

## ОПЕРАЦИИ НАД СОДЕРЖАТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ В РЕФЛЕКТОРНЫХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

*Рассмотрена природа содержательной информации в процессах несилового взаимодействия активных систем. Определена количественная мера содержательной информации и описаны способы ее практического применения при построении искусственных интеллектуальных систем.*

**Ключевые слова:** *содержательная информация, несиловое взаимодействие, рефлекторные интеллектуальные системы*

### Постановка проблемы

Многие ученые считают, что информация существует не только на уровне живой природы, или технических средств. Она участвует во всех процессах взаимодействия и возникает не на уровне жизнедеятельности биологических объектов, а присутствует в любых материальных образованиях природы. Ее законы, наравне с физическими, формируют нашу Вселенную. Роль информации в жизнедеятельности биологических объектов давно известна. Но если информация объективна и наравне с энергией и веществом формирует нашу Вселенную, то какова ее роль в существовании неживых объектов? До конца этот вопрос не раскрыт, несмотря на множество исследований и определений сущности информации в природе. В настоящее время, существование десятков теорий информации (качественная, динамическая, классическая, алгоритмическая, квантовая и др.) пока не переросло в новое качество – в понимание сущности и роли информации в природе.

### Анализ последних исследований и публикаций

Большинство ученых считает, что информация присутствует не только на уровне биологических и социальных форм движения материи, но и является свойством всей материи, в том числе и свойством всех неживых объектов. Во многих работах по теории информации [1-3], информатике и кибернетике [4] авторами используется некоторое общепринятое смысловое содержание информации как всеобщее свойство материи, формируемое как результат отражения материальных объектов.

### Формулировка цели статьи

Если признать объективную реальность информации, то очевидно, что механизм зарождения информации неполон. Он требует существования еще некоторой силы, позволяющей получать в любых формах взаимодействия материальных

объектов один и тот же результат. Этой силой могут быть только фундаментальные законы природы, в которых информация играет далеко не последнюю роль. Эту роль мы только начинаем познавать. Понятно, что информация является атрибутом взаимодействия любых материальных объектов. Вопрос в том, является причиной или результатом?

Необходимо раскрыть законы и закономерности «обработки» информации в «информационном процессоре Вселенной». Для этого, в первую очередь, необходимо «увидеть» информацию в физических процессах, познать ее сущность не только на макро-уровне, на уровне существования самоуправляемых систем, но и на микро-уровне, в неживой природе. Если информация – свойство всех материальных объектов, то как она формируется, где хранится, как используется, как передается в микромире или в неживых макрообъектах? Именно от ответа на этот вопрос будет зависеть результат – информационно-содержащее представление процессов взаимодействия в природе.

### Основной материал исследований

В жизнедеятельности людей именно информация определяет их поведение. Обобщим этот принцип на активные системы. Информация, имеющаяся у таких систем, порождает их поведение, направленное на формирование такого состояния у других систем, что обеспечивает решение поставленной задачи. В этом случае можно говорить об активности информации в процессах функционирования активных систем. Такая информация в монографии [5] получила название «содержательной информации». Под содержательной информацией понимается отношение к истине (к действительности). Количество содержательной информации – это мера согласия (совпадения) с проявлениями других активных систем. Содержательную информацию нельзя отделить от системы или передать. Она

задает собственную вероятность проявления (явления Миру) активной системы.

В работе [5] выдвинуто предположение, что содержательная информация присуща всей, а не только живой материи или техническим системам и предложена количественная мера содержательной информации. В основе этой меры находится информационно-вероятностная интерпретация физических законов. Если исходить из того, что информация объективна, то она должна быть везде. Что общего в существовании всего в природе?

**Д в и ж е н и е !** Законы природы обеспечивают формирование разных направлений и разных скоростей движения. А что если упростить модель движения? Представить, что в природе существует только одна скорость движения – скорость света. С этой скоростью двигается вся материя, но в разных направлениях, обусловленных разной вероятностью. В такой модели движение материальных объектов представлено, множеством смещений по/против направления движения с вероятностью, формируемой величиной содержательной информации. В этом случае ожидаемая скорость дрейфа для любого материально объекта  $V$  равна

$$V=(p-(1-p))c=(2p-1)c,$$

где  $p$  – вероятность смещения по направлению движения;

$c$  – скорость света в вакууме.

