся система.

Список литературы

1. Вандишев В. М. Філософія. Екскурс в історію вчень і понять: навчальний посібник. – К.: Кондор, 2005. – 474 с.

2. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике: пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. 830 - с.

3. Фано Р. Передача информации. Статистическая теория информации: пер. с англ. – М.: Мир, 1965. - 438 с.

4. Галлагер Р. Теория информации и надежная связь: пер. с англ. – М.: Советское радио, 1974. - 720 с.

5. Цымбал В.П. Теория информации и кодирования: учебник. – 4-е изд. – К.: Вища шк., 1992. – 263 с.

6. Темников Ф. Е. и др. Теоретические основы информационной техники. – М.: Энергия, 1971. - 424 с.

7. Хартли Р. Передача информации. Теория информации и ее приложения. - М.: Физматиз, 1959. - С. 5 - 35.

8. Эшби У. Введение в кибернетику: пер. с англ. – М.: Изд-во иностр. лит., 1959. – 430 с.

9. Jones D. S. Elementary information theory. – Oxford. Clarendon press, 1979. – 182 p.

10. Эткинс П. Порядок и беспорядок в природе: пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 224 с.

11. Кондаков Н.И. Логический словарь-справочник. – М.: Наука, 1975. – 717 с.
12. Философский энциклопедический словарь. – М.: Инфра, 2001. – 576 с.
13. Борисенко А.А. Природа информации: монография. – Сумы: Изд-во Сумского государственного университета, 2006. – 210 с.
14. Березюк Н. Т. и др. Кодирование информации (двоичные коды). – Харьков: Вища школа, 1978. - 252 с.
15. Купер Л. Физика для всех: пер. с англ. – М.: Мир, 1973. – Т. 1. - 479 с.
16. Иос Г. Курс теоретической физики. – 10-е издание. - Ч.2. - М.: Просвещение, 1964. – 350 с.
17. Борисенко А.А. О некоторых аспектах современной теории информации //Вестник СумГУ - 1994. - № 1. - С. 93-96.
18. Борисенко А.А. Об информационных характеристиках кибернетических и физических систем //Вестник СумГУ. – 1997. - № 7 - С. 171-173.
19. Борисенко А.А. О структурной теории информации //Вестник СумГУ. – 2002. – №1(34). – С. 57-63.
20. Кадомцев Б. Б. Динамика и информация. - 2-е изд. – М.: Редакция журнала «Успехи физических наук», 1999. – 400 с.
21. Стратонович Р. Л. Теория информации. - М.: Сов. радио, 1975. – 424 с.
22. Эмерих Корет. Основы метафизики: пер. с нем. – Киев: Тандем, 1998. – 248 с.
23. Ковальчик С. Загальна метафизика: пер. з польської. – Суми: СумДУ, 2009. – 215 с.
24. Кобяков О. Вступ до метафизики. – Суми: СумДУ, 2009. – 176 с.
25. Гегель Г. В. Ф. Наука логики. - М.: Мысль, 1970. – Т. 1. - 501 с.
26. Кант И. Критика чистого разума. – Симферополь: Реноме, 1998. – 528 с.
27. Аристотель: Сочинения. – М.: Мысль, 1976. – Т.1. - 550с.

28. Дружинин В. Б., Конторов Д.С. Проблемы системологии. - М.: Сов. радио», 1976. – 296 с.
29. Дружинин В. Б., Конторов Д.С. Системотехника. – М.: Радио и связь, 1985. – 200 с.
30. Холл А. Д. Опыт методологии для системотехники: пер. с англ. - М.: Сов. радио, 1975. – 448 с.
31. Общая теория систем: сборник статей: пер. с англ. - М.: Мир, 1966. – 186 с.
32. Николаев В.И., Брук В. М. Системотехника: Методы и приложения. – Л.: Машиностроение, 1985. -199 с.
33. Ивахненко А. Г. Моделирование сложных систем. Информационный подход. – Киев: Выща школа, 1987. – 63 с.
34. Амосов Н. М. Моделирование сложных систем. – Киев: Наукова думка, 1968. – 87 с.
35. Шеридан Т. Б., Феррел У. Р. Системы человек-машина: пер. с англ. - М.: Машиностроение, 1980. – 400 с.
36. Шастова Г.А., Коекин А. И. Выбор и оптимизация структуры информационных систем. - М.: Энергия, 1972. – 256 с.
37. Борисенко А.А. Информационная модель самоорганизующихся систем. Філософські науки: збірник наукових праць. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2003. - С. 210 – 215.
38. Борисенко А.А. О природе информации. Філософські науки: збірник наукових праць. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2006. - С. 104 – 109.
39. Борисенко А. А. Об определении информации. Філософські науки: збірник наукових праць. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2008. - С. 122 – 127.
40. Борисенко А. А. Філософія науки: традиції та інновації //Наук. журнал. – Суми: СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2009. - №1. - С. 124 – 139.
41. Борисенко А. А. Об общенаучных аспектах сущности информации //Філософія освіти. - Київ. – 2007. - №1. С. 131-138.

Наукове видання
Борисенко Олексій Андрійович
Теорія систем. Інформаційний підхід

Монографія
(Російською мовою)

Комп'ютерний набір О.А. Борисенка
Комп'ютерне верстання О.А. Борисенка
Художнє оформлення обкладинки О.А. Борисенка

Формат 60x84/16 Ум. друк. арк..12,32. Обл.-вид. арк. 10,88. Тираж 100 пр. Зам. № 817.

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.

Борисенко Алексей Андреевич,
профессор, доктор технических наук.

Закончил в 1970 году Харьковский институт радиоэлектроники по специальности «Электронные вычислительные машины». В 1979 году защитил кандидатскую информацию по специальности «Техническая кибернетика и теория информации». В 1991 году защитил докторскую диссертацию по специальностям «Информационные системы и процессы» и «Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления». Имеет работы в области дискретной математики, информатики и электроники. Среди них более 100 статей, около 40 изобретений, 6 монографий, 4 учебные пособия и 1 учебник.