Для движения двух объектов  $X$  и  $Y$  при заданной скорости дрейфа объектов  $V_x$  и  $V_y$  относительно некоторой точки  $O$  скорость дрейфа объекта  $Y$  относительно объекта  $X$  ( $V_{xy}$ ) из формулы релятивистского сложения скоростей будет равна:

$$V_{xy} = \frac{V_y - V_x}{1 - \frac{V_x \cdot V_y}{c^2}} = \frac{(2 \cdot p_y - 1) \cdot c - (2 \cdot p_x - 1) \cdot c}{1 - \frac{(2 \cdot p_x - 1) \cdot c \cdot (2 \cdot p_y - 1) \cdot c}{c^2}} =$$

$$= \frac{p_y \cdot (1 - p_x) - p_x \cdot (1 - p_y)}{p_y \cdot (1 - p_x) + p_x \cdot (1 - p_y)} \cdot c,$$

(при  $|p_x - p_y| \neq 1$ ).

где  $p_x$  – вероятность смещения объекта  $X$  по направлению движения;

$p_y$  – вероятность смещения объекта  $Y$  по направлению движения.

Перейдем в выражении (1) от скорости к вероятности смещения объекта  $Y$  относительно объекта  $X$ . Получим:

$$p_y = \frac{p_x \cdot (1 - p_x)}{p_y \cdot (1 - p_x) + p_x \cdot (1 - p_y)} \quad (\text{при } |p_x - p_y| \neq 1), \quad (2)$$

где  $p_{xy}$  – вероятность смещения объекта  $X$  относительно объекта  $Y$  по направлению движения.

Знаменатели выражений (1) и (2) фиксируют лишь те смещения, в которых объекты находятся на противоходе?! Смещений в одном направлении вообще нет! Объекты  $X$  и  $Y$  существуют относительно друг друга только в том случае, если они находятся на «противоходе» – перемещаются в разных направлениях. Таким образом, Альберт Эйнштейн в специальной теории относительности был больше прав, чем он сам думал, и чем мы все раньше думали. Постоянна не только скорость света. В природе существует только одна скорость смещения, равная скорости света, и с этой скоростью движется вся материя.

Как измерить в представленной модели движения количество содержательной информации? В работе [5] вероятность смещения по/против направления движения формируется содержательной информацией объектов, количество которой определено разностью размеров областей определения направлений смещения материальных объектов:

$$i = t^+ - t^-, \quad (3)$$

где  $i$  – количество содержательной информации;

$t^+$  – размер области определения направления смещения объекта по направлению движения;

$t^-$  – размер области определения направления смещения объекта против направления движения.

Сумма размеров этих областей названа определенностью материального образования:

$$t = t^+ + t^-, \quad (4)$$

где  $t$  – определенность материального объекта (определенность отношения к истине, действительности).

Тогда, с учетом соответствия отношений размеров областей определения направлений смещения и вероятностей смещения получены зависимости: связь между количеством содержательной информации  $i$ , определенностью движения  $t$  вероятностью смещения  $p$  и скоростью движения  $V$ :

$$\frac{t^+}{t^-} = \frac{p^+}{p^-} \quad (i \neq 0; t^- \neq 0; p^- \neq 0);$$

$$\frac{t_X^+}{t_Y^+} = \frac{t_Y^-}{t_X^-} \quad (i \neq 0; t_Y^+ \neq 0; t_X^- \neq 0),$$

$$p = 0,5 + i/(2 \cdot t) ; \quad (5)$$

$$V = ic/t ; \quad (6)$$

$$t = \sqrt{i^2 + 1} ; \quad (7)$$

$$i = \pm 0,5 \sqrt{\frac{p}{1-p} + \frac{1-p}{p} - 2} . \quad (8)$$

Из информационно-вероятностной интерпретации движения, лежащей в основе теории несилового взаимодействия:

1. Понятно, почему скорость света в вакууме конечна и максимальна. Это всегда смещения с вероятностью  $I$ , а вероятность не превышает  $I$ .

2. Понятно, почему скорость света постоянна относительно любых движений. Поскольку движение со скоростью света – это всегда смещения в одном направлении, то любой материальный объект движется относительно света только тогда, когда смещается в противоположном направлении. Их относительная скорость всегда равна скорости света.

3. Объяснима суть (разумность) некоторых физических зависимостей (релятивистское время и масса, закон сохранения импульса). Так, выражения для релятивистского времени и массы упрощаются:  $\tau = \tau_0 t ; m = m_0 t$ . Импульс материального объекта пропорционален количеству содержательной информации  $P = m_0 ic$ . *Трудно изменить направление и скорость движения массивного материального объекта. Так же сложно переубедить человека, обладающего значительной информацией сформированным устойчивым отношением к действительности.*

4. Следует, что объекты в одинаковых проявлениях – это один объект (2). В этот момент они неразделимы, и не существуют относительно друг друга. *В каждый момент времени Вселенную можно представить двумя образованиями с противоположными смещениями. В состав каждого из образований входят материальные объекты, имеющие одинаковые проявления. В следующий момент (квант) проявления наполнение образований меняется. Чем ближе материальные объекты друг к другу, тем чаще они проявляются одинаково.*

5. Показывает, что для физических законов можно получить выражения для оперирования содержательной информацией. Из формулы релятивистского сложения скоростей получено выражение для операции дополнения содержательной информации:

$$i_{xy} = i_y \cdot t_x - i_x \cdot t_y . \quad (9)$$

Если известно количество содержательной и количество дополняющей информации, то можно

определить новое количество содержательной информации:

$$i_y = i_x \cdot t_{xy} + i_{xy} \cdot t_x . \quad (10)$$

Из информационной интерпретации закона сохранения импульса получено выражение для сложения содержательной информации

$$i_{\Sigma} = \sum_{j=1}^N i_j . \quad (11)$$

Если информационное содержимое активных систем по отношению к некоторым сущностям предметной области различно, то в процессе несилового взаимодействия это содержимое должно быть преобразовано в соответствии с приведенными выше выражениями.

По мнению авторов, нейроны мозга проявляют информацию. Проявляют мысль, а не формируют ее?! Они являются макромоделью работы информационного процессора Природы. Только проявляют отношение не к направлению движения (как на микро-уровне природы), а к проявлениям других нейронов.

Подтверждением этого является успешное использование полученных выражений для решения практических задач.

Во-первых, доказано, что статистические закономерности в текстах на естественном языке соответствуют полученным выражениям [1]. Это может свидетельствовать о единстве законов природы.

Во-вторых, приложения теории использованы для: управления командами проектов;

- управления компетенциями (знаниями) менеджеров и специалистов в проектах;
- управления информационным (несиловым) взаимодействием в проектах;
- научных исследований в области гармонизации различных систем знаний;
- инвестиционного анализа (см. рис.1) планирования проектов;
- балансировки треугольника проекта.

Модель несилового взаимодействия лежит в основе построения рефлекторных интеллектуальных программных систем, решающих задачи:

- естественно-языкового доступа к базам данных; оценки инвестиционных предложений; прогнозирования изменения стоимости на объекты недвижимости;
- оценки и прогнозирования влияния вредных веществ в водных ресурсах на здоровье населения;
- прогнозирования результатов спортивных игр;
- прогнозирование развития проектов.

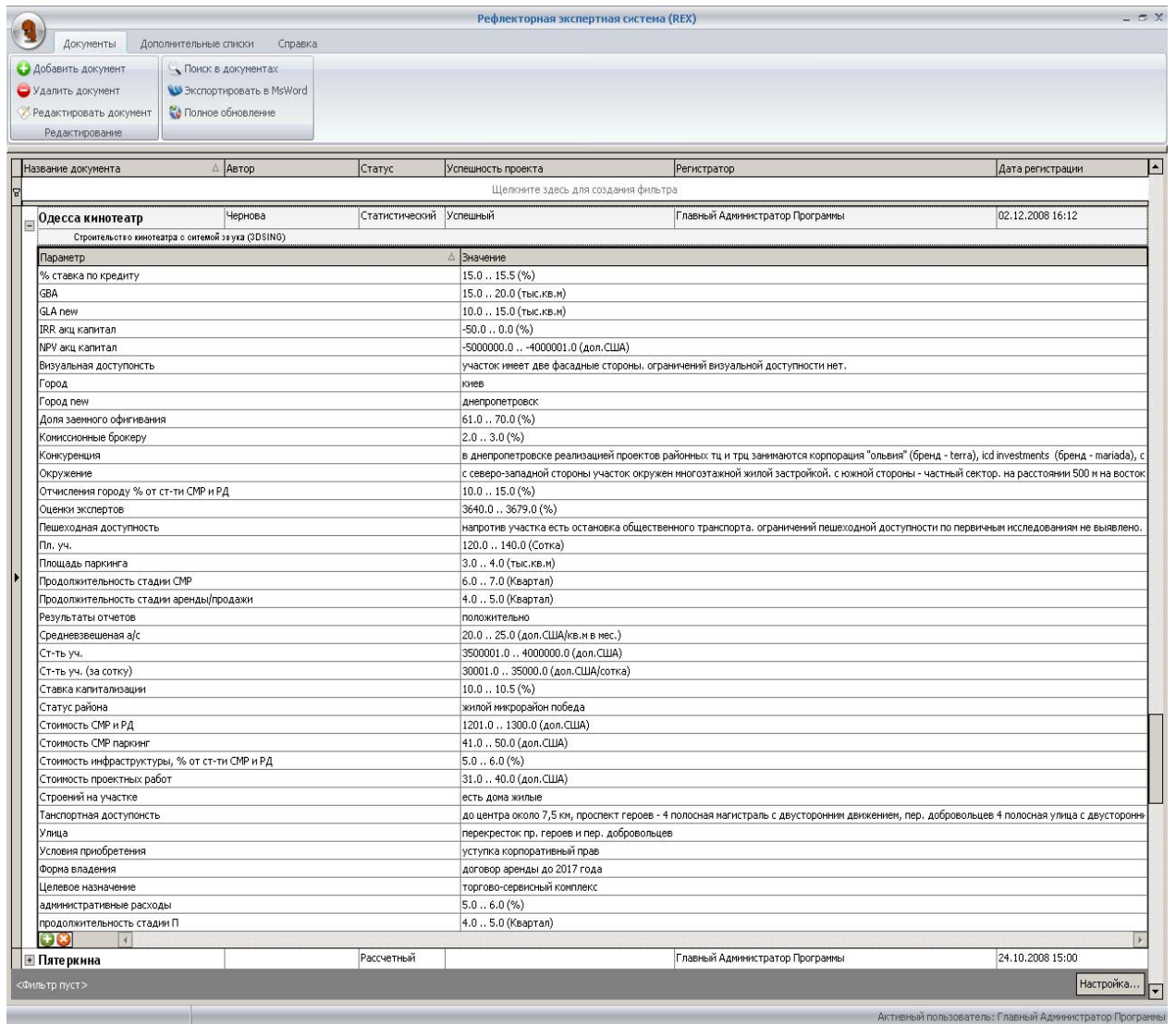


Рис.1.

Алгоритмической основой таких систем является рефлекторный метод вычисления адекватной реакции на совокупность различных слабоструктурированных входных воздействий.

Схема реализации этого метода включает этапы:

1. Расчет количества содержательной информации для интеллектуальной системы относительно всех входных воздействий и возможных реакций.

Физическая аналогия количеству содержательной информации у реакций и воздействий – это импульс материальных объектов. В такой модели рассматриваются две группы объектов – воздействующие путем «соударения» и передачи собственной информации (импульса) объектам, на которые оказывается воздействие (соответствующее возможным реакциям).

Из (7) - (8)

$$i(A_i) = \pm 0,5 \sqrt{\frac{p(A_i)}{1-p(A_i)} + \frac{1-p(A_i)}{p(A_i)}} - 2 ;$$

$$t(A_i) = \sqrt{i^2(A_i) + 1} ;$$

$$i(A_i / B_j) = \pm 0,5 \sqrt{\frac{p(A_i / B_j)}{1-p(A_i / B_j)} + \frac{1-p(A_i / B_j)}{p(A_i / B_j)}} - 2 ;$$

$$t(A_i / B_j) = \sqrt{i^2(A_i / B_j) + 1} ,$$

где:  $p(A_i)$  - безусловная вероятность выбора реакции  $p(A_i)$ ;

$i(A_i)$  - количество содержательной информации, соответствующее вероятности выбора реакции  $p(A_i)$ ;

$t(A_i)$  - определенность выбора реакции  $A_i$ ;

$p(A_i / B_j)$  - условная вероятность выбора реакции  $p(A_i)$  (при существовании воздействия  $B_j$ );

$i(A_i / B_j)$  - количество содержательной информации, имеющееся у воздействия  $B_j$  относительно реакции  $A_i$ ;

$t(A_i / B_j)$  - определенность воздействия  $B_j$  на реакцию  $A_i$ .

2. Из информационно-вероятностной интерпретации формулы релятивистского сложения скоростей (9) получено количество дополнительной

информации, которое есть у воздействующих объектов относительно реакций (скорость движения воздействующих объектов относительно объектов, на которые оказывается воздействие):

$$\Delta i(A_i / B_j) = i(A_i / B_j) \cdot t(A_i) - \bar{i}(A_i) \cdot i(A_i / B_j),$$

где  $\Delta i(A_i / B_j)$  - безусловная вероятность выбора реакции  $p(A_i)$ .

3. Из информационно-вероятностной интерпретации закона сохранения импульса (11) рассчитано суммарное воздействие на реакцию интеллектуальной системы. Аналог «удара» множества движущихся объектов (соответствующих воздействиям) в объекты, соответствующие реакциям

$$i_{\Sigma}(A_i) = \sum_j \Delta i(A_i / B_j); \quad t_{\Sigma}(A_i) = \sqrt{\Delta i^2(A_i / B_j) + 1},$$

где  $i_{\Sigma}(A_i)$  - суммарное информационное (несиловое) воздействие на реакцию  $A_i$ ;

$t_{\Sigma}(A_i)$  - определенность суммарного информационного (несилового) воздействия на реакцию  $A_i$ .

4. Вычисляется новое количество содержательной информации реакций (аналог новой скорости движения после полученного во время столкновения с воздействующими объектами импульса)

$$\overline{i(A_i)} = i_{\Sigma}(A_i) \cdot t(A_i) + \bar{i}(A_i) \cdot t_{\Sigma}(A_i),$$

где:  $\overline{i(A_i)}$  - новое количество содержательной информации относительно реакции  $A_i$ .

## Выводы

Преимуществами подхода, базирующегося на концепции количественной меры содержательной информации, для описания поведения активных систем являются:

1. Подход дает числовую меру для трудноформализуемых областей деятельности человека.

2. Простота и универсальность.

3. Рефлекторные интеллектуальные системы намного проще, дешевле и качественней традиционных систем.

4. Отражает единство законов природы, что делает его перспективным и потенциально общезначимым для различных предметных областей.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности данного направления научных исследований. Это направление, в основе которого находится естественно-научное объяснение природы содержательной информации. И эта информация находится в основе функционирования активных систем на любом уровне организации материи.

## Список литературы

1. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике / К.Шеннон. – М.: Наука, 1963. – 829 с.
2. Хартли Р.В.Л. Передача информации. В кн: Теория информации и ее приложения / Р.В.Л.Хартли. – М., 1959. – 360с.
3. Хармут Х. Применение методов теории информации в физике / Х. Хармут. – М.: Мир, 1989. – 347 с.
4. Энциклопедия кибернетики. Т.1: А–Л. / Под ред. Глушкова В.М. – К.: Головна редакция УРЕ, 1973. – 583 с.
5. Тесля Ю.Н. Несиловое взаимодействия/Юрий Тесля.- Киев: Кондор, 2005.- 196с.

Статья поступила в редколлегию: 22.04.2010

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.Д. Бушуев, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев